



**PISA 2022 DEĞERLENDİRMESİNDE  
BAŞARILI ÜLKELERİN  
EĞİTİMDE TEKNOLOJİ VE  
YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU:  
“SİNGAPUR, JAPONYA, GÜNEY KORE,  
ESTONYA VE KANADA”**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Dilara GELEN**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK**

**İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ  
ANABİLİM DALI**

**Haziran 2025**



**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PISA 2022 DEĞERLENDİRMESİNDE**  
**BAŞARILI ÜLKELERİN EĞİTİMDE TEKNOLOJİ VE**  
**YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU:**  
**“SİNGAPUR, JAPONYA, GÜNEY KORE, ESTONYA VE**  
**KANADA”**

**Dilara GELEN**

**Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK**

**İNTERNET VE BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ YÖNETİMİ**  
**ANABİLİM DALI**

**Haziran 2025**

## TEZ ONAY SAYFASI

Dilara GELEN tarafından hazırlanan “PISA 2022 Değerlendirmesinde Başarılı Ülkelerin Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyonu: “Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 19 / 06 / 2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK

**Başkan** : Prof. Dr. Salih BARDAKCI  
Hacettepe Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi

..... İmza .....

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul ERGÜN  
Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu

..... İmza .....

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK  
Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu

..... İmza .....

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
..... /..... /..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. Bekir YALÇIN

Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**19 / 06 / 2025**

**Dilara GELEN**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PISA 2022 DEĞERLENDİRMESİNDE BAŞARILI ÜLKELERİN EĞİTİMDE TEKNOLOJİ VE YAPAY ZEKÂ ENTEGRASYONU: “SİNGAPUR, JAPONYA, GÜNEY KORE, ESTONYA VE KANADA

Dilara GELEN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi Anabilim Dalı

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Levent ÇELİK

Bu çalışma, PISA 2022 sonuçlarında başarılı beş ülkenin (Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada) eğitim sistemlerindeki dijital dönüşüm stratejilerini ve yapay zekâ uygulamalarını karşılaştırmalı olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, nitel araştırma yöntemleri kapsamında doküman analizi tekniği ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, söz konusu ülkelerin ulusal yapay zekâ strateji belgeleri, eğitim bakanlığı raporları ve uluslararası kuruluşların yayınları dahil olmak üzere toplam 13 resmî web sitesi, 274 lisansüstü tez, 118 makale, 56 rapor ve 81 uluslararası anlaşma metni, içerik analizi tekniği ile sistematik olarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde kullanılan içerik analizi tekniği için; 5 kategori (tema) ve 10 kod belirlenmiştir.

Araştırma bulguları, başarılı ülkelerin eğitimde dijital dönüşüm için dört ortak strateji izlediğini ortaya koymaktadır: (1) erken yaşta dijital okuryazarlık eğitimi, (2) öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonu, (3) kamu-özel sektör iş birlikleriyle geliştirilen yapay zekâ çözümleri ve (4) veriye dayalı eğitim politikaları. Özellikle Estonya'nın 'e-Estonia' vizyonu ve Singapur'un 'Learn for Life' yaklaşımı, ulusal düzeyde planlanan bütüncül stratejilerin başarılı örnekleri olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'nin FATİH Projesi ve benzeri dijital dönüşüm girişimleri için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Bulgular, teknoloji yatırımlarının yanı sıra öğretmen eğitimi ve müfredat uyumunun kritik önemine işaret etmektedir. Araştırma, eğitimde

yapay zekâ uygulamalarının geliştirilmesi için politika yapıcılara yol gösterici öneriler sunmayı hedeflemektedir.

**2025, ix + 100 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zekâ, Eğitim, Eğitim Teknolojisi, Dijital Dönüşüm, Eğitim Politikaları, Karşılaştırmalı Eğitim



## **ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

TECHNOLOGY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION IN  
EDUCATION IN TOP-PERFORMING COUNTRIES OF THE PISA 2022  
ASSESSMENT: SINGAPORE, JAPAN, SOUTH KOREA, ESTONIA, AND CANADA

Dilara GELEN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Internet and Informational Technology Management

**Supervisor:** Asst. Prof. Levent ÇELİK

This study Aims to comparatively examine the digital transformation strategies and artificial intelligence (AI) applications in the education systems of five high-performing countries (Singapore, Japan, South Korea, Estonia, and Canada) based on the PISA 2022 results. The research was conducted using qualitative research methods, specifically document analysis. Within the scope of the study, a total of 13 official websites (including national AI strategy documents, ministry of education reports, and publications by international organizations), 274 postgraduate theses, 118 articles, 56 reports, and 81 international agreement texts were systematically analyzed using content analysis techniques. For the content analysis, five categories (themes) and ten codes were identified.

The research findings reveal that successful countries follow four common strategies for digital transformation in education: (1) early-age digital literacy education, (2) technology integration in teacher training, (3) AI solutions developed through public-private partnerships, and (4) data-driven education policies. In particular, Estonia's "e-Estonia" vision and Singapore's "Learn for Life" approach stand out as successful examples of holistic, nationally planned strategies.

This study provides important insights for Turkey's FATİH Project and similar digital transformation initiatives. The findings highlight the critical importance of teacher training and curriculum alignment alongside technological investments. The research aims to offer policy recommendations to guide the development of AI applications in education.

**2025, ix + 100 pages**

**Keywords:** PISA, Artificial Intelligence, Digital Education, Education Policies, Comparative Education



## TEŞEKKÜR

İlk olarak, her zaman manevi desteğini yanımda hissettiğim; sabırla yol gösteren, açık ve rahat bir iletişim ortamı sağlayan, anlayışlı ve ince düşünceli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Levent Çelik'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinde yalnızca bilgi ve fikirleriyle değil, aynı zamanda içten destekleri ve yürekten yaklaşımlarıyla bana güç veren, yolumu aydınlatan değerli meslektaşlarım Uzman Öğretmen Irmak Yıldız ve Dr. Tülin Yanıkdağ'a gönülden teşekkür ederim.

Yolculuğum boyunca benimle birlikte ağlayıp gülen, ellerinden gelen her yardımı esirgemeyen; tek bir kez bile yakınmadan daima motive eden, yaşamım boyunca bana inanıp güvenen, sevgilerini ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen canım kardeşlerim Dilek GELEN ERGÜL, Emirhan GELEN ve Orçun ERGÜL'e; her daim yanımda olan değerli babam Kemal GELEN'e, fedakâr annem Aynur GELEN'e ve artık aramızda olmasa da sevgisi ve dualarıyla beni hep saran rahmetli anneannem Ayşe ÖTELEŞ'e sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunarım. Bu tez, tüm kalbimle sizlere armağan edilmiştir.

Dilara GELEN  
Afyonkarahisar 2025

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                              | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                                                                                                                                   | 1     |
| TEŞEKKÜR .....                                                                                                                                                                               | 5     |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....                                                                                                                                                                      | 6     |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                                                                                                                                     | 8     |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                                                                                                                                                       | 9     |
| 1.GİRİŞ.....                                                                                                                                                                                 | 10    |
| 1.1.Problem Durumu.....                                                                                                                                                                      | 13    |
| 1.2. Araştırmanın Önemi .....                                                                                                                                                                | 16    |
| 1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....                                                                                                                                                        | 16    |
| 1.4. Araştırma Sayıltıları.....                                                                                                                                                              | 17    |
| 2.LİTERATÜR BİLGİLERİ .....                                                                                                                                                                  | 18    |
| 2.1 ESTONYA.....                                                                                                                                                                             | 18    |
| 2.2 GÜNEY KORE.....                                                                                                                                                                          | 25    |
| 2.3. JAPONYA .....                                                                                                                                                                           | 29    |
| 2.3.1.Japonya'nın Teknoloji Entegrasyonu Tarihsel Gelişimi (1989-2025).....                                                                                                                  | 31    |
| 2.4. KANADA .....                                                                                                                                                                            | 35    |
| 2.4.1.İstatistik Kanada Raporlarına göre Kanada'nın Teknoloji Entegrasyonu<br>Tarihsel Gelişimi (1940-2025).....                                                                             | 36    |
| 2.5. SİNGAPUR .....                                                                                                                                                                          | 38    |
| 3. MATERYAL ve METOT .....                                                                                                                                                                   | 41    |
| 3.1. Yöntem.....                                                                                                                                                                             | 41    |
| 3.2. Veri Kaynakları ve Belge Seçimi .....                                                                                                                                                   | 42    |
| 3.3. Veri İşleme Süreci .....                                                                                                                                                                | 44    |
| 3.4. Analiz Yöntemi.....                                                                                                                                                                     | 45    |
| 4. BULGULAR .....                                                                                                                                                                            | 47    |
| 4.1. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Ulusal Yapay Zekâ<br>Stratejileri.....                                                                                              | 47    |
| 4.2. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Yapay Zekânın Eğitim<br>Müfredatlarına Girişi: .....                                                                                | 50    |
| 4.3. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un, Eğitimde Teknoloji ve<br>Yapay Zekâ Entegrasyonu Süreci ile Yapay Zekâ Uygulamaları .....                                          | 54    |
| 4.4. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur Eğitimde Teknoloji ve<br>Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları ile ilgili olarak Kodlama<br>Eğitiminin Müfredata Girişi: ..... | 58    |

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Dijital Eğitim Platformları: .....                                                                            | 65  |
| 4.6. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Dijital Altyapı ve Donanımlar: .....                                                                          | 69  |
| 4.7. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Öğrencilere Cihaz Desteği: .....                                                                              | 74  |
| 4.8. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları İle İlgili Öğretmen Eğitimi: .....        | 77  |
| 4.9. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci İle İlgili Uluslararası İş Birlikleri: .....              | 82  |
| 4.10. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları İle İlgili Gelecek Perspektifleri: ..... | 87  |
| 5. TARTIŞMA .....                                                                                                                                                      | 91  |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                                                                                                                             | 95  |
| KAYNAKLAR .....                                                                                                                                                        | 99  |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                                                                                         | 105 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

---

|        |                                                                                               |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| BİT    | Bilgi ve İletişim Teknolojileri                                                               |
| FATİH  | Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi                                        |
| HARNO  | Haridus Ja Noorteamet – Estonya Eğitim ve Gençlik Kurumu                                      |
| GSHY   | Gayri Safi Yurtiçi Hasıla                                                                     |
| IMF    | Uluslararası Para Fonu                                                                        |
| KERIS  | Korean Education and Research Information Service (Güney Kore)                                |
| KRIVET | Korea Research Institute for Vocational Education and TrYZning                                |
| MEB    | Milli Eğitim Bakanlığı                                                                        |
| MEXT   | Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (Japonya)                      |
| MOE    | Ministry of Education (Eğitim Bakanlığı)                                                      |
| OECD   | Organization for Economic Cooperation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) |
| PISA   | Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)  |
| TOUCH  | Teachers of Understanding, Communication, and High-tech(Güney Kore)                           |
| YZ     | Yapay Zekâ                                                                                    |

---

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 3.4 İçerik Analizi İçin Kullanılan Tema ve Kod Çizelgesi..... | 46 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|



## 1. GİRİŞ

1739 Sayılı Millî Eğitim Temel Kanununa (1973) göre eğitim, bireyin toplum hayatına hazırlanması sürecidir. Ancak bu tanımdaki eğitim anlayışı, yalnızca ders kitaplarındaki bilgilerin aktarımını değil; aynı zamanda bireylerin demokratik değerlerle donatılmasını, girişimci bir bakış açısı kazanmalarını ve kültürel gelişimlerini destekleyerek toplumsal dönüşüme katkı sunmalarını da kapsamaktadır. Fikirlerin özgürce ifade edildiği ve karşılıklı saygıyla dinlendiği bir sınıf ortamı, demokratik değerlerin yeşermesi için adeta bir fidanlıktır. Bu süreç, sadece okul duvarları içinde kalmaz, bireylerin evlerinde, çevrelerinde ve nihayetinde tüm ülkede demokratik bir kültürün oluşmasına da katkı sağlar.

21. yüzyılda eğitim, demokratikleşmenin yanı sıra, toplumların kültürel gelişimi ve ekonomik refahı için de temel bir rol oynamaktadır. Son yıllarda ise bu genel görevlerine ek olarak, ekonomik büyümeye doğrudan katkı sağlayan önemli bir araç olarak da öne çıkmıştır. Hanushek ve Woessmann'ın (2007) çalışmasında da vurgulandığı üzere, bu anlayışın en çarpıcı örneklerinden biri, II. Dünya Savaşı sonrasında Almanya ve Japonya'nın yaşadığı 'mucizevi' ekonomik toparlanmadır (Hanushek ve Woessmann 2007). Almanya ve Japonya, savaşın yıkıcı etkilerinin ardından hızla kalkınmak için eğitimi en önemli araçlardan biri olarak kullanmış, nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi için kapsamlı reformlar gerçekleştirmiştir. Özellikle Japonya'da, eğitimdeki bu reformlar, sanayi üretiminin artışı ve teknolojik gelişmelerle paralel bir şekilde ülkenin küresel ekonomik güç olma yolunda ilerlemesine katkı sağlamıştır.

Dünya Bankası Raporu (2018), eğitimde kalite artışının uzun vadeli ekonomik kalkınmanın temel bileşeni olduğunu vurgulamaktadır. Rapora göre, nitelikli eğitim, bireylerin ekonomik üretkenliğini artırarak yoksulluğun azalmasına katkı sağlamaktadır (World Development Report 2018). Bu durum, '*Ülkeler Arasındaki Ekonomik Farklılıkların*' incelenmesiyle de desteklenmektedir. Çalışkan, Karabacak ve Meçik (2013) tarafından yapılan araştırma, söz konusu farklılıkların en önemli nedenlerinden birinin eğitim düzeyindeki eşitsizlikler olduğunu ortaya koymaktadır (Çalışkan, Karabacak ve Meçik, 2013).

Bireyin eğitim düzeyi yükseldikçe işsiz kalma riskinin azalması, eğitimin toplumsal kalkınmaya sağladığı en kritik katkılardan biridir (Mincer 1991). Sarı (2002) bu durumu, eğitimin; toplumun gelir düzeyini yükseltme, gelir dağılımında adaleti sağlama ve yoksullukla mücadelede etkin bir politika aracı olma işlevleriyle açıklamaktadır (Sarı 2002).

Eğitime yapılan yatırımlar; gelecekteki ekonomik büyüme için gerekli olan '*İnsan Yeteneklerinin Gelişiminin*', eğitimin hem sayısal hem de nitel açıdan ilerlemesine bağlı olduğunu kabul eden bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığının '*Eğitim Sermayesi Stoğu*' başlıklı yazısında belirtildiği üzere; 1905'ten 1960'a kadar geçen 55 yıl boyunca toplanan verilerin; MEXT, (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology [Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı]) tarafından yayınlanmasıyla *Eğitimli İnsan Yeteneğinin* önemini bir kez daha ortaya koymuştur (MEXT 1963).

1905-1960 yılları arasındaki 55 yılda Japonya'da ülkedeki iş gücü sadece %70 artarak 25,6 milyondan 43,7 milyona çıkarken, ülkedeki fiziksel kaynaklar (makineler, altyapı, binalar, yollar vb) %700 artarak 5.800 milyar yenden 39.800 milyar yene çıkmıştır. Milli gelir ise çok daha yüksek bir oranda artmış, 1.200 milyar yenden 12.000 milyar yene, yani %1.000'e çıkmıştır (MEXT 1963). İşgücündeki çok yavaş büyümeye karşılık, fiziki sermayenin artış hızı dikkat çekicidir. Bu durum tamamen: *üst düzey eğitim ve teknoloji kullanımı sayesinde insan yeteneklerini önemli ölçüde geliştirmeye açıklanabilir*. Eğitimle desteklenen iş gücü, daha verimli ve yenilikçi bir şekilde çalışarak, az sayıda insanla daha büyük işler başarılmasına olanak sağlamaktadır.

Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığının '*Eğitimin Ekonomik Büyümeye Katkıları-Eğitimden Dönüş*' başlıklı yazısında belirtildiği üzere; nitelikli eğitimin ekonomik büyümeye katkısı olduğunu benimseyen Chicago Üniversitesi profesörü Theodore Schultz, Amerika Birleşik Devletleri'nde '*Eğitimden Elde Edilen Getiriyi*' tahmin etmiştir. Tahminlerine göre, eğitimin ulusal gelir artışına katkısı oranı Amerika Birleşik Devletleri'nde %33'tür (MEXT 1963, Bölüm-2).

SSCB Bilimler Akademisi üyesi S. Strumilin ise; "*daha yüksek düzeyde teknolojik yetenek gerektiren işlerde çalışanların, daha yüksek düzeyde eğitime ihtiyaç duyduğunu*

ve daha yüksek ücretler aldığını” varsaymıştır. Yani bir işçinin aldığı maaş eğitim düzeyi ile doğru orantılıdır. Kendisinin ifade ettiği örnek ile; “*Bir üniversite mezunu, iki vasıfsız işçiye eşittir*”. Bu fikirden yola çıkarak, SSCB’de ulusal gelirdeki artışın %30’unun işçilerin eğitim düzeyinin artışından kaynaklandığını tahmin etmiştir. Dr. Schultz’un kullandığı tekniklerin Japon verilerine uygulanmasıyla, 1930-1955 yılları arasındaki 25 yılda Japonya’nın milli gelirindeki artışın yüzde 25’inin nitelikli eğitim ve eğitime yapılan yatırımlardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (MEXT 1963).

Hanushek ve Woessmann (2010) tarafından yapılan ve Yıldırım’ın (2013) aktardığı OECD kaynaklı bir raporda, ülkelerin önümüzdeki 20 yıl içinde öğrencilerinin öğrenme başarılarında 25 puanlık bir artış sağlamaları durumunda, bu gelişmenin ulusal gelir düzeyinde yaratacağı ekonomik büyüme tahmin edilmiştir. Örneğin, Kanada’nın 2030 yılına kadar öğrenci başarılarında ortalama 25 puanlık bir artış elde etmesi durumunda, 2090 yılına kadar ülkenin ulusal gelirinde toplamda 3 trilyon Kanada Doları tutarında bir artışın gerçekleşmesi öngörülmektedir. Söz konusu raporda yapılan projeksiyonlar, öncelikli olarak ‘*Ekonomik Büyüme Faktörleri*’ temel alınarak hazırlanmıştır ve bu faktörlerin başında ise ‘*İnsan Sermayesi*’ yer almaktadır.

Uluslararası Para Fonu’nun (IMF) Ekim 2024 tarihli Dünya Ekonomik Görünüm Raporu, eğitim ve insan sermayesi yatırımlarının ekonomik performansla doğrudan ilişkisini bir kez daha ortaya koymaktadır. IMF Dünya Ekonomik Görünüm Raporu (2024)’ na göre; Japonya’nın 1998-2023 döneminde yaşanan nüfusa rağmen kişi başına gelirin 2.9 kat artmasında, otomasyon ve robotik alanındaki yüksek vasıflı teknik işgücünün katkı payı %35.4 olarak ölçülmüştür.

Yukarıdaki bilgilere dayanarak bu tezin konusu olan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur gibi ülkelerin yüksek gelirli ekonomiler sınıfında olması, PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) sınavları da dahil, eğitim ve inovasyon alanında dünya sıralamalarında üst sıralarda yer alması şaşırtıcı değildir.

Bu tezde incelenen ülkelerin eğitim başarılarını değerlendirmede bir tür başarı turnusolu işlevi gören PISA, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından 1997 yılında tasarlanmış ve ilk uygulaması 2000 yılında gerçekleştirilmiştir. Günümüzde 80’den fazla ülkenin katılımıyla yürütülen bu küresel değerlendirme, üçer yıllık

periyotlarla 15 yaş grubundaki öğrencilerin okuma becerileri, matematik okuryazarlığı ve fen bilimleri alanlarındaki yeterliliklerini karşılaştırmalı olarak ölçmekte ve ülkelerin eğitim sistemlerinin güçlü ve zayıf yönlerini gözler önüne sermektedir.

PISA değerlendirme programı kapsamında, her değerlendirme döngüsünde temel alanlara ek olarak '*Yenilikçi Alanlar*' da incelenmektedir. Örneğin, 2015 yılında '*İş Birlikli Problem Çözme*', 2018 yılında '*Küresel Yetkinlikler*' ve 2022 yılında ise '*Matematiksel Muhakeme Becerileri*' bu doğrultuda ölçülmüştür. PISA'da kültürel ve dilsel çeşitliliği sağlamak için özel kaynaklar ayrılmış, çeviri, örnekleme ve veri toplama süreçlerinde titiz kalite kontrolleri uygulanmıştır. Bu sayede elde edilen veriler yüksek geçerlilik ve güvenilirlik standartlarına ulaşmaktadır (OECD 2017).

Diğer ölçme ve değerlendirme sınavlarından farklı olarak PISA, öğrencinin sahip olduğu bilgiyi değil, bu beceri ve bilgileri gerçek hayatta kullanabilme seviyelerini belirlemeyi amaçlayan bir sınavdır (İş 2003). OECD'ye göre PISA Uygulaması, "Vatandaşların bilmesi ve yapabilmesi gerekenler nelerdir?" sorusuna küresel düzeyde yanıt vermekte ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanma düzeylerini ölçmektedir (OECD 2018).

Bu bağlamda, PISA'nın ölçtüğü beceriler ile teknolojik dönüşümün eğitimdeki yansımaları arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Nitekim teknolojik yeniliklerin ve yapay zekânın okul müfredatlarına entegre edilmesi, öğrencilerin PISA'da ölçülen gerçek hayat problemlerini çözme becerilerini geliştirerek, geleceğin iş gücünü daha nitelikli ve yetkin hale getirecektir. Bu durum, gelişmiş ülkelerin eğitim yatırımlarını neden stratejik bir yatırım olarak gördüklerini de açıklamaktadır. Söz konusu ülkeler, ekonomik büyüme ve toplumsal kalkınmanın ancak nitelikli bir eğitim sistemiyle mümkün olabileceği bilinciyle, eğitim yatırımlarını sürekli artırma çabası içindedirler.

### **1.1.Problem Durumu**

21.yüzyılda bilgiye erişim artık bir sorun olmaktan çıkmıştır. Dünyanın herhangi bir köşesinde yaşanan bir gelişme, saniyeler içinde tüm dünyayla paylaşılabilir. Ancak bu denli bilgi akışı ve iletişim imkânına rağmen, eğitim alanında beklenen ilerlemeler her ülkede aynı düzeyde gerçekleşmemektedir. Bu nedenle, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından 2000 yılından itibaren uygulanan PISA,

Ülkelerin eğitim sistemlerini karşılaştırmalı olarak analiz etme imkânı sunmaktadır. PISA sonuçları sayesinde ülkeler, hangi alanlarda güçlü olduklarını ve hangi alanlarda gelişime ihtiyaç duyduklarını görebilmekte, ayrıca etkili uygulamaları birbirleriyle paylaşabilmektedir.

Öğrencilerin akademik becerilerini ve eğitim sistemlerinin etkililiğini ölçen önemli bir referans kaynağı durumundaki PISA sınavlarında; Türkiye, ortalama performansın altında kalmakta ve özellikle matematik, fen bilimleri ile okuma becerileri alanlarında beklenen başarıyı gösterememektedir. Bu durum, eğitim sistemimizin mevcut yapısının ve uygulanan politikaların uluslararası standartlara uyum sağlamada yetersiz kaldığını düşündürmektedir.

PISA 2022 sonuçlarına göre Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada gibi ülkeler, eğitimde teknoloji ve yapay zekâ (YZ) entegrasyonunu başarılı bir şekilde uygulayarak üst sıralarda yer almaktadır. Bu lkeler, dijital dönüşümü stratejik bir planlamayla gerçekleştirmiş; ğretmen eğitiminden müfredat tasarımına, altyapı yatırımlarından etik düzenlemelere kadar kapsamlı adımlar atmıştır.

*Bu ülkelerin tez için seçilme nedeni, eğitimde teknoloji ve yapay zekâ entegrasyonunu başarıyla uygulayarak PISA 2022'de üst sıralarda yer almalarıdır.*

- ✓ Singapur ve Güney Kore, dijital eğitim altyapısı ve akıllı öğrenme sistemleriyle ne çıkarken;
- ✓ Estonya, eğitimde dijital dönüşümün küçük ölçekli ülkelerdeki uygulanabilirliğini kanıtlamaktadır.
- ✓ Kanada ise kapsayıcı YZ politikalarıyla dikkat çeker.
- ✓ Japonya'nın geleneksel eğitimle teknolojiyi harmanlayan modeli ise kültürel dirençleri aşma konusunda önemli bir örnektir.

Bu lkeler, farklı coğrafya ve kalkınma düzeylerinde teknoloji destekli eğitim reformlarının başarılı olabileceğini somut verilerle göstermektedir. (OECD 2023 PISA Report)

Ancak Türkiye'de Teknoloji ve YZ'nin eğitimdeki rolü henüz istenen düzeyde değildir. Dijital okuryazarlık, erişim eşitsizlikleri, öğretmenlerin teknoloji kullanım yeterlilikleri ve politika uygulamalarındaki eksiklikler, bu alanda ciddi engeller

oluşturmaktadır.

Bu bağlamda, PISA'da başarılı olan ülkelerin eğitim sistemlerinde teknoloji ve YZ'nin nasıl konumlandırıldığının incelenmesi, Türkiye için yol gösterici olabilir.

### **Ana Problem**

- ❖ PISA 2022 Değerlendirmesinde Başarılı Ülkelerin (Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada) Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon süreci ve uygulamaları nasıldır? sorusu bu araştırmanın ana problem cümlesidir.

### **Alt Problemler**

1. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Yapay Zekâ entegrasyon süreci ve uygulamaları ile ilgili Ulusal Yapay Zekâ Stratejileri var mıdır?
2. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Yapay Zekâ entegrasyon süreci ve uygulamaları ile ilgili olarak Yapay Zekâyı Eğitim Müfredatlarına dâhil etmiş midir?
3. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur eğitimde Yapay Zekâyı kullanmakta mıdır?
4. PISA 2022 sınavında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur, kodlama eğitimini ulusal eğitim müfredatlarına dahil etmiş midir?
5. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Yapay Zekâ entegrasyon süreci ve uygulamaları ile ilgili Dijital Eğitim Platformları var mıdır?
6. PISA 2022 sınavında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur, Eğitimde Yapay Zekâ entegrasyonu sürecinde hangi dijital altyapı ve donanımları kullanmıştır?
7. Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur öğrencilere cihaz desteği sağlamış mıdır?

8. PISA 2022 sınavında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Yapay Zekâ entegrasyonu süreçleri ve uygulamalarına yönelik öğretmen eğitimi nasıldır?
9. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji Kullanımı ve Yapay Zekâ entegrasyon süreçleri ile uygulamaları konusunda uluslararası iş birlikleri var mıdır?
10. PISA 2022 sınavında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji Kullanımı ile Yapay Zekâ Entegrasyon süreçleri ve uygulamalarına dair gelecek perspektifleri nelerdir?

## 1.2. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, PISA 2022'de üst sıralarda yer alan ülkelerin (Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada) eğitim sistemlerinde teknoloji ve yapay zekâ kullanımını inceleyerek, Türkiye'nin dijital dönüşüm sürecine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Ulusal Tez Merkezindeki verilere göre, PISA sınavları ile ilgili ülkemizde 2003-2025 yılları arasında 274 tez yazılmış olup, tezlerin tematik dağılımı ağırlıklı olarak ülke başarının karşılaştırılması, matematik, fen ve okuma becerileri başarılarının karşılaştırılması, ders kitapları ve soru tiplerinin karşılaştırılmasına yöneliktir. İncelenen tezlerde dikkat çeken bir diğer önemli nokta ise, en sık karşılaşılan dört ülkenin bu çalışmanın da odak noktasını oluşturan Finlandiya, Singapur, Güney Kore ve Estonya olmasıdır.

Finlandiya, Singapur, Güney Kore ve Estonya'nın PISA'daki başarıları yıllar içinde sıklıkla incelenmiş olsa da bu başarının arka planında yer alan yapay zekâ ve teknoloji politikaları literatürde ele alınmamıştır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

## 1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Ülke Seçimi Sınırlılığı: Araştırma, PISA 2022 değerlendirmesinde öne çıkan beş ülke (Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada) ile sınırlıdır. Benzer akademik başarıya sahip diğer ülkeler (örneğin Finlandiya ve Çin) çalışmaya dâhil

edilmemiştir.

- Yöntemsel Sınırlılık: Araştırma yalnızca doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. Veriler; resmi strateji belgeleri, bakanlık raporları ve uluslararası kurumların yayımladığı dokümanlarla sınırlıdır. Görüşme, anket veya saha gözlemleri gibi diğer veri toplama teknikleri kullanılmamıştır.
- Dil Sınırlılığı: Bazı belgeler yalnızca yerel dillerde (örneğin Estonca, Korece) yayımlandığı için çeviri sürecinde anlam kaymaları ve yorum hataları yaşanmış olabilir.
- Veri Paylaşımı ve Objektiflik Sınırlılığı: Ülkelerin eğitim politikalarına ilişkin belge paylaşımı ve veri şeffaflığı arasında önemli farklar bulunmaktadır. Örneğin, Singapur kapsamlı ve güncel veri paylaşırken, Estonya'nın stratejik belgelerine erişim daha sınırlıdır. Japonya'nın verileri daha ayrıntılı ve ölçülebilir düzeydeyken, bazı ülkeler genel ifadelerle ve iyimser yaklaşımlarla hazırlanmış raporlar sunmaktadır. Bu durum, ülkeler arasında doğrudan karşılaştırmalar yapılmasını güçleştirmektedir.
- Yorumlama Öznelliği: Doküman analizi, nicel veriler (örneğin PISA puanları) ile nitel veriler (örneğin politika belgeleri) arasında bağ kurarken araştırmacı yorumuna dayalıdır. Ayrıca '*Eğitimde Teknoloji ve Eğitimde Entegrasyon*' gibi kavramların, ülkeden ülkeye farklı tanımlandığı görülmüştür.
- Kıyaslama Zorlukları: Araştırmada ele alınan ülkelerin eğitim sistemleri; kültürel, yapısal ve idari açıdan heterojendir. Bu nedenle, ülkeler arası doğrudan karşılaştırmalar bazı durumlarda anlamlı olmayabilir. Örneğin, Singapur'un merkeziyetçi eğitim modeli ile Kanada'nın eyalet temelli yapısı arasında temel farklar bulunmaktadır. Kamuyla paylaşılan belgeler arasında içerik, kapsam ve format açısından farklılıkların bulunması, ülkeler arasında sağlıklı bir karşılaştırma yapılmasını güçleştirmiştir. Bu durum, eğitim politikalarının değerlendirilmesinde ortak bir standardın eksikliğiyle ilişkilendirilmektedir.

#### 1.4. Araştırma Sayıtları

- Bu çalışma, incelenen ülkelerin resmî belgelerinde aktarılan teknoloji politikalarının sahada tam olarak uygulandığı varsayımına dayanmaktadır. Uygulama-ideal arasındaki boşluklar, araştırmanın sınırlılıklarındandır.

## 2.LİTERATÜR BİLGİLERİ

### 2.1 ESTONYA

Genç bir ülke olan Estonya'nın dünyanın en ileri dijital ülkesi olduğu bilinmekle beraber 'e-Devlet' hikayesinin okullarda başladığını herkes bilmiyor olabilir. Estonya, 34 yıllık bağımsızlık sürecinde dijital dönüşüm alanında dikkat çekici bir başarı hikayesi yazmıştır. 20 Ağustos 1991'de Sovyetler Birliğinden bağımsızlığını kazandıktan sonra, ülkenin sınırlı kaynaklarına rağmen 'Dijitalleşme', bir devlet politikası haline getirilmiştir. Bu kapsamlı dönüşümün temelinde ise eğitimin stratejik bir araç olarak benimsenmesi yatmaktadır.

Nitekim Estonya'da 'Eğitim', toplumsal gelişimin merkezinde yer alır. 1994 yılında yapılan bir araştırma, halkın %96,5'inin Eğitimi, 'Ekonomik Kalkınmanın Anahtarı' olarak gördüğünü ortaya koymuştur (Kikas ve Lerkkanen 2011). Bu anlayış, ülkenin kısa sürede modern ve gelişmiş bir ülkeye dönüşmesini sağlamıştır.

Estonya'nın eğitim alanındaki bu derin kültürel kökleri, ülkenin dijital dönüşüm sürecindeki olağanüstü başarısının altında yatan temel faktörlerden biridir. Bu dönüşümün mimarlarından biri olan Toomas Hendrik Ilves, 1993-1996 yılları arasında ABD Büyükelçisi olarak görev yaparken edindiği küresel vizyonu, 2006-2016 yılları arasındaki Cumhurbaşkanlığı döneminde ülkesinin dijital geleceğini şekillendirmek için kullanmıştır. Ilves'in liderliği, Estonya'nın eğitim altyapısı ile teknolojik ilerlemeyi birleştiren bütüncül yaklaşımının somut bir ifadesidir.

1995 yılında ABD Büyükelçisi resmi görevini yürütürken Ilves, '13 Başarılı Ülkenin Başarısının Nedenlerini Analiz Eden' bir kitabı okuduktan sonra bu fikrin aklına geldiğini belirtmiştir. Söz konusu kitap, David S. Landes'in yazdığı; 'The Wealth and Poverty of Nations: Why Some Are So Rich and Some So Poor' adlı eserdir (Landes 1998). Okuduğu kitaba göre tüm bu ülkelerin ortak bir özelliği vardır: 'Teknik Alanda Üst Düzey Eğitimli Kişi Sayısının Çokluğu'.

Estonya Milli Eğitim ve Araştırma Bakanlığı, Eğitim ve Gençlik Kurulu ile iş birliği yaparak Kaplan Sıçrayışı projesinin 25. Yılı şerefine, tarihinin korunması için

çalışma başlatmış ve Tiger Leap'in hikayesi, öncesinde ve sonrasında olan her şeyle birlikte teknoloji gazetecisi Henrik Roonemaa tarafından kaleme alınmıştır (İnt.Kyn.1). 'Tiigrihupe' web sitesinde yer alan 'Yön Batı' adlı yazıda anlatıldığı üzere; Büyükelçi, 'Estonya'daki tüm liselerde ortalama 17.000 öğrenci vardır,' diye düşünür, 'O zaman 17.000 bilgisayar, öğrencilerin günün dörtte biri kadar bir süre bilgisayara erişebilmesi ve lise mezunlarının tamamen yeni bir niteliğe sahip olmasını sağlamak için yeterli olur. Bu, yalnızca toplumun en eğitimli kesiminin temel bilgisayar becerileri edinmesi anlamına gelmez, aynı zamanda Estonya'nın tamamı 21. yüzyıla iki ayağıyla atlar, sıçrar-Estonya tamamen farklı bir ülke olur. (İnt.Kyn.1). '

Bu fikirden yola çıkan Büyükelçi Ilves; Dünya Bankası ile Estonya Hükümeti arasında bir kredi anlaşması imzaladıktan sonra; dönemin Başbakanı Tiit Vähi, Eğitim Bakanı Jaak Aaviksoo ve Toomas Hendrik Ilves ile Tiger Leap (Kaplan Sıçraması) projesini başlatmıştır. Bu proje; teknolojik altyapının oluşturulması, dijital araçların yaygınlaştırılması ve nihayetinde müfredata programlama derslerinin ve yapay zekâ entegrasyonunun eklenmesi ile günümüze ulaşan 3 aşamalı bir süreç ile devam etmektedir (İnt.Kyn.1).

#### **1960-1996 Temel Altyapı Kurulumu (Bilgisayar ve İnternet Sağlama) ve 1997-2000 Tiger Leap Projesi Adım-1 (İnt.Kyn.4)**

- 2 Kasım 1959'da Tartu Devlet Üniversitesine Ural-1 adındaki ilk bilgisayar ulaşmış, o eğitim yılı ilk programlama dersi verilmeye başlanmıştır.
- Estonya okullarının ilk bilgisayarlarıyla tanışması 1965 yılında olmuştur. Sovyetler Birliğindeki okullara binlerce 'Yamaha' bilgisayarı ulaştırılırken, Estonya okulları da paylarını almış, bazı şanslı Eston okullarına ilk bilgisayarlar gönderilmeye başlanmıştır. Bu durumu Tarihçi Hillar Palamets, 13 Ocak 2012 tarihinde Öpetajate Leh'e verdiği röportajda, 'Almanlar bile, Berlin'de sahip olmadıkları şeylerin Estonya'daki bir kırsal okulda bulunmasına şaşırmadan edemediler' diyerek anlatmıştır.
- 1985 yılında Bilgisayar Bilimcisi Andrei Yershov, Estonya okullarında bilgisayar eğitiminin başlatılmasına yol açan bir hareketi başlatmıştır. Yershov, programlamayı yalnızca teknik bir beceri olarak değil, daha geniş bir çerçevede ele almıştır. Ona göre

programlama, tıpkı okuma yazma gibi, ‘*Temel Bir Yaşam Becerisi*’ olmalıdır. Gelecekte bilgisayarların hayatın her alanında vazgeçilmez olacağını öngören Yershov, hangi mesleği seçerse seçsin her bireyin bilgisayarlarla etkili bir şekilde çalışmayı öğrenmesi gerektiğini savunmuş ve bu doğrultuda üç kademeli bir gelişim modeli önermiştir. Dikkat çekici olan nokta ise, bu seviyelerin her biri için belirlediği ders süreleri ve sayısal verilerin, günümüzde bile ilgiyle incelenebilecek kadar ayrıntılı olmasıdır (Kaymin, t.y.).

### **Yershov'un Bilgisayar Okuryazarlığı Modeli: Üç Aşamalı Yaklaşım (Yershov 1981)**

- Temel Seviye (100 Saat): Ortaöğretim düzeyindeki bireyler için tasarlanmıştır. Amaç, algoritmik düşünme ve temel programlama yapılarını (koşullar, döngüler, prosedürler) öğretmektir. Eğitim süresi yaklaşık 100 saattir ve bunun 40 saati bilgisayar başında bireysel uygulamalara ayrılmıştır.
- Orta Seviye (300 Saat): İlköğretim düzeyinde, özellikle 5. veya 6. sınıflarda başlanması önerilen bu aşamada, öğrencilerin bir programlama dilini (örneğin BASIC veya LOGO) daha derinlemesine öğrenmeleri ve bilgisayarı çeşitli problemleri çözmek için etkin kullanmaları hedeflenmiştir. Eğitim süresi yaklaşık 300 saattir.
- İleri Seviye (800 Saat): Üniversite düzeyindeki öğrenciler için planlanmıştır. Bu aşamada öğrencilerin, bilgisayarı etkili ve yardım almadan kullanabilmeleri için toplamda 800 saatlik bir bilgisayar eğitimi almaları öngörülmüştür.
- Yershov, bilgisayar eksikliği durumunda bile, algoritmik düşünme ve programlama temellerinin teorik olarak öğretilbileceğini savunmuştur. Bu görüş doğrultusunda, 1985 ve 1986 yıllarında Sovyetler Birliğinde ortaöğretim öğrencileri için hazırlanmış olan;
  - ‘İnformatik ve Bilgisayar Teknolojisinin Temelleri I ve II’ (Osnovy Informatiki Vychislitel'noy Tekhniki) adlı iki ciltlik bilgisayar ders kitaplarının başyazarlığını yapmıştır. Söz konusu kitaplar, Estonca başta olmak üzere çeşitli Sovyet dillerine çevrilerek bilgisayar bulunmayan okullarda teorik bilişim eğitimi verilmesini mümkün kılmıştır (Yershov vd 1985, 1986).

1985 yılında Estonya bilgisayar öğretmeni yetiştirme sürecini başlatmış; bu dönemde öğretmenlere yönelik yayınlarda, ‘*Ülkenin Bilgisayar Treninin Gerisinde Kalmaması İçin Çabuk Harekete Geçmesi Gerektiği*’ ifade edilmiştir. Aynı sene

müfredata, ortaokulun son iki sınıfında haftada bir saat okutulmak üzere ‘Bilgisayar ve Bilgisayar Eğitimi’ dersi eklenmiştir.

- Estonlar; 1988-1991 yılları arasında, okullarda eğitim amacıyla kullanılmak üzere Jukebox adını verdikleri ilk yerli bilgisayarlarını çalıştırmayı başarıp, 2.000 bin Juku bilgisayarı üretmişlerdir.
- 1990 sonbaharında Tallinn'de ilk defa, dönemin bilgisayarları ve diğer modern okul ekipmanlarının yanı sıra, modemler ve yazılımların sergilendiği ‘*Eğitim Donanımı'90*’ sergisi düzenlenmiştir.
- Yine tarihler 1990 yılını gösterdiğinde, Sovyetler Birliği Eğitim Komitesi Başkan Yardımcısı Feliks Peregudov ve IBM Temsilcisi Jacques Dawans, Tallinn’de IBM bilgisayarlardan oluşan ilk bilgisayar sınıfını açmışlardır. IBM bilgisayarların, Jukebox bilgisayarlardan daha pahalı olduğu kendisine söylendiğinde: Peregudov, ‘*Çok pahalı olduğu düşünülüyor ama eğitime çok fazla para yatırdığı için iflas eden bir ülke bilmiyorum*’ diyerek cevap verecek ve Sovyetler Birliğinin, bir buçuk yıl içinde 5.000 adet IBM bilgisayar sınıfı açacağı bilgisini paylaşacaktır.
- 1995 yılında, Estonya’nın ABD Büyükelçisi Toomas Hendrik Ilves’in önerisi ve hükümet desteğiyle ‘Estonya Eğitim Sisteminin Bilgisayarlaştırılması için Ulusal Hedef Programı - Tiger Leap’ Projesi başlatılmıştır. Bu proje kapsamında 1997-1999 yılları arasında aşağıda yer alan 7 özel hedefe ulaşılması amaçlanmıştır (NCEE 2020a).
  - İlk aşamada, Estonya’daki tüm okullara, internet bağlantılı bilgisayarlar kurulacaktır. (Her 10-20 öğrenciye en az 1 bilgisayar)
  - İkinci aşamada, Estonya Eğitim ve Bilim Veri Ağı (EENet) güncellenerek modern bir yapıya kavuşturulacaktır
  - Üçüncü aşamada, 1.000 bilgisayar öğretmeni ve 3.000 yardımcı eğitmenin yetiştirilmesinin yanı sıra, 9.000 öğretmene temel bilgisayar eğitimi verilecektir. Bu süreci desteklemek amacıyla okullarda; ‘*Öğretmenler için Yaz Okulu*’ uygulaması başlatılacaktır.
  - Dördüncüsü, ‘*Bölgesel Bilgisayar Eğitim Merkezleri*’ kurulacaktır.
  - Beşinci adımda, okul çağındaki çocuklara yönelik bilgisayar eğitimleri ‘*Uzaktan Eğitim*’ yöntemiyle yaygınlaştırılacak; yükseköğretim

kurumlarında ise ‘Açık Üniversite’ konsepti çerçevesinde çevrim içi ders uygulamaları başlatılacaktır.

- Altıncısı, en az 1.000 ders saatini kapsayacak şekilde multimedya tabanlı öğretim materyalleri hazırlanacaktır.
- Yedinci olarak, ‘Eston Dili, Kültürü ve Tarihine’ yönelik multimedya tabanlı öğrenme programları geliştirilerek uluslararası düzeyde yaygınlaştırılacaktır.

Tiger Leap projesinin ilk aşaması başarılı olmuş 2000’li yılların başında tüm okullara bilgisayar ve internet bağlantısı ulaştırılmıştır (İnt.Kyn.2).

### **2000- 2010 Öğretmen Eğitimi ve Dijital İçerik Üretme: Tiger Leap Plus Adım-2 (İnt.Kyn.3)**

2000’li yılların başında yepyeni bir sorunla karşılaşmış; Estonya’daki okullarda bilgisayar ve internet bağlantısı olmasına rağmen okullar ‘*Teknolojik*’ olarak istenileni verememiş, 3. yılın ardından projedeki zayıflık ortaya çıkmıştır. Tiger Leap projesinin fikir babası Ives, süreçteki en büyük zayıflığı: ‘*Elbette Öğretmenler... Çocuklar bilgisayarı nasıl kullanacaklarını öğreniyor, öğretmenlerin çoğu öğrenmiyor.*’ diyerek açıklamıştır.

IBE’nin de belirttiği gibi; ‘*Yapılan reformların uygulamada etkili olabilmesi için öğretmenlerin bu sürece aktif ve gönüllü olarak katılmaları sağlanmalıdır*’ (IBE, 1998). Nitekim Estonya da benzer bir ihtiyaçtan hareketle, Tiger Leap projesini gözden geçirerek hem içerik hem de strateji açısından yeniden yapılandırma kararı almıştır. ‘*Tiger Leap Plus*’ adıyla, kademeli olarak bilgisayar ve internet bağlantısı sağlama girişiminden, ‘*Öğretim Sürecinde Köklü Bir Dönüşüm Yaratma*’ projesine evrilmeye başlamıştır. Bu aşamada artık yalnızca iki hedef vardır: ‘*Öğretmen Yetiştirmek ve Dijital Öğretim Materyalleri Oluşturmak*’(Republic of Estonia Ministry of Education and Research, 2020).

- Bu kapsamda, 2001 yılında İntel ile 80 saatlik kurs anlaşması yapılmış. 10.000’den fazla öğretmene İntel tarafından; ‘*Bilgisayar Okuryazarlığı Eğitimi*’ verilmiştir.
- ‘*Koolielu*’ eğitim portalı oluşturulmuştur. Eğitimi tamamlayan öğretmenlerin bu

portala en az bir içerik üretmesi zorunlu hale getirilmiştir. Yıl sonunda; ‘İlkokul Fen Bilimleri’, ‘Matematik’, ‘Halk Kültürü’, ‘Doğa Bilimleri’ dersleri ile ilgili 4500’den fazla içerik oluşmuştur.

- Öğretmenler için ilk portal olan Öğretmen Ağı Geçidi, 1999 yılında Tallinn Pedagoji Üniversitesinde başlatılmış ve sonraki yıllarda çeşitli aşamalardan geçerek öğretmenlerin oluşturdukları materyalleri başkalarının kullanımına sunabilecekleri *Okul Yaşam Portalına* dönüşmüştür. Bu portal öğrenci ve öğretmen arasındaki çevrimiçi paylaşım kültürünü çoğaltmış ve proje tabanlı iş birliği yapmayı teşvik etmiştir. Şu an tüm dünyada, anaokulu seviyesinden üniversite seviyesine kadar, farklı yaş ve disiplinlerde kullanılan e-Twinnig projeleri bu aşamada doğmuştur (İnt.Kyn. 5).
- 2001 yılında ise Estonya’da, ülkemizde de ‘e-Okul’ olarak kullanılan dijital okul günlükleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemin amacı; öğrencilerin ve velilerin ders programlarına ve notlara internet üzerinden kolayca ulaşabilmesini sağlamaktır. Ayrıca öğretmenlerin kâğıt ajanda kullanması yerine, her şeyi elektronik ortamda yapmaları hedeflenmiştir. Oluşturulan bu elektronik okul günceleri-veri tabanları ile; anaokulu, ilkokul, ortaokul, lise, mesleki eğitim kurumları ve yükseköğretim öğrencilerine ait bilgiler (okul numarası, sınıfı, aile ve okul bilgileri, sınav notları vs) elektronik ortamda saklanmaya başlanmıştır (İnt.Kyn. 6)
- Aynı yıl tüm okul düzeylerinde, Bilgisayar Bilimleri dersi zorunlu olmuştur.

### **2010- 2025 Küçükler Programlama Öğreniyor: Proje Tiger Adım-3 (İnt.Kyn. 5)**

Estonya’da programlama eğitimi, idealist bir öğretmenin sınıf içi etkinliklerinden doğmuş, tüm ülkeye kısa bir zamanda yayılmıştır. Eylül 2012 başlarında; ‘*Programlama, okulda bir çocuğun gerçekten nasıl düşündüğünü görebileceğiniz tek şeydir.*’ düşüncesinden yola çıkan anaokulu öğretmeni Ingrid Maadvere kendi sınıfında okumakta olan anaokulu öğrencilerine programlamayı öğretmeye başlamıştır. Bu durum: ‘*Estonya’nın 1. sınıftan 12. sınıfa kadar tüm çocuklara programlama dersi vermeye karar verdiği*’ şeklinde yorumlanmış, ABD’li Ubuntu Life, Forbes, Wired ve Silikon Vadisinin popüler teknoloji bloglarından GigaOM’a kadar haber olmuştur.

Altı yaşındaki çocuklarla yapılan programlama dersini görmek isteyen gazetecilerin

Tallinn'e akın etmeye başlaması üzerine Tiger Leap projesi ivme kazanmış ve 3. Aşama olan Proje Tiger başlatılmıştır.

- 2012 yılından itibaren her düzeyde programlama dersleri başlatılmıştır.
- Moodle, Opiq, E-koolikott gibi kişiselleştirilmiş ve yapay zekâ destekli öğretim ortamları oluşturulmuştur.
- Özellikle matematik eğitiminde kullanılmak üzere oyun tabanlı öğrenme ortamları olan 99math, 10Monkeys, Pranglimine geliştirilmiştir.
- Öğrencilerin kendi oyunlarını geliştirebilmeleri için; okullarda Scratch, Tynker, Code Kingdom ve Code.org kullanılmaya başlanmış ve öğrencilerin lego kitleriyle robotik proje ve oyun yapabilmeleri için Lego Education Coding Express markası kurulmuştur.

**Estonya Eğitim Sisteminin “Yapay Zekâ”, “Arttırılmış Gerçeklik” ve “Nesnelerin İnterneti” kapsamında İncelenmesi (İnt.Kyn. 7).**

- 2025 yılı itibariyle Estonya'da yapay zekanın eğitime entegrasyonu henüz sistematik bir bütünlük arz etmemektedir. Ülkede YZ teknolojilerinin eğitimdeki uygulamaları parçalı bir şekilde ilerlemekte olup Duolingo ve Lingvist gibi adaptif öğrenme platformları, Lego Mindstorms robotik kitleri ve kodlama programları STEM eğitiminde kullanılmaktadır. Ayrıca otizm spektrumundaki öğrencilerin sosyal becerilerinin geliştirilmesinde YZ destekli QTRobot adlı robotların kullanıldığı görülmektedir. Ancak tüm bu uygulamalar, ulusal düzeyde standartlaştırılmamış ve bütüncül bir müfredat programına entegre edilmemiştir. Mevcut durumda, farklı okullar ve bölgeler arasında uygulama farklılıkları bulunmakta, bu da yapay zekâ teknolojilerinin eğitimdeki etkinliğini sınırlandırmaktadır.
- 2025 yılı itibariyle Estonya'da sanal ve artırılmış gerçeklik (VR/AR) uygulamaları eğitim alanında;
  - Google Expeditions ile sanal geziler (örneğin, ünlü yerler veya güneş sistemi).
  - Anatomi 4D gibi artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla insan anatomisi uygulamaları.
  - Quiver ile çizimleri canlandırma
  - Havacılık ve Askeri Eğitim: Simülatörler vb uygulamalar kullanılmakta

ulusal düzeyde standartlaştırılmış ve bütüncül bir müfredat programına entegre edilmemiştir.

- Estonya'da eğitim alanında; 'Nesnelerin İnterneti (IoT)' konusu incelendiğinde, 2018 yılına ait bir ankette, okulların yaklaşık dörtte birinin IoT temalı eğitim projelerini zaten denemiş olduğu görülmüştür. Önümüzdeki 10 yıl içinde; Estonya okul binalarında IoT cihazları kullanarak sıcaklık, ışık seviyesi ve hava kalitesi gibi ortam koşullarını otomatik olarak ayarlayabilen akıllı sınıflar, akıllı kitaplıklar oluşturmayı ve okullarda öğrencilerin davranış ve eğilim takiplerini IoT ile yapmayı planlamaktadır (İnt.Kyn. 7).

## 2.2 GÜNEY KORE

Kore tarihinde İkinci Dünya Savaşı, ulusal bağımsızlık açısından dönüm noktası olmuştur. 15 Ağustos 1945'te Japonya'nın İkinci Dünya Savaşını kaybetmesinin ardından, 35 yıllık Japon sömürge yönetimi sona ermiş ve Kore Yarımadası bağımsızlığına kavuşmuştur. Bu tarihi gelişmeyi takiben, 15 Ağustos 1948'de Kore Cumhuriyeti (Republic of Korea) resmen kurularak modern Güney Kore devletinin temelleri atılmıştır (Cumings 2005, Lee 2013).

Güney Kore'nin modern ekonomik ve teknolojik başarısı, acı tarihsel deneyimlerinden beslenen derin bir stratejik tercihin sonucudur. Japon İmparatorluğunun 1910-1945 yılları arasında Kore Yarımadasında uyguladığı sömürge politikaları, Kore'yi tamamen asimile etmek ve Japon İmparatorluğunun (Japonlaştırma-Naisen Politikası) bir parçası haline getirme arzusuna dayanmaktadır. Bu doğrultuda uygulanan politikalar, Kore toplumunun her alanında yıkıcı etkiler yaratmıştır (Caprio 2009).

Japonlaştırma politikalarının, en dikkat çekici zulümlerinden biri zorla çalıştırma olmuştur. II. Dünya Savaşı sırasında yüz binlerce Koreli, Japonya'nın kömür madenleri, fabrikalar ve inşaat projeleri gibi ağır sanayi kollarında zorla çalıştırılmış; binlerce kadın ise, Japon İmparatorluk Ordusu tarafından '*Rahatlatici Kadın*' (Comfort Women) statüsünde cinsel köleliğe maruz bırakılmıştır (UN İnsan Hakları Raporu 1996). Bu kadınlar, cephelerdeki askerlere '*Hizmet Etmek*' üzere zorla alıkonulmuş ve fiziksel, psikolojik olarak ağır istismara uğramışlardır. Bu olay, Güney Kore ve Japonya

arasındaki diplomatik ilişkilerde uzun yıllar süren gerilimin ana nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir (Kaynak: BBC News Türkçe, 2017; Alternatif Politika, 2020; Anadolu Ajansı, 2020- Bu kaynaklar, ‘rahatlatıcı kadınlar’ sorununu, uluslararası platformdaki tartışmaları ve iki ülke arasındaki uzlaşmazlıkları ele almaktadır).

Eğitim ve kültürel alanda da Kore Yarımadası, bu dönemde yoğun baskı, kültürel asimilasyon ve sistematik sömürüye maruz kalmıştır. Japon sömürge yönetimi, Kore dilini ve kültürünü bastırarak Japonca eğitimi zorunlu kılmış, Korelilerin isimlerini Japonlaştırmaya zorlamış ve Şinto inancına tapınmayı dayatmıştır (Caprio 2009).

1948 yılında bağımsızlığını kazanan Güney Kore, 1953 yılında Kuzey Kore ile olan savaşın sona ermesiyle birlikte yeni bir döneme girmiştir. Ancak bu süreçte ülke, kendi ekonomik ve toplumsal gerçekleriyle hızla yüzleşmek zorunda kalmıştır. Savaş sonrasında kişi başına düşen millî gelirin 100 doların altında olduğu Güney Kore’de; kömür, demir ve diğer yer altı kaynakları son derece sınırlıydı. Ekonomi büyük ölçüde doğal tarıma dayanmakta, halkın büyük bir çoğunluğu ise yoksulluk içinde yaşamaktaydı (World Bank 1993). 1960’lı yıllardan itibaren, Park Chung-hee yönetimindeki Güney Kore hükümeti, *‘İnsan Sermayesine ve Teknolojiye Yatırım Yaparak’* doğal kaynak açığını kapatmayı hedeflemiştir. Doğal kaynaklara dayalı kalkınma yerine insan kaynağına ve teknolojiye dayalı bir büyüme stratejisi benimsemiştir (Kim, 1997). Eğitim reformları, Ar-Ge yatırımları ve teknoloji transferine odaklanan bu politika sayesinde ülke, bilgi ve teknoloji üretiminde küresel bir güç hâline gelmiştir (Amsden 1989).

Özellikle 1990’lı yıllardan sonra bilgi ve iletişim teknolojileri alanında yapılan yatırımlar, Güney Kore’nin dijitalleşme sürecini hızlandırmıştır. Devletin yönlendirdiği Ar-Ge (Araştırma-Geliştirme) teşvikleri, üniversite-sanayi iş birlikleri ve bilişim altyapısına yapılan büyük yatırımlar sayesinde, ülke yüksek teknoloji üretiminde küresel düzeyde öncü bir konuma gelmiştir. Bu dönüşüm neticesinde Güney Kore, 2019 itibarıyla dünyanın en hızlı internet altyapısına sahip ülkesi olmuştur (Akamai 2019, Ookla Speedtest Global Index 2023).

Ayrıca, Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) verilerine göre Güney Kore, 2022 yılında 350.000’i aşkın patent başvurusu ile dünya sıralamasında en üst sıralarda yer

almıştır. Bu durum, ülkenin yenilikçi ekonomiye geçiş sürecindeki başarısını göstermektedir (WIPO Statistics Database, 2023).

Bunlara ek olarak, Uluslararası Robotik Federasyonu (IFR) tarafından yayınlanan verilere göre Güney Kore, kişi başına düşen endüstriyel robot sayısında dünya birincisi konumundadır. 2022 yılı itibarıyla 1000 işçiye düşen robot sayısı 932 olarak kaydedilmiştir ki bu, ikinci sıradaki ülkenin neredeyse iki katıdır (IFR World Robotics Report 2023).

Bu teknolojik dönüşüm ve inovasyon odaklı kalkınma süreci, Güney Kore'yi aynı zamanda dünyaca ünlü teknoloji devlerinin doğduğu bir merkez haline getirmiştir. Samsung ve LG gibi firmalar, sadece Güney Kore'nin değil, dünyanın da en değerli markaları arasında yer almaktadır. Örneğin, Samsung, 2023 yılında 'Brand Finance Global 500' listesine göre dünyanın en değerli 5. markası olarak kayıtlara geçmiştir (Brand Finance 2023).

Güney Kore'de eğitim sistemi, oldukça rekabetçi bir yapıya sahip olmakla birlikte, özellikle teknoloji sektöründe kariyer yapmayı güçlü şekilde teşvik etmektedir. Samsung ve LG gibi küresel teknoloji devlerinin ülke içindeki etkisi, öğrencileri mühendislik, yazılım ve diğer teknoloji odaklı alanlara yönlendirmektedir (OECD, 2016). Eğitim sistemi, teknolojiyi yalnızca bir araç değil, aynı zamanda çağdaş yaşamın bir parçası olarak konumlandırır. Öğrencilere erken yaşlardan itibaren dijital okuryazarlık kazandırılmakta ve teknolojiye erişimleri desteklenmektedir. Bu da bireylerin teknolojiye hâkim, yaratıcı ve yenilikçi bireyler olarak yetişmesini sağlamaktadır (Lee 2015, UNESCO 2022).

Güney Kore'nin Eğitimde Dijital Dönüşüm ve Yapay Zekâ Entegrasyonu Tarihsel Gelişimi (1980-2025) (Ministry of Education [MOE] 2023)

1980-1990: 1982 yılında, büyükşehirlerdeki bazı okullara ilk bilgisayar sınıfları kurulmaya başlanmıştır. Mart 1985'te Eğitim Reformu Komisyonu '21. Yüzyıla Liderlik Edecek Korelileri Yetiştirmek' amacıyla yayınladığı on eğitim yenilik önleminde biri olarak Aralık 1985 tarihine kadar; 'BT ortamlarını iyileştirmeyi ve eğitimi teşvik etmeyi' önermiştir (Korea Institute of Curriculum and Evaluation, 2021).

1996-2000: Güney Kore, 1996 yılında, Eğitimde Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) Master Planı'nı başlatmıştır. Bu plan ile, ülkedeki tüm okullara bilgisayar ve internet altyapısı sağlamak hedeflenmiştir. Güney Kore, dijital eğitim altyapısını güçlendirmek amacıyla 1996 yılında başlattığı EDUNET (Education Network) projesiyle öğretmen ve öğrencilere açık dijital kaynaklara erişim sağlamış, öğretim materyalleri, multimedya içerikler ve çevrim içi öğrenme platformları sunarak teknoloji destekli eğitimi yaygınlaştırmıştır (KICE 2014, UNESCO 2022).

2000-2010: 2000 yılında Cyber Home Learning System (Siber Ev Öğrenme Sistemi) ile öğrencilere çevrimiçi dersler ve ek kaynaklar sunulmaya başlanmıştır. 2007 yılında Dijital Ders Kitapları projesi ile geleneksel ders kitaplarının yanı sıra interaktif dijital içerikler kullanılmaya başlanmıştır (KERIS 2010, MOE 2012).

2010-2020: 2011 yılında Smart Education Initiative (Akıllı Eğitim Girişimi) programı başlatılmıştır (MOE 2011, KERIS 2013, UNESCO 2016). Bu girişim, tablet bilgisayarlar, bulut tabanlı öğrenme ve kişiselleştirilmiş eğitim içeriklerini kapsamaktadır. 2017 yılında ilk defa Yapay Zekâ (YZ) Destekli Eğitim programları öğrencilere özel öğrenme yolları sunmak için pilot olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2022: 'Kore Dijital İnsan Gücü Yetiştirme Kapsamlı Planı' ile 2022-2026 yılları arasında 1 milyon dijital yetenekli birey yetiştirmek ve eğitim sistemini dijitalleştirmek hedeflenmiştir (MOE 2022). Aynı plan kapsamında İlköğretimden liseye kadar kodlama, YZ ve veri analitiği dersleri eklenmesi hedeflenmiştir.

2023: Matematik, İngilizce ve Bilişim derslerinde YZ destekli ders kitapları ile öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme yolları sunulması planlanmıştır. Bu kitaplar ile öğrencilere, kendi öğrenme hızlarına ve ihtiyaçlarına göre içerik sunmak hedeflenmiştir (MOE 2022). Öğretmenlerin, YZ destekli analizlerle öğrencilerin ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmiş ders planları hazırlamaları planlanmıştır. Okullarda dijital alt yapı güçlendirilmesi, tüm okullarda yüksek hızlı internet ve öğrenci başına bir dijital cihaz (tablet/notebook) hedefi belirlenmiştir. Öğretmen Eğitim Programı (T.O.U.C.H) kapsamında dijital eğitimde öncü öğretmenlerin yetiştirilmesi, 2023 yılı için 400

öğretmenin programa dahil edilmesi planlanmıştır (MOE 2022). ‘Dijital Öncü Okul Projesi’ kapsamında, 2023'te 300 okulun pilot modeli denemesi amaçlanmıştır. EdTech, yapay zekâ (YZ), artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve büyük veri gibi ileri teknolojileri kullanan eğitim hizmetleri, yazılımları ve uygulamaları olarak tanımlanır. Bu teknolojilerin, öğrenmeyi kişiselleştirmek, etkileşimli hale getirmek ve öğrenci katılımını artırmak için kullanılması gerektiği açıklanmıştır.

2024: “Kore Dijital İnsan Gücü Yetiştirme Kapsamlı Planı” doğrultusunda YZ tabanlı öğrenme platformlarının yaygınlaştırılması planlanmıştır (KRIVET 2023). İlkokul 3 sınıftan itibaren tüm sınıflara Programlama ve Veri Analitiği dersleri, lise düzeyi için yapay zekâ dersleri eklenmiştir. Öğretmen Eğitim Programı (T.O.U.C.H) kapsamında 2024 yılı için 800 öğretmenin programa dahil edilmesi planlanmıştır. ‘Dijital Öncü Okul Projesi’ kapsamında, 2023'te 700 okulun pilot modeli denemesi amaçlanmıştır.

2025: Öğretmen Eğitim Programı (T.O.U.C.H) kapsamında 2024 yılı için 1500 öğretmenin programa dahil edilmesi planlanmıştır. Tüm okulların ‘1 öğrenci- 1 cihaz’ hedefine ulaşması planlanmıştır. ‘Kore Dijital İnsan Gücü Yetiştirme Kapsamlı Planı’ doğrultusunda 2025 yılı sonu itibarıyla tüm hedeflere ulaşılması planlanmıştır. 4. sınıftan 12. sınıfa kadar tüm öğrencilere zorunlu; öğretmen ve velilere gönüllük esasına dayalı, yılda iki kez yapılması planlanan dijital okuryazarlık seviye tespit sınavları hayata geçirilecektir

### 2.3. JAPONYA

Japonya, dünyanın en eski kesintisiz monarşisine sahip ülkelerinden biridir. Efsaneye göre MÖ 660 yılında kurulan Japon İmparatorluk Hanedanı, günümüze kadar kesintisiz bir şekilde varlığını sürdürmüştür (Japan Ministry of Foreign Affairs [MOFA] 2023). 1947 yılında yürürlüğe giren yeni anayasa ile imparatorun siyasi gücü sona ermiş, yalnızca ‘*Ulusun ve Halkın Birliğinin Sembolü*’ olarak görev yapmaya başlamıştır (National Diet Library of Japan 2022).

II. Dünya Savaşı sonrasında ABD'nin denetimine giren Japonya, 1951 yılında imzalanan San Francisco Barış Antlaşması ile 1952'de tam bağımsızlığına kavuşmuştur

(U.S. Department of State Office of the Historian 2023).

Binlerce yıllık gemişı olan bu köklü ülkenin kültüründe; disiplin, mükemmeliyetçilik ve sürekli iyileştirme (Kaizen) anlayışı çok yaygındır. Bu değerler teknoloji geliştirme süreçlerine doğrudan yansır. Bu anlayış doğrultusunda, teknolojik gelişmelerin toplumsal faydaya dönüştürülmesini amaçlayan Japonya, insan-merkezli bir dijital dönüşüm vizyonu olan *‘Toplum 5.0 (Society 5.0)’* kavramını dünyaya tanıtmıştır. Japon hükümeti, bu kavramı ilk kez 5. Bilim ve Teknoloji Temel Planında (2016–2020) ortaya koymuş ve dijital teknolojilerin toplumun tüm alanlarına entegre edilerek sürdürülebilir kalkınmaya hizmet etmesini hedeflemiştir (Cabinet Office of Japan 2017, Keidanren 2018).

Japonya'nın Toplum 5.0 vizyonu, insanlık tarihindeki toplumsal evrim aşamalarını şu şekilde tanımlamaktadır (Cabinet Office of Japan, 2017, Keidanren 2018):

- 1) İnsanlık önce avcı-toplayıcı toplum (1.0) olarak başlamış,
- 2) Ardından tarım toplumu (2.0) ile yerleşik düzene geçmiş,
- 3) Sanayi devrimiyle endüstriyel toplum (3.0) evresine ulaşmış,
- 4) Bilgi teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla bilgi toplumu (4.0) aşamasına geçilmiş
- 5) Dijital teknolojilerle fiziksel dünyanın tam entegrasyonunu hedefleyen süper akıllı toplum (5.0) dönemine girilmiştir.

Bu tarihsel dönüşüm çizgisinden hareketle şekillenen Toplum 5.0 vizyonu, yalnızca teknolojik bir ilerlemeyi değil, aynı zamanda insan refahını merkeze alan yeni bir toplumsal yapıyı da hedeflemektedir. Bu kapsamlı yaklaşım, beş temel prensip üzerine inşa edilmiştir.

1. İlk olarak insan odaklılık ilkesiyle teknolojinin insan hayatını kolaylaştırması hedeflenmektedir; *‘örneğin yaşlı bakımında YZ robotlar fiziksel yükü azaltırken, duygusal destek insanlar tarafından sağlanacaktır.’*

2. İkinci prensip olan sürdürülebilir kalkınma, akıllı şehirlerde enerji verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır, bunun somut bir örneği Toyota'nın *'Woven City'* projesidir.
3. Üçüncü prensip olan kapsayıcılık ise teknolojinin tüm bireylere ulaşmasını garanti altına almayı hedeflemekte, *'engelliler için YZ destekli protezler ve kırsal bölgelerde tele-tıp uygulamaları'* bu amaca hizmet etmektedir.
4. Dördüncü prensip olan veriye dayalı karar alma, gerçek zamanlı verilerin analizine dayanmaktadır, *'Japonya'nın gelişmiş deprem erken uyarı sistemleri'* bu yaklaşımın başarılı bir uygulamasıdır.
5. Son olarak küresel işbirliği prensibi, OECD ve G20 gibi uluslararası kuruluşlarla birlikte YZ Etiği standartlarının oluşturulmasını kapsamakta, böylece teknolojik gelişmelerin evrensel normlara uygun şekilde ilerlemesi sağlanmaktadır.

Japonya, *'Toplum 5.0'* vizyonu çerçevesinde, yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda sosyal, kültürel ve eğitimsel dönüşümü hedefleyen bütüncül bir yaklaşım benimsemiştir. Bu doğrultuda, Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT), 2020 yılından itibaren hükümetin *'YZ Strategy 2022'*, *'GIGA School Initiative'* ve *'Society 5.0'* gibi politikalarını analiz ederek, eğitim teknolojisi alanında kendi politikalarını oluşturmaya başlamıştır. Bu politikalar, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin eğitim sistemine entegrasyonunu, her öğrenciye bir cihaz sağlanmasını ve bireyselleştirilmiş öğrenme ortamlarının geliştirilmesini hedeflemektedir (YZ Strategy 2022).

### **2.3.1.Japonya'nın Teknoloji Entegrasyonu Tarihsel Gelişimi (1989-2025)**

1985-1989: Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT), 1985 yılında *'Bilgisayar Eğitimi Programını'* başlatarak okullarda bilişim teknolojilerinin yaygınlaştırılmasını hedeflemiştir. İlkokul öğrencilerini bilgisayar ile tanıştırmak temel politika olarak belirlenirken, ortaokullara *'Bilgi Temelleri'* dersi eklenmiştir. Lise düzeyinde ise; halihazırda devam eden bilgisayar derslerinin yanı sıra, bilgisayar; matematik ve fen dersi müfredatına dahil edilmiştir (MEXT 1989).

1990-1994: Her ilkokula 3, ortaokula 22 ve genel liselere 23 adet olmak üzere

bilgisayar dağıtımları başlamıştır (OECD 2011).

1994-1997: İlkokullara 22, ortaokul ve liselere 42 adet olacak şekilde bilgisayar dağıtımları devam etmiştir.

1998-2003: 1998 yılında okullar internete bağlanmaya başlamıştır. Bakanlık; 2001 yılına kadar dört yıl içinde tüm ortaokul, lise ve özel eğitim okulları internete bağlamayı, 2003 yılına kadar ise tüm ilkokulları internete bağlamayı hedeflemiştir (MEXT 2000).

2004-2005: İlk akıllı tahtalar kurulmaya başlanmıştır.

2008-2009: Merkezi yönetim tarafından tüm bölgelere BT uzmanları gönderilmiş, öğretmenler eğitime alınmıştır. e-Devlet sayfasının, yaşlı ve engelli kullanıcılar için revize edilmesi kararı alınmıştır. Öğrenciler için dijital öğrenme materyalleri oluşturulmaya başlanmış, oluşturulan içerikler ‘Science Network’ adlı web sitesiyle yayınlanmaya başlanmıştır. Okul web siteleri açılmaya başlanmıştır.

2010-2011: ‘Çevrimiçi Kültürel Miras’ platformuyla müzeler ve tarihi eserler çevrimiçi erişime açılmıştır. ‘Rika Network’ adlı internet sitesi aracılığıyla okullara, ücretsiz olarak kullanılabilecek dijital öğretim materyalleri sunulmuştur. Mart 2010 itibarıyla 129 başlıkta öğretim materyali mevcut olup, yaklaşık 48.000 öğretmen tarafından kullanılmaktadır (MEXT 2010).

2012-2013: 3 yıl içinde; okullara yüksek hızlı internet bağlantısı sağlanması, öğretmen başına bir bilgisayar, her sınıfa akıllı tahta hedefleri belirlenmiştir. 1 Mart 2013 tarihi itibarıyla okullara 100.000 adet eğitim bilgisayarı gönderilmiştir. Öğrenme güçlüğü çeken çocuklar için ‘BİT Kullanım Rehberi’ ve öğrenme materyalleri hazırlanmıştır. ‘e-Net Kervanı’ gibi projelerle veli ve öğrencilere siber güvenlik eğitimleri verilmeye başlanmıştır.

2014-2015: Okullardaki teknoloji durumunun anlaşılması için çok sayıda çalışma yapılmış ve sahadan veri toplanmıştır. Bu veriler şöyledir: 2015'te okullarda bilgisayar

başına düşen öğrenci sayısı 6,4 dür. Okullardaki internet hızı ortalama 30 Mbps+ olarak tespit edilmiştir. Okullara gönderilen tablet sayısı 156.000'e ulaşmıştır. 'Gerileyen Bölgelerde BİT Kullanımıyla Eğitim Kalitesinin Korunması ve İyileştirilmesi Projesi' başlatılmıştır. Bu projede amaç; uzak bölgelerdeki çocukların BİT kullanarak öğrenmelerini desteklemek ve nüfusun az olduğu bölgelerdeki okullar ile sosyal eğitim tesisleri (kütüphane, halk eğitim merkezi, gençlik merkezi) arasında uzaktan eğitimle, eğitim kalitesini artırmaktır. Akıllı telefon ve sosyal medya kullanımına yönelik okul politikalarının belirlenmesi istenmiştir. İnternet filtreleme sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Kamu kurumlarında bulut bilişim teşvik edilmeye başlanmıştır.

2016-2017: Japonya Canlandırma Stratejisi 2016, Yüz Milyon İnsanın Dinamik Katılım Planı (2016), Dünyanın En Gelişmiş BT Ülkesini Yaratma Bildirgesi (revize 2016) yayınlanmıştır. Yerel yönetimlerden öğretmenlere bulut sistemlerini tanıtımları ve BT destek personeli veya yöneticileri görevlendirmeleri istenmiştir. BT destek personellerinin; okul koşullarına göre ekipman satın alma, okul yönetim sistemi için destek sağlama, branş bazlı öğretmenlere rehberlik etme gibi perspektiflerden tavsiye vermesi kararlaştırılmıştır. Merkezden uzak yerlerdeki küçük okulların, BİT aracılığıyla birbirine bağlanarak ortak dersler yapmaları talep edilmiştir. (Bu yöntemle 15 okulda eğitim kalitesi artmıştır (MEXT 2016) İçişleri, Ulaştırma Bakanlığı ve Millî Eğitim Bakanlığının üç yıl boyunca ortak yürüttüğü 'Öncü Eğitim Sistemi Oluşturma Projesi (2014-2016)' sonuçlandırılmıştır. Projeye; Fukushima (Shinchi Kasabası), Tokyo (Arakawa Bölgesi) ve Saga (Takeo Şehri) kentlerinden, 7 ilkokul, 3 ortaokul, 1 lise ve 1 özel eğitim okulu katılmış, bulut bilişim gibi BİT teknolojileri denenmiş, örnek uygulamalar ve sonuçlar derlenip paylaşılmıştır. Öğrencilerin, 'Klavye ile Yazma Hızları' ölçülmüş; İlkokul: 5,9 karakter/dakika, Ortaokul: 15,6 karakter/dakika, Lise: 24,7 karakter/dakika bulunmuştur. Öğrencilerin teknoloji kullanımı ile ilgili anket sonuçları derlenip, paylaşılmıştır. 2013 yılı anketine göre; ilkokul ve ortaokul öğrencileri temel bilgileri okuyabilmekte, ancak birden fazla kaynaktan gelen bilgileri düzenleme ve yorumlama konusunda zorluk yaşamaktadır. 2015 yılı anketine göre ise lise öğrencileri, karmaşık web sayfalarından spesifik bilgileri bulma ve istatistiksel verileri analiz etme konusunda güçlük çekmektedir. İlkokulların %62'si, ortaokulların %82'si ve liselerin %97'sinde internete bağlı cihazlar kullanılmakta olup, Hafta İçi Bu Cihazların Ortalama

Kullanım Süresi 154 Dakika bulunmuştur. Geçici adıyla ‘Akıllı Okul’ projesiyle ilgili deneysel çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Milli Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanı tarafından 29 Temmuz 2016 tarihinde ‘Eğitimde Dijitalleşmenin Hızlandırılması Planı’ oluşturuldu (MEXT 2016). Yerel yönetimlerden, öğretmenlere bulut sistemlerini tanıtımları ve BT destek personeli veya yöneticileri görevlendirmeleri istenmiştir. Her okula 40 bilgisayardan oluşan BT sınıfları, her sınıfa 1 bilgisayar ve özel eğitim sınıflarına 6 bilgisayarın dağıtımına başlanmıştır.

2018-2020: Teknoloji Bakanlığı tarafından öğretmenlerin BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) kullanım yeterlilikleri ölçülmüş; ayrıca okulların teknoloji kullanımına ilişkin veriler de kamuoyu ile paylaşılmıştır. İlkokuldan liseye tüm kademelerde ‘Bilişim Teknolojileri Okuryazarlığı’ temel beceri olarak belirlemiş, ders müfredatları revize edilmiştir. (2017-2018 Eğitim Yılı) ‘İlkokullarda Programlama Eğitim Rehberi’ yayınlanmış, ilkokullardan itibaren tüm düzeylerde programlama dersi zorunlu hale getirilmiştir. Öğretmen ve idarecilerin, öğrencilerle daha fazla vakit geçirmelerini sağlamak için ‘Okul Yönetim Sistemleri’ kullanılmaya başlanmıştır. Büyük Veri, Yapay Zekâ, Güvenlik gibi alanlarda eğitim ağları oluşturulmaya ve uzmanlar yetiştirilmeye başlanmıştır. 2022'ye kadar tüm okullarda yüksek hızlı internet bağlantısı (100 Mbps+) hedeflenmiştir. ‘Yeni Nesil Eğitim Bilişimini Geliştirme Projesi’ başlatılmıştır. 1 Mart 2017 itibarıyla, ülke genelinde bilgisayar başına düşen öğrenci sayısı ortalama 5,9 olarak hesaplanmıştır. ‘Eğitim Bilgi Güvenliği Politikasına İlişkin Kılavuz’ Ekim 2017 de yayınlanmıştır (MEXT 2018).

2020-2022: Bilgisayar başına düşen öğrenci sayısı hedefine (4,9' dan 1,4'e ) ulaşılmıştır. Milli Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın 'Zorunlu Eğitim Aşamasında Öğrenci Başına Bir Cihaz Sağlama Durumu' raporuna (Temmuz 2021 itibarıyla) göre, tüm yerel yönetimlerin %98,5'inin Mart 2022'ye kadar her öğrenciye bir cihaz sağlaması hedeflenmiştir Japonya 2020 itibarıyla GIGA (Global and Innovation Gateway for All) Projesini başlatmıştır. Proje, tüm öğrencilere dijital cihaz sağlama ve eğitimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin (ICT) entegrasyonunu artırma hedefini taşıyan büyük bir girişimdir. Proje, öğrencilere kişisel cihazlar (özellikle tabletler ve dizüstü bilgisayarlar) sunarak, dijital öğrenme deneyimlerini artırmayı ve okulda teknoloji

kullanımını yaygınlaştırmayı amaçlamaktadır. YZ destekli NAO adlı robot 2020 yılında Tokyo'da Dyscalculia (Matematik Öğrenme Güçlüğü) olan öğrencilere fraksiyonları görselleştirerek öğretmeyi başarmıştır. NAO ve Sota, Japonya'nın 'YZ+Robotik Temelli Eğitim Vizyonunun' somut örnekleridir. MEXT, 2025 yılı sonuna kadar bu tür robotların 10.000+ okulda kullanılmasını hedeflemektedir (MEXT 2024).

Japonya'nın eğitim politikalarında bu prensipler, öğrenci merkezli öğrenme deneyimlerinin kişiselleştirilmesinde YZ'nin araçsallaştırılması hedeflemekte, ancak eğitsel kararlarda öğretmenin profesyonel yargısının geri plana itmemektedir. MEXT tarafından yayınlanan 2023 Dijital Eğitim Yol Haritasında, YZ'nin 'Öğretmenin Yerini Alan' değil 'Öğretmenin Pedagojik Etkinliğini Artıran' bir teknoloji olarak konumlandırılması bu anlayışın tipik bir yansımasıdır.

## 2.4. KANADA

Kanada, 1 Temmuz 1867'de Kanada Dominyonu olarak kurulmuş ve başlangıçta Britanya İmparatorluğuna bağlı yarı özerk bir yapı olarak varlığını sürdürmüştür (Library and Archives Canada 2023).

1867 yılında Ontario, Quebec, Nova Scotia ve New Brunswick eyaletlerinin birleşmesiyle kurulan Kanada Federasyonu, yalnızca bir siyasi birlik değil; aynı zamanda farklı kültürlerin ve dillerin, özellikle İngilizce ve Fransızcanın, bir arada yaşamasını ve korunmasını sağlayan çok kültürlü bir yapı olarak tasarlanmıştır (Government of Canada 2022). Resmi dilleri İngilizce ve Fransızca olan Kanada, iki farklı kültürel mirası bünyesinde barındırmakta ve çok kültürlülük anlayışı çerçevesinde toplumsal gelişimini sürdürmektedir.

Kanada, iç ve dış işlerinde tam bağımsızlığına 18 Şubat 1927'de, Britanya Parlamentosu'nun 'Statute of Westminster' yasasını kabul etmesiyle kavuşmuştur (Statute of Westminster, 1931). Bu yasa ile yasal egemenliğini kazanan Kanada, ancak anayasal değişiklikler için İngiltere ile bağlarını korumuştur (Morton, 2017). Tam anayasal bağımsızlık ise 1982'de, Kanada Anayasası'nın İngiltere'den transfer edilmesiyle gerçekleşmiş ve Kanada kendi hukuk sistemini tamamen yönetir hale gelmiştir (Library and Archives Canada, 2023). Günümüzde Kanada, demokrasi, insan

hakları ve çok kültürlülük ilkeleri üzerine kurulu, dünya genelinde yaşam kalitesi yüksek bir ülke olarak tanınmaktadır (Government of Canada 2022).

9.984.670 kilometrekarelik yüzölçümüyle, dünyanın en büyük ikinci ülkesi olan Kanada, yaklaşık 35 milyonluk bir nüfusa sahiptir. Ülkenin geniş yüzölçümü nedeniyle, kent merkezleri ile yerleşim birimleri arasında büyük mesafeler bulunmaktadır. Kanada'nın geniş yüzölçümü ve yerleşim birimlerinin coğrafi olarak birbirinden uzak olması, nüfusun seyrek dağılmasına neden olmuş ve bu durum, uzaktan eğitim sistemlerinin gelişimini adeta zorunlu hale getirmiştir. Kanada Uzaktan ve E-Öğrenme İstatistikleri verilerine göre; Kanada, eğitimde dijital teknolojilerin ve uzaktan öğrenme modellerinin erken benimsenmesiyle, birçok ülkeden ayrılan öncü bir konuma ulaşmıştır (Made in CA 2024).

#### **2.4.1.İstatistik Kanada Raporlarına göre Kanada'nın Teknoloji Entegrasyonu Tarihsel Gelişimi (1940-2025)**

1940-1980:1941 yılında CBC, Kanada Yetişkin Eğitimi Derneği ve Tarım Federasyonu iş birliğiyle 'Farm Radio Forum' adlı radyo yayınlarını başlatarak uzaktan eğitimin temellerini atmıştır (The Canadian Encyclopedia 2025) 1972'de Alberta hükümeti, sanat ve bilim dersleri sunan ülkenin ilk uzaktan eğitim üniversitesi Athabasca Üniversitesini (AU) kurmuş, bu başarının ardından 1978'de tüm düzeylerde eğitim sunan Open Learning Institute (OLI) kurulmuştur (The Canadian Encyclopedia 2013). Kanada, 1980 yılında her yaştan öğrenciye yönelik eğitim programları sunmak amacıyla televizyon yayınları aracılığıyla uzaktan eğitime başlamıştır.

1980-2000: 1980'lerde, okullarda IBM PC ve Macintosh bilgisayarlarının kullanımı başlamıştır. Ocak ve Şubat 1999'da Kanada'daki ilkokul, ortaokul ve lise düzeyindeki her 10 öğrenciden 9'u okullarında internet erişimine sahip olmuştur (Statistics Canada 1999). 1999 Statistics Canada verilerine göre; Ortalama öğrenci-bilgisayar oranı ilkokullarda 9:1, ortaokullarda 7:1 ve liselerde 7:1 bulunmuştur. Öğrencilerin %40'ı e-posta kullanmış, %30'u web sitesi tasarlamış veya yönetmiş, %35'i İnternet aracılığıyla bilgi yaymış ve %7'si görüntülü konferans kullanmıştır. En çok teknoloji kullanılan dersler; Matematik, Coğrafya ve Dil dersleri olarak belirlenmiştir.

2005: Adult Literacy and Life Skills (ALL) Anketi, OECD ve İstatistik Kanada iş

birliğiyle gerçekleştirilen uluslararası bir araştırmadır. Bu anketin amacı, yetişkin bireylerin temel yaşam becerileri ile özellikle okuryazarlık ve bilgi teknolojileri (BT) kullanımı arasındaki ilişkiyi ölçmek ve anlamaktır. Araştırmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur (Statistics Canada 2005). BİT kullanımı ile okuryazarlık becerileri arasında güçlü bir ilişki bulunmuş, rapor dijital dünyada başarılı olmanın temelinde geleneksel okuryazarlığın hl çok önemli olduğunu göstermiştir.

2012: Yoshua Bengio (Montral niversitesi) ve Geoffrey Hinton (Toronto niversitesi) tarafından yapılan yapay zekâ ve sinir ağları üzerindeki alışmalar, 'Derin ğrenme' kavramını ortaya çıkarmış ve Kanada'yı yapay zekanın merkezi haline getirmiştir.

2015: Nova Scotia eyaleti, anaokullarından itibaren tüm düzeylerde kodlama dersini müfredata eklemiştir.

2017: Pan-Al Kanada strateji kapsamında, 125 milyon dolarlık bir fon ile YZ araştırmaları desteklenmiş ve YZ'ın tüm alanlara entegre edilmesi çalışmaları hızlandırılmıştır. Okullara toplamda 1.500.000 bilgisayar temin edilmiştir.

2020: 'YZ & Veri Bilimi' liselerde seçmeli ders olarak sunulmuştur.

2022: Bakanlık; Microsoft, Google ve IBM ile iş birlikleri yaparak ğretmenlere YZ ve kodlama eğitimleri vermeye başlamıştır.

2023: Saskatchewan eyaletinde, 'YZ ve Tarım Teknolojileri (Agritech)' dersinin pilot müfredatı uygulanmaya başlanmıştır. 2023'te Vancouver şehrindeki bazı okullarda, öğrencilerin sorularını yanıtlayan YZ chatbotların pilot denemesi yapılmıştır. Qubec eyaletinde meslek liselerinde 'Sağlık için YZ' gibi sektörel odaklı programlar geliştirilmiştir.

2024-2025: Öğrencilerin, YZ ile kuzey işıklarının verilerini görselleştirip analiz edebilmeleri hedeflenmiştir. -40°C'de çalışabilen robotik proje yarışmaları ile iklim

koşullarına uyumlu teknoloji eğitimi verilmek istenmektedir. 2024 yılı itibariyle öğrenci verilerini analiz eden sistemlerle her öğrenciye özel öğrenme yolları sunulmaktadır.

## 2.5. SİNGAPUR

Singapur, 9 Ağustos 1965 tarihinde Malezya Federasyonu'ndan ayrılarak tam bağımsız bir devlet olmuştur. Yalnızca 721,5 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahip olmasına rağmen, ekonomik kalkınma, eğitim, teknoloji ve kamu yönetimi alanlarında dünya genelinde örnek gösterilen bir ada ülkesidir (World Bank 2023).

Stratejik olarak Güneydoğu Asya'da önemli bir ticaret noktası üzerinde bulunan Singapur, liman ekonomisiyle başlayan kalkınma sürecini, zamanla yüksek teknoloji, finans, eğitim ve inovasyon temelli bir yapıya dönüştürmüştür (IMF 2022). Ülke, çok kültürlü yapısı sayesinde Çinli, Malay, Hintli ve Avrupalı toplulukların bir arada barış içinde yaşadığı, dört resmi dilin (İngilizce, Malayca, Tamilce ve Çince) kabul edildiği ve kültürel çeşitliliğin sosyal politikalara yansıtıldığı modern bir toplum modeline sahiptir (Singapore Government 2023). Bugün Singapur, Birleşmiş Milletler İnsani Gelişmişlik Endeksi ve OECD PISA sonuçları gibi uluslararası ölçütlerde en üst sıralarda yer almakta ve özellikle eğitimde teknoloji entegrasyonu ve yapay zekâ politikaları ile dikkat çekmektedir (UNDP 2023, OECD 2022).

Singapur'un eğitimdeki olağanüstü başarısı, nitelikli öğretmenler (en iyi mezunların seçilip yüksek statü ve maaş verilmesi), bilimsel temelli müfredat (Matematik ve Fende 'az ama öz' ilkesi), erken yetenek keşfi (6 yaşında başlayan yönlendirmeler), devletin eğitime bütçesinin %20'sini ayırması, ailelerin aktif katılımı ('Tiger Mom' kültürü) ve sınav sisteminin eleştirel düşüncüyü ölçecek şekilde tasarlanması gibi faktörlerin birleşiminden kaynaklanmaktadır (Ministry of Education Singapore 2023, OECD 2021).

### Singapur'un Teknoloji Entegrasyonu Tarihsel Gelişimi (1997-2025)

1997-2002: Tüm okullara bilgisayar laboratuvarları kurulmuş, Sınıflara projeksiyon cihazları ve internet erişimleri sağlanmıştır. 'Önce öğretmeni dönüştür' felsefesiyle, öğretmenlere temel bilgisayar okuryazarlığı (Word, Excel, e-posta kullanımı) ve teknoloji

entegrasyonu eğitimleri verilmiştir. Geleneksel derslerde CD-ROM tabanlı eğitim içerikleri kullanılmaya başlanmıştır. Öğrenciler için basit kodlama ve yazılım araçları tanıtılmıştır. Eğitimde BIT Ana Planı- MP1, Sonraki planlar için okullara zemin hazırlamıştır. MP2 ve MP3'teki ileri düzey uygulamalar (akıllı tahtalar, online öğrenme) MP1'in başarısı üzerine inşa edilmiştir (Ministry of Education Singapore 2023).

2003-2008: Her okulda görevlendirilen BİT Koordinatörleri Öğretmenlere, teknolojiyi ders planlarına nasıl entegre edeceklerini öğretmiştir (Örneğin, matematik dersinde simülasyon kullanımı) (MOE 2023). Google, Microsoft, Apple, Singtel gibi teknoloji şirketleriyle iş birliği yapacak 5 okul belirlenmiş ve ileri düzey teknolojiyle (Etkileşimli tahtalar, tabletler, yapay zekâ uygulamaları, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR)) donatılmıştır. 'Model okul' olarak belirlenen bu okullarda okuyan öğrenciler gerçek yaşam projeleriyle, iş dünyasına hazırlanmıştır. Okullara; Akıllı tahtalar kurulmuş ve e-öğrenme platformları (iMTL Portal gibi) ile dersler daha dinamik hale getirilmiştir. 'Edumall' adlı ulusal dijital kütüphane oluşturulmuştur. (Öğretmenler ve öğrenciler için animasyonlar, videolar, testler) Okullara, Wi-Fi ağları kurulmuş, öğrenciler dizüstü bilgisayarlarla ders işlemiştir. 'Model Okullarda 1:1 Dijital Cihaz Desteği' sağlanmış, Pilot okullarda okuyan her öğrenciye tablet veya laptop verilmiştir. Öğretmenler için Zorunlu BİT Sertifikası' modeli benimsenmiştir.

2009-2014: İlkokul 3. Sınıftan itibaren tüm sınıf düzeylerinde Scratch ve Python eğitimi vermeye başlanmıştır. Fen deneyleri için kullanılan PhET simülasyonları, sanal laboratuvarlar aracılığıyla müfredata entegre edilmiştir. Geleceğin sınıfları modeliyle; esnek oturma düzenleri oluşturulmuş, dokunmatik ekranlar, 3D yazıcılar gibi teknolojik araçlar ile öğrencilerin daha etkileşimli ve yaratıcı bir öğrenme deneyimi yaşamaları amaçlanmıştır. Öğrenci başarıları dijital platformlarda izlenmeye başlanmış, öğretmenler bu verilere göre eksik noktaları tespit edip, öğrencilere özel yönlendirmeler yapmıştır.

2015-2019: 'Singapore Student Learning Space' projesi ile YZ, her öğrenciye özel öğrenme planı oluşturmuş, öğrencinin zorlandığı konuları anında tespit edip ek materyal sunmaya başlamıştır. 2017 yılından itibaren öğrenciler tüm ödevlerini SLS platformdan almaya başlamış, öğretmenler sistem üzerinden geri bildirimleri anında iletebilmiştir

(MOE,2023). Tüm okullara 3D yazıcı, Arduino ve drone setlerinden oluşan "Maker Labs" atölyeleri kurulmuştur. 'Code for Fun' programı kapsamında, ilkokul (Primary 3–6) ve ortaokul (Secondary 1–2) seviyesindeki 20.000'den fazla öğrenciye 10'ar saatlik kodlama modllerile eēitim verilmiştir. Her ğrencinin en az bir bitirme projesi (rneēin, basit bir oyun veya animasyon) geliştirmesi zorunlu tutulmuştur. Akıllı sınıf modelleriyle donatılan bazı okullarda, kamera verilerini kullanarak ğrenci devamsızlıēını otomatik olarak tespit edebilen yazılımların pilot uygulamaları başlatılmıştır. Öğretmenlere yılda '100 saatlik dijital beceri eēitimi' zorunlu tutulmuştur.

2020-2023: 'Digital Learning@Schools' programı ile ortaokul 1. sınıftan itibaren her öğrenciye kişisel cihaz saēlanması zorunlu hale gelmiştir. Düşük gelirli Ailelere cihaz desteēi saēlanmıřtır.

2024-2030: Diplomaların NFT olarak kaydedilmesi iēin pilot uygulama başlatılmıştır. Ulusal STEM Mentor Aēı projesiyle; Microsoft ve Google mühendisleri, öğrencilere proje danıřmanlıēı yapmaya başlamıştır. Öğretmenler iēin 'ChatGPT Pedagojisi Eēitimi' zorunlu hale getirilmiştir. 20 pilot okulda, Microsoft Mesh teknolojisi kullanarak sanal laboratuvarların yer aldıēı 'Metaverse Sınıfları' uygulaması başlatılmıştır. 10.000 adet yerli retim YZ robot kiti (ROSA) okullara daēıtılmıřtır. Öğrencilerin dosyalarının blok zincirde saklanması iēin ēalıřmalar başlatılmıştır.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Yöntem

Bu çalışma, PISA 2022'de başarılı bulunan ülkelerden Singapur, Japonya, Güney Kore, Estonya ve Kanada'nın eğitim sistemlerinde teknoloji ve yapay zekâ kullanımına ilişkin süreci; resmî belgeler ışığında ve çapraz ülke karşılaştırması yaparak incelemeyi amaçladığından, nitel araştırma desenlerinden biri olan doküman analizi yöntemiyle yürütülmüş, doküman inceleme sürecinde veri analizi için içerik analizi tekniği tercih edilmiştir. Özkan (2019)'a göre; içerik analizi, dokümanlardan, dokümanın içeriğine ilişkin tekrarlanabilir geçerli çıkarımlar yapmak için kullanılan bir tekniktir.

'Doküman' kelimesi incelendiğinde, Türk Dil Kurumu Sözlüğünde (2020) 'Belge' olarak tanımlanırken; Oxford Sözlüğünde (2020) ise 'Bir şey hakkında bilgi veren veya bir şeyin kanıtı olarak kullanılabilen resmi bir kâğıt, kitap ya da elektronik dosya' şeklinde tanımlanmaktadır.

Doküman türleri ise; kitaplar, mektuplar, dergiler, günlükler, haritalar, çizelgeler, istatistikler, anayasa ve yönetmelikler, yasal metinler, gazeteler, fotoğraflar, anılar, röportajlar, okul kayıtları, sağlık ve kamu kayıtları, resimler, videolar ve mesajlar olup, bu tür belgeler araştırmalarda veri toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır (Labuschagne, 2003).

Doküman analizi; belli bir amaca dönük olarak kaynakları bulma, okuma, not alma ve değerlendirme işlemlerini kapsamaktadır (Karasar 2005). Bir başka ifadeyle doküman analizi, basılı ve elektronik (bilgisayar tabanlı ve internet erişimli) materyallerin incelenmesi ve değerlendirilmesi sürecinde gerçekleşen bir dizi işlemdir (Bowen 2009).

Günümüzde internet ve çeşitli dijital kaynaklar aracılığıyla resmî belgelere erişimin kolaylaşması, doğruluğu kanıtlanmış verilere ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Bu sayede daha fazla güvenilir veriyle daha isabetli ve geçerli sonuçlar elde etmek amacıyla, açıklayıcı ve betimleyici bilgi üretmeye yönelik olduğundan, bu tezde, 'Doküman İnceleme' araştırma yöntemi tercih edilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlıkları, OECD, PISA, Dünya Bankası, Avrupa Birliği gibi kurum ve kuruluşlar bilgi erişimini genişletmiş, veritabanı ve proje raporlarının çoğunu

kamuya açık internet sitelerinde kullanıma sunmuştur. Ayrıca, bu web sitelerinden elde edilen tüm belgeler, resmî kanallar üzerinden erişilebilir ve doğrulanabilir nitelikte olup, gizlilik gerektiren herhangi bir bilginin ifşasına yol açmamakta; dolayısıyla etik ihlal veya yasal düzenlemelere aykırılık söz konusu olmamaktadır.

Bu tezde ülkelere ait kurumsal dokümanlar ve uluslararası kurum ve kuruluş raporları kullanılmış olup, bu dokümanlar; resmi devlet gazeteleri, ulusal strateji belgeleri, politika raporları, eğitimde dijital dönüşüm planları, ulusal yapay zekâ stratejileri, PISA raporları, OECD tarafından yayınlanan raporlar, ülkeler arası antlaşma ve iş birliği metinleridir.

Söz konusu ülkelerin eğitimde teknoloji ve yapay zekâ kullanımına yönelik uygulamaları; resmî raporlar, strateji belgeleri, ulusal eğitim politikaları, yasa ve yönetmelikler, uluslararası kuruluşların yayınları ve kamuya açık veri kaynakları aracılığıyla paylaşılmaktadır. Tez kapsamında incelenen bu belgeler; ülkelerin eğitim politikalarının tarihsel gelişimini ve uygulama süreçlerini anlamak açısından önemli, güvenilir ve zengin bir veri kaynağı sunmuştur. Ayrıca, kullanılan bu veriler; erişilebilirlikleri ve doğrulukları sayesinde araştırmanın dayanaklarını güçlendirmiş; anket, gözlem ve görüşme gibi veri toplama tekniklerine kıyasla daha az maliyetli olmuştur. Ancak tüm bu avantajlara rağmen, literatürde doküman analizi ile ilgili çalışmalarda artış gözlemlense de özellikle eğitim alanında bu yöntemin diğer veri toplama tekniklerine göre daha az tercih edildiği belirlenmiştir (Şenyurt & Özkan, 2020). Bu durum, çalışmayı hem yöntem açısından özgün kılmakta hem de eğitimde teknoloji ve yapay zekâ kullanımına dair politika belgelerinin sistematik biçimde incelenmesine katkı sunmaktadır.

Bu doğrultuda; çalışmada kullanılan belgelerin seçimi, incelenmesi ve yorumlanmasına yönelik sistematik ve titiz bir süreç izlenmiş, izlenen adımlar aşağıda verilmiştir.

### **3.2. Veri Kaynakları ve Belge Seçimi**

Bu çalışmada kullanılan veri kaynakları, araştırmanın amaçları doğrultusunda özenle seçilen resmi dokümanlar ve kurumsal belgelerden oluşmaktadır. Yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir:

Resmî Dokümanlar:

Bu araştırmada, aşağıda listelenen dokuz (9) adet Eyalet/Ulusal Milli Eğitim Bakanlığının resmî web sitesi kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir.

1. Estonya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (Haridus- ja Teadusministeerium- [www.hm.ee](http://www.hm.ee) {Estonca Sürüm})
2. Japonya Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT – Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology [www.mext.go.jp](http://www.mext.go.jp) {İngilizce Sürüm} )
3. Güney Kore Eğitim Bakanlığı (Ministry of Education-MOE- [english.moe.go.kr](http://english.moe.go.kr) {İngilizce Sürüm})
4. Kanada Eğitim Bakanları Konseyi ve EduCanada Sayfası (CMEC- [www.cmec.ca](http://www.cmec.ca) {İngilizce Sürüm})
5. Ontario Eyalet Eğitim Bakanlığı ([www.ontario.ca](http://www.ontario.ca))
6. Quebec Eyalet Eğitim Bakanlığı ([www.education.gouv.qc.ca](http://www.education.gouv.qc.ca))
7. Alberta Eyalet Eğitim ve Çocuk Bakımı Bakanlığı ([www.alberta.ca](http://www.alberta.ca))
8. British Columbia Eyalet Eğitim ve Çocuk Bakımı Bakanlığı
9. Estonya Resmi Gazetesi-Riigi Teataja

1991 yılından itibaren yayınlanan tüm Kanun, Ulusal Yönetmelikler, Belediye Meclis Kararları, Uluslararası Antlaşmalar, Bilgi ve İletişim Teknolojilerine yönelik iş birlikleri, Kurum veya Kuruluş düzenlemeleri, Bilgi ve İletişim Teknolojilerine yönelik ihalelerin tamamı incelenmiştir.

‘İstatistik Kanada’ web sitesi, Kanada ekonomisi, toplumu ve eğitimi hakkında temel bilgilerin yayınlandığı ulusal istatistik ofisidir. Bu çalışmada, söz konusu web sitesi üzerinden erişilen yedi (7) adet resmî istatistik raporundan yararlanılmıştır.

Estonya Kaplan Sıçrayışı Web Sitesi ([kompass.harno.ee/tiigrihupe/](http://kompass.harno.ee/tiigrihupe/))-Burada yayınlanan 11 makale, Güney Kore Çocuk Hükümeti Portalı ([kids.gov.kr](http://kids.gov.kr)), 5 ülkenin ve Türkiye’nin Ulusal Yapay Zekâ Strateji Raporu, 5 ülkenin ve Türkiye’nin Yürürlükteki İlköğretim ve Ortaöğretim müfredat çizelgesi, 7 farklı yıla ait PISA Sonuç Raporları, 5 farklı ülkenin Eğitim Teknolojisi Strateji Raporu ve Fatih Projesi Algı Çalışması Raporu

Ulusal eğitim hedeflerini ve teknoloji entegrasyonunu detaylandıran ulusal strateji belgeleri (örneğin, Singapur'un "*Digital Education Strategy*", Estonya'nın "*Education Strategy 2035*").

Ülkeler arası anlaşma ve iş birlikleri (81 tane)

Bu çalışma için toplamda 13 resmî web sitesi, 274 lisansüstü tez, 118 makale, 56 rapor ve 81 uluslararası anlaşma metni incelenmiştir.

Veri kaynakları belirlenirken, son 35 yıl içinde (1990-2025) yayımlanmış belgeler öncelikli olarak seçilmiştir. Bu kapsamda, eğitimde teknoloji ve yapay zekâ kullanımına ilişkin hem İngilizce hem de ilgili ülkelerin yerel dillerinde hazırlanmış kaynaklar taranmıştır. Yerel dildeki belgelerin doğru ve sağlıklı analiz edilebilmesi için gerekli durumlarda çeviri desteği sağlanmıştır. Ayrıca, verimli bir doküman taraması için 'AI in Education', 'EdTech policies', 'PISA High Performers', 'Digital Learning Strategies' gibi anahtar kelimeler kullanılarak kapsamlı bir literatür ve belge taraması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılacak belgelerin seçiminde ilk kıstas, dokümanın birincil mi yoksa ikincil kaynak mı olduğunun değerlendirilmesidir. İncelenen tüm dokümanların orijinal olmasına dikkat edilmiş, iç tutarsızlık varsa başka dokümanlarla karşılaştırarak (aynı belgenin farklı versiyonlarının olup olmadığı kontrol edilerek) gerçekliği değerlendirilmiştir.

Araştırmanın amacına uygun olarak, ülkelerin teknoloji odaklı eğitim politikalarını doğrudan yansıtan 13 resmi web sitesi, 81 resmi antlaşma metni ve 118 akademik çalışma analiz edilmiştir. Bu seçici yaklaşım, verilerin niteliğini artırmış ve karşılaştırmalı analiz için sağlam bir temel oluşturmuştur. Bu sistematik veri toplama süreci, araştırmanın güvenilirlik ve geçerlilik düzeyini yükseltirken, eğitimde dijital dönüşüm ve yapay zekâ kullanımına dair kapsamlı bir bakış açısı sunulmasına olanak sağlamıştır.

### 3.3. Veri İşleme Süreci

Özkan (2019)'a göre; doküman incelemesi gerçekleştirmek için tüm ihtimalleri planlamak, dokümanları toplamak, güvenilirliklerini gözden geçirmek, onların maksatlı

ve maksatsız bulgularını sorgulamak, süreci düşünmek ve iyileştirmek ve son olarak da veriyi analiz etmek gerekir. Aşağıda bu tez boyunca toplanan dokümanların, ‘Doküman İşleme Süreci İşlem Basamakları’ verilmiştir.

1. Keşfetmek istenilen dokümanların listesi oluşturulmuştur.
2. Erişilip / erişilmeyeceklerini belirlemek için ön çalışma yapılmıştır.
3. Çeviri ihtiyacı için online araçlar tespit edilmiştir.
4. Analiz için çok fazla doküman tespit edilebileceğinden, uygun bir örnekleme stratejisi geliştirilmiştir.
5. İlgili dokümanlar toplanmıştır.
6. Dokümanların geçerliliği ve güvenilirliği değerlendirilmiştir.
7. Dokümandaki önyargılar, maksatlı ve maksatsız bulgular ve kişisel ve kurumsal iyi niyetli ifadeler araştırılmıştır.
8. Veri analiz edilmiştir.

### **3.4. Analiz Yöntemi**

Bu tez için seçilen belgelerden; sistematik ve tarafsız sonuçlar çıkarmak için veri analiz yöntemi olarak ‘İçerik Analizi’ seçilmiştir. Cohen (2007)’ye göre içerik analizinde birbirine benzeyen veriler, belirli kavramlar ve kategoriler (temalar) çerçevesinde bir araya getirilir, anlaşılır bir şekilde düzenlenir ve objektif yorumlanır.

İçerik analizi tekniği için, aşağıda verilen 5 kategori (tema), 10 kod tespit edilmiştir. Bu kodlar veri toplamadan önce geliştirilmiş, veri toplama sürecinde verinin etiketlenmesini ve kodlara göre sınıflandırılmasını sağlamıştır. Veri toplama sürecindeki hatayı en aza indirmek için, kodlar en kısa haline getirilerek ‘Tez Kodlama Kılavuzu’ oluşturulmuştur. Kodlar ve kategoriler belirlendikten sonra, veriler bu yapılar doğrultusunda sınıflandırılarak düzenlenmiştir.

**Çizelge 3.4 İçerik Analizi İçin Kullanılan Tema ve Kod Çizelgesi**

| No | Kategori (Tema)                              | Kod Adı                                | Açıklama (Kod Açıklaması)                                                    |
|----|----------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Yapay Zekâ                                   | Ulusal Yapay Zekâ Stratejileri         | Ülkenin yapay zekâyâ dair resmi planları, strateji belgeleri                 |
| 2  |                                              | Yapay Zekâ Eğitiminin Müfredata Girişi | Ortaokul ve liselerde yapay zekâ konularının müfredata eklenmesi             |
| 3  |                                              | Eğitimde Yapay Zekâ Kullanımı          | Yapay Zekânın eğitimde kullanıldığı alanlar (not verme, yönlendirme, analiz) |
| 4  | Kodlama                                      | Kodlama Eğitiminin Müfredata Girişi    | Öğrencilere verilen algoritma, yazılım, kodlama eğitimleri                   |
| 5  | Dijital Altyapı ve Teknolojik Olanaklar      | Dijital Eğitim Platformları            | Online eğitim sistemleri, dijital ders içerikleri                            |
| 6  |                                              | Donanım ve Eğitimde Dijital Altyapı    | Okullarda internet, bilgisayar, akıllı tahta gibi donanımlar                 |
| 7  |                                              | Öğrencilere Cihaz Desteği              | Devletin öğrencilere tablet, bilgisayar vb. cihaz sağlaması                  |
| 8  | İnsan Kaynağı                                | Öğretmen Eğitimi                       | Öğretmenlere verilen Yapay Zekâ veya teknoloji kullanımı eğitimleri          |
| 9  | Uluslararası Perspektif ve Stratejik Yönelim | Uluslararası İş Birlikleri             | Başka ülkelerle veya kuruluşlarla yapılan eğitim teknolojisi iş birlikleri   |
| 10 |                                              | Gelecek Perspektifi                    | Ülkelerin eğitim teknolojisine dair gelecek planları, vizyon belgeleri       |

## 4. BULGULAR

### 4.1. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Ulusal Yapay Zekâ Stratejileri

PISA 2022 değerlendirmesinde öne çıkan ülkelerden her biri, yapay zekâyâ yönelik ulusal stratejilerini farklı tarihlerde ve odaklarla hayata geçirmiştir.

**Estonya:** Estonya, dijitalleşme ve kamu hizmetlerinde yapay zekâ kullanımında öncü bir ülke olarak, halk kültüründen esinlenen 'Kratt' kavramını modern yapay zekâ sistemlerine metafor olarak benimsemiştir. Krattlar, kamu sektöründe öneri sistemleri, chatbotlar, görüntü ve ses tanıma gibi yapay zekâ uygulamalarını ifade ederken; 'Bürokratt' ise vatandaşların devlet hizmetlerine dijital ortamda kolay ve güvenli erişimini sağlayan sanal asistandır (İnt.Kyn.10). Bu yaklaşım, vatandaş odaklı ve şeffaf dijital devlet vizyonu ile paralel ilerleyerek kamu hizmetlerinde etkinlik, hız ve erişilebilirlik sağlamaktadır (İnt.Kyn.10).

Estonya'nın yapay zekâ stratejisi, etik ve insan merkezli yapay zekâ ilkelerine güçlü vurgu yapmaktadır. Güvenlik, gizlilik, önyargısızlık ve hesap verebilirlik gibi değerler stratejinin temel taşlarını oluşturur. Ayrıca, kamu kurumlarına yönelik yapay zekâ projelerinin geliştirilmesi için eğitim ve rehberlik destekleri sağlanmakta, açık veri politikalarıyla şeffaflık artırılmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, Estonya'nın dijital devlet dönüşümünde yapay zekânın sürdürülebilir ve toplum yararına kullanılmasını garanti altına almaktadır (OECD 2021).

**Güney Kore:** Güney Kore, yapay zekâyı teknoloji ekosisteminin merkezine alarak 2019 yılında 'National Strategy for Artificial Intelligence of Korea' adlı ulusal strateji belgesini yayımlamış ve 'Ölçülü düzenleme, yapay zekâ girişimciliğinin desteklenmesi ve kalifiye iş gücünün yetiştirilmesi' gibi temel ilkelere dayanan kapsamlı bir YZ vizyonu ortaya koymuştur (National Strategy for Artificial Intelligence of Korea 2019). Bu strateji, 2030'a kadar 'Küresel YZ Lideri' olmayı hedefleyerek; veri altyapısı, yüksek performanslı bilgi işlem kaynaklarının (GPU kümeleri), disiplinler arası AR-GE yatırımlarının ve girişimcilik ekosisteminin güçlendirilmesi gibi somut adımlar öngörmektedir.

2021 yılında MSIT tarafından ilan edilen 'Trustworthy YZ' yaklaşımı ise,

şeffaflık, önyargısızlık, güvenlik ve insan-merkezli sistemler gibi etik değerleri merkeze alarak, güvenilirliğe dayalı teknolojik gelişimi 2025'e kadar sistematik biçimde uygulamayı taahhüt etmiştir (MSIT 2021). Buna ek olarak, 2024–2027 döneminde kamu-özel ortaklığıyla yürütülen dört ulusal bayrak proje; GPU kapasitesinin 15 kat artırılması, yapay zekâ çip yatırımlarının teşvik edilmesi, yapay zekâ uygulamalarının sanayi ve kamuda yaygınlaşması ve küresel YZ yönetişimine liderlik hedeflerini içermektedir (MSIT 2024). Sonuç olarak, Güney Kore'nin YZ politikaları; teknolojik altyapı, etik düzenleme, insan kaynağı ve sanayi dönüşümünü bir arada ele alan çok boyutlu bir strateji ile 'YZ G3' (Dünyanın ilk üç yapay zekâ lideri) hedefini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır (MSIT 2024).

**Japonya:** Japonya, yapay zekânın hem ekonomik büyüme hem de toplumsal refah açısından stratejik bir öneme sahip olduğunu kabul ederek bu alandaki politikalarını bütüncül bir çerçevede şekillendirmiştir (Cabinet Office Japan 2019). Bu doğrultuda, 2019 yılında yayımlanan 'YZ Strategy 2019' belgesi, yapay zekânın eğitim, sanayi, kamu hizmetleri ve uluslararası iş birlikleri gibi alanlardaki rolünü tanımlayan çok boyutlu bir yol haritası sunmuştur. Strateji; ileri düzey insan kaynağının yetiştirilmesi, sanayi uygulamalarında yapay zekâ kullanımının yaygınlaştırılması, yaşlılar, kadınlar ve yabancılar gibi farklı toplumsal grupların teknolojiye erişiminin sağlanması ve küresel araştırma ağlarının kurulması gibi hedefler içermektedir (MEXT 2021).

Bu stratejik vizyonun yasal temele oturtulması amacıyla ise 2020 yılında 53 Sayılı Yapay Zekâ ile İlgili Teknolojinin Araştırma, Geliştirme ve Kullanımının Teşviki Hakkında Kanun yürürlüğe girmiştir (Japanese Law Translation, 2020). Söz konusu kanun, yapay zekânın araştırılması, geliştirilmesi ve kullanımı sürecinde devlet, yerel yönetimler, üniversiteler, işletmeler ve toplumun tüm kesimlerine çeşitli sorumluluklar yüklemekte; şeffaflık, etik kullanım ve uluslararası iş birliği ilkelerine vurgu yapmaktadır (METI 2021). Japonya'nın bu yasal ve stratejik düzenlemeleri, yapay zekânın yalnızca teknolojik bir gelişim alanı değil, aynı zamanda sosyal barış, güvenlik ve kalkınma aracı olarak da değerlendirildiğini göstermektedir.

**Kanada:** Kanada, Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy'yi 2017 yılında başlatarak dünyanın ilk ulusal yapay zekâ stratejilerinden birine öncü olmuştur. Bu strateji CIFAR (Canadian Institute for Advanced Research) liderliğinde oluşturulmuş ve

üç temel eksen üzerine inşa edilmiştir: araştırma ve yetenek gelişimi, ticarileştirme ve standartlar (Innovation, Science and Economic Development Canada ,2024). Araştırma ekseninde Amii, Mila ve Vector Institute gibi enstitüler aracılığıyla YZ bilim insanları çekilmiş; 208 milyon CAD bütçeyle akademik dünya güçlendirilmiştir.

2024 yılı itibarıyla çıkarılan ‘Canadian Sovereign’ YZ Compute Strategy ile üçlü stratejiye yüksek performanslı hesaplama eklenmiştir. Bu stratejide, 700 milyon CAD YZ Compute Challenge, 1 milyar CAD süper bilgisayar yapımı ve 300 milyon CAD erişim fonu gibi girişimlerle YZ araştırmalarının altyapı düzeyi yükseltilmektedir. Etik-denetim düzenleyici çerçeve olarak 2022’de kabul edilen Artificial Intelligence and Data Act (AIDA), şeffaflık, eşitlik ve insan haklarına uygunluğu zorunlu kılmakta, YZ sistemlerinin ayrımcılıktan arınmış hâlde kullanılmasını hedeflemektedir. Kanada ayrıca ‘Global Partnership on YZ, YZ Advisory Council’ ve ‘YZ Safety Institute’ gibi ulusal-uluslararası platformlarla iş birliği içinde çalışarak, yapay zekâyı ‘sorumlu, güvenilir ve toplumsal fayda için’ bir teknoloji olarak pozisyonlamaktadır (CIFAR 2025).

**Singapur:** Singapur, yapay zekâ alanında küresel lider olma hedefi doğrultusunda ‘Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2.0 (NAIS 2.0)’ belgesini Aralık 2023’te kamuoyuna sunmuştur. NAIS 2.0, yalnızca teknoloji geliştirmeyi değil, aynı zamanda yapay zekânın ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürülmesini hedefleyen bütüncül bir yaklaşımı benimsemektedir (Smart Nation and Digital Government Office SNDGO, 2023). Strateji, önümüzdeki 3 ila 5 yıl içinde uygulanması planlanan 15 temel eylem alanını içermektedir. Bu eylemler; sanayi (yeni mükemmeliyet merkezlerinin kurulması, girişim ekosisteminin desteklenmesi), kamu hizmetleri (verimliliğin artırılması), araştırma (öncelikli alanlara odaklanan Ar-Ge planları, uluslararası iş birlikleri), yetenek (yapay zekâ uzmanı istihdamının 15.000 kişiye çıkarılması, üst düzey araştırmacıların ülkeye çekilmesi), kapasite geliştirme (kurumların YZ dönüşümüne destek), mekânsal altyapı (YZ için fiziksel çalışma alanları), veri yönetimi ve güvenlik (PET teknolojileri, kamu verilerinin sorumlu kullanımı), yüksek performanslı bilişim altyapısı (GPU ve veri merkezlerine yatırım) ve etik gibi çok boyutlu alanları kapsamaktadır (İnt.Kyn.9).

Stratejinin temel amacı, Singapur’un yalnızca bir teknoloji kullanıcısı değil, aynı zamanda yapay zekâ ürünleri ve çözümleri ihraç eden bir inovasyon merkezi hâline

gelmesidir. NAIS 2.0, ‘Tüm Hükümet, Tüm Ekonomi’ yaklaşımıyla ulusal kalkınma hedeflerini desteklerken, aynı zamanda bölgesel ve küresel düzeyde yapay zekâ yönetişimine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu stratejiyle Singapur, güvenilir bir uluslararası ortak olarak konumlanmakta ve YZ alanında lider ülkelerden biri olma iddiasını pekiştirmektedir (SNDGO 2023).

#### **4.2. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur’da Yapay Zekânın Eğitim Müfredatlarına Girişi:**

**Estonya:** Estonya, yapay zekâ eğitimini müfredatına sistematik bir şekilde entegre ederek dijital dönüşümde öncü bir rol üstlenmiştir. Ülke, 2020 yılında başlattığı ‘AI Strategy for Estonia’ kapsamında, eğitim sisteminde YZ okuryazarlığını artırmak için adımlar atmıştır. Bu doğrultuda, temel eğitim (ilkokul ve ortaokul) ve lise düzeyinde YZ ile ilgili konular, Bilişim Teknolojileri ve Matematik derslerine entegre edilmiştir (HITSA 2021). Özellikle ProgeTiiger gibi ulusal programlar aracılığıyla öğrencilere algoritmik düşünme, makine öğrenmesi ve etik YZ kullanımı gibi temel kavramlar öğretilmektedir (Education Estonia 2023). Ayrıca, öğretmenlerin YZ araçlarını etkin şekilde kullanabilmesi için HITSA (Eğitim Bilişim Vakfı) tarafından mesleki gelişim eğitimleri düzenlenmektedir. Estonya’nın bu yaklaşımı, disiplinler arası bir perspektifle YZ’yi sadece teknik bir konu olarak değil, aynı zamanda sosyal ve etik boyutlarıyla da ele almayı hedeflemektedir. Bu kapsamda, ‘AI Leap Programme’ gibi girişimlerle okullara YZ tabanlı öğrenme platformları sağlanarak öğrencilerin erken yaşta bu teknolojilerle tanışması amaçlanmaktadır (e-Estonia 2024).

*Estonya, YZ eğitimini müfredata entegre ederken disiplinler arası bir yaklaşım benimsemiş ve öğretmen eğitimine odaklanmıştır. Bu model, Türkiye gibi ülkeler için örnek teşkil edebilecek niteliktedir.*

**Güney Kore:** Güney Kore, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim sistemine entegrasyonunda küresel ölçekte öncü ülkelerden biridir. 2018 yılında açıklanan ‘AI National Strategy’ kapsamında, eğitim müfredatının dijital dönüşüme uyum sağlaması hedeflenmiş ve 2025’e kadar tüm okullarda YZ tabanlı öğrenme araçlarının yaygınlaştırılması planlanmıştır (Ministry of Education 2020). Bu doğrultuda, 2022’den itibaren ortaokul ve liselerde ‘AI Temel Eğitimi’ zorunlu ders olarak müfredata eklenmiş,

öğrencilere Makine Öğrenmesi, Veri Analizi ve Robotik gibi konular uygulamalı olarak öğretilmeye başlanmıştır (KERIS 2023). Ayrıca, ‘Smart Education’ politikasıyla desteklenen dijital öğrenme platformlarında öğrencilerin bireysel öğrenme hızına uygun içerikler sunulmaktadır. Öğretmenlerin YZ okuryazarlığını artırmak için ise Kore Eğitim ve Araştırma Enformasyon Servisi (KERIS) tarafından sürekli mesleki gelişim programları düzenlenmektedir. Güney Kore’nin bu stratejisi, yalnızca teknik becerileri değil, etik YZ kullanımı ve veri gizliliği gibi sosyal sorumluluk konularını da içeren bütüncül bir yaklaşım benimsemektedir (Kim ve Lee 2021).

*Güney Kore, YZ eğitimini müfredata entegre ederken hem teknik hem de etik boyutları vurgulayan kapsamlı bir model geliştirmiştir. Bu model, öğretmen eğitimi ve dijital altyapı yatırımlarıyla desteklenerek Türkiye gibi ülkeler için örnek alınabilecek bir çerçeve sunmaktadır.*

**Japonya:** Japonya, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim sistemine entegrasyonu konusunda küresel bir lider olarak öne çıkmaktadır. Japon hükümeti tarafından 2019 yılında yayınlanan ‘AI Strategy 2019’ belgesi, eğitim sisteminde köklü bir dönüşümü öngörmekte ve 2025 yılına kadar tüm eğitim kademelerinde YZ okuryazarlığının yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir (METI 2019). Bu strateji kapsamında, 2020 yılından itibaren ortaokul müfredatına ‘AI Temel Eğitimi’ dersi eklenmiş olup, öğrencilere Algoritmik Düşünme, Makine Öğrenmesi ve Robotik programlama gibi temel beceriler kazandırılmaktadır (MEXT 2021).

Japonya’nın bu süreçteki en önemli adımlarından biri, ‘GIGA School Program’ (Global and Innovation Gateway for All) kapsamında tüm öğrencilere dijital cihaz ve YZ tabanlı öğrenme platformları sağlanmasıdır (MEXT 2022). Öğretmen eğitiminde ise Japon Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT) tarafından geliştirilen ‘AI for Teachers’ programı uygulanmakta, öğretmenlerin YZ araçlarını etkin şekilde kullanabilmeleri için hizmet içi eğitimler verilmektedir. Japonya’nın YZ eğitimine yaklaşımı, geleneksel değerlerle teknolojik ilerlemeyi harmanlayan ‘Society 5.0’ vizyonu doğrultusunda şekillenmekte olup, özellikle etik YZ kullanımı ve insan-merkezli teknoloji gelişimi üzerinde önemle durulmaktadır (Cabinet Office 2020).

*Japonya, YZ eğitimini müfredata entegre ederken teknolojik becerilerin yanı sıra etik değerler ve toplumsal faydayı ön plana çıkaran bütüncül bir yaklaşım benimsemiştir. GIGA School Program gibi kapsamlı altyapı projeleri ve öğretmen eğitimine yönelik sistematik yatırımlar, ülkenin bu alandaki başarısının temel dayanaklarını oluşturmaktadır. Bu model, özellikle teknoloji ile geleneksel değerleri sentezleme açısından diğer ülkeler için önemli bir referans noktası teşkil etmektedir.*

**Kanada:** Kanada, yapay zekâ eğitimini müfredata entegre etme konusunda eyaletler düzeyinde farklılaşan ancak bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir. Ülkenin 2017'de başlattığı 'Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy' kapsamında, eğitim sisteminde YZ okuryazarlığının geliştirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almaktadır (CIFAR 2018). Özellikle Ontario ve British Columbia eyaletleri, 2020 yılından itibaren ortaöğretim müfredatına 'Bilgisayar Bilimleri' derslerini zorunlu hale getirerek öğrencilere Makine Öğrenmesi, Veri Analizi ve Algoritmik Düşünme gibi temel YZ becerilerini kazandırmayı amaçlamıştır (Ontario Ministry of Education 2020). Kanada'nın bu süreçteki en önemli uygulamalarından biri, 'CanCode' programı aracılığıyla K-12 düzeyindeki öğrencilere kodlama ve YZ eğitimleri sunulmasıdır (Innovation, Science and Economic Development Canada 2021). Öğretmen eğitimi konusunda ise Kanada Öğretmenler Federasyonu (CTF) tarafından geliştirilen 'AI in Education' programlarıyla eğitimcilerin YZ araçlarını etkin şekilde kullanabilmeleri için mesleki gelişim fırsatları sağlanmaktadır (CTF 2022). Kanada'nın YZ eğitimine yaklaşımı, çok kültürlü yapısına uygun olarak etik ve sorumlu YZ kullanımına özel vurgu yapmakta, özellikle yerli halkların ve azınlık grupların ihtiyaçlarını dikkate alan kapsayıcı bir model sunmaktadır (Government of Canada 2023).

*Kanada, YZ eğitimini müfredata entegre ederken eyaletlerin özerk yapısını koruyarak esnek bir model geliştirmiş, aynı zamanda ulusal düzeyde koordinasyon sağlamayı başarmıştır. Özellikle etik YZ ve kapsayıcı eğitim vurgusuyla Kanada modeli, çok kültürlü toplumlar için önemli bir referans noktası teşkil etmektedir. Bu yaklaşım, Türkiye gibi kendi kültürel değerleriyle teknolojik gelişmeleri sentezlemeye çalışan ülkeler için değerli bir örnek oluşturabilir.*

**Singapur:** Singapur, yapay zekâ eğitimini müfredata entegre etmede küresel ölçekte öncü ülkelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Singapur Eğitim Bakanlığı tarafından 2020 yılında yayınlanan ‘Digital Readiness Blueprint’ belgesi, YZ eğitiminin tüm eğitim kademelerinde sistematik olarak uygulanmasını öngörmektedir (MOE 2020). Bu kapsamda, 2023 itibarıyla ilkokul 4. sınıftan itibaren zorunlu hale getirilen ‘Computational Thinking’ dersleri içerisinde temel YZ kavramları öğretilmeye başlanmıştır (IMDA 2022). Singapur'un bu alandaki en önemli girişimi, ‘AI for Students’ (AI4S) programı olup, bu programla öğrencilere makine öğrenmesi, doğal dil işleme ve bilgisayarlı görü gibi temel YZ teknolojileri uygulamalı olarak öğretilmektedir (SkillsFuture Singapore, 2023). Öğretmen eğitimi konusunda ise Singapur Eğitim Akademisi (AST) tarafından geliştirilen ‘AI Pedagogy’ programı uygulanmakta, öğretmenlerin YZ tabanlı öğretim yöntemlerini etkin şekilde kullanabilmeleri için kapsamlı eğitimler verilmektedir (AST 2023). Singapur'un YZ eğitimine yaklaşımı, ülkenin ‘Smart Nation’ vizyonu doğrultusunda şekillenmekte olup, özellikle etik YZ kullanımı ve dijital vatandaşlık becerileri üzerinde önemle durulmaktadır (Smart Nation Singapore 2023). Ayrıca, ‘Applied Learning Programme’ (ALP) kapsamında lise düzeyindeki öğrenciler, gerçek dünya problemlerini çözmek için YZ teknolojilerini kullanma fırsatı bulmaktadır (MOE 2023).

*Singapur, YZ eğitimini müfredata entegre ederken sistematik ve kademeli bir yaklaşım benimsemiş, bunu ulusal dijital dönüşüm stratejisiyle uyumlu hale getirmiştir. AI4S gibi kapsamlı öğrenci programları ve AST'nin öğretmen eğitimine yönelik yatırımları, ülkenin bu alandaki başarısının temelini oluşturmaktadır. Singapur modeli, özellikle küçük ölçekli ancak yüksek teknoloji odaklı ülkeler için önemli bir referans noktası teşkil etmektedir. Bu yaklaşım, Türkiye'nin müfredat reformu çalışmalarında, özellikle öğretmen eğitimi ve uygulamalı öğrenme stratejileri geliştirme açısından değerli bir örnek oluşturabilir. Singapur'un etik YZ ve dijital vatandaşlık vurgusu, teknoloji eğitiminin sosyal boyutunu öne çıkarması açısından da dikkate değerdir.*

*Aynı ülkeler, 2018 yılında başlayan yapay zekâ eğitimi trendini daha erken yaşlara taşımış; ortaokul ve lise düzeyinde YZ konularını bilişim derslerine entegre ederek ya da bağımsız seçmeli/zorunlu dersler şeklinde sunarak müfredatlarına dahil etmeye başlamışlardır. Bu ülkeler yapay zekâ eğitimini yalnızca teknik bir konu olarak değil;*

*etik, veri bilimi ve analitik düşünme boyutlarıyla da ele almaktadır. Özellikle Güney Kore'nin 2022-2026 dijital insan gücü planı ve Japonya'nın YZ etiği vurgusu, sadece teknik becerilerin değil, aynı zamanda etik ve sorumlu kullanımın da önemini göstermektedir (MSIT 2022).*

#### **4.3. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un, Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyonu Süreci ile Yapay Zekâ Uygulamaları**

**Estonya:** Estonya, eğitim sisteminde yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu konusunda Avrupa'nın öncü ülkelerinden biridir. Ülke, 'AI Leap Programme' (2024) gibi ulusal girişimlerle okullarda YZ tabanlı öğrenme araçlarının yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir (e-Estonia 2024). Bu program kapsamında, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak için adaptif öğrenme platformları (örneğin, AI-driven tutoring systems) kullanılmakta ve öğretmenlerin iş yükünü azaltacak otomatik değerlendirme araçları geliştirilmektedir (HITSA 2023). Estonya'nın bu alandaki en dikkat çekici uygulamalarından biri, Proge Tiiger programı aracılığıyla ilkokuldan itibaren algoritmik düşünme ve temel YZ kavramlarının öğretilmesidir (Education Estonia 2023). Ayrıca, öğretmenlerin YZ okuryazarlığını artırmak için HITSA (Eğitim Bilişim Vakfı) tarafından düzenlenen mesleki gelişim eğitimleri, YZ'nin pedagojik uygulamalarda etkin kullanımını sağlamaktadır (HITSA 2022). Estonya'nın yaklaşımı, YZ'nin yalnızca teknik bir araç olarak değil, etik ve sorumlu kullanımını vurgulayan bir çerçevede şekillenmektedir. Örneğin, öğrenci verilerinin gizliliği ve YZ kararlarında şeffaflık ilkeleri, ulusal eğitim politikalarının merkezinde yer almaktadır (Estonian Ministry of Education 2023).

Estonya, YZ'yı eğitime entegre ederken öğretmen eğitimi, kişiselleştirilmiş öğrenme ve etik standartlar üzerine odaklanan dengeli bir model sunmaktadır. Bu model, özellikle dijital altyapı ve öğretmen kapasitesini güçlendirmeyi hedefleyen ülkeler için ilham verici bir örnek teşkil eder. Türkiye gibi ülkeler, Estonya'nın aşamalı uygulama ve çok paydaşlı iş birliği (devlet-özel sektör-üniversite) stratejilerinden öğrenilecek dersler çıkarabilir. Ayrıca, YZ'yı öğrenci performans analizi gibi veriye dayalı uygulamaları, eğitimde eşitliği artırma potansiyeli taşımaktadır.

**Güney Kore:** Güney Kore, eğitimde yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu

konusunda küresel bir lider olarak öne çıkmaktadır. Ülke, ‘AI National Strategy’ (2018) ve ‘Digital New Deal’ (2020) politikaları kapsamında, eğitim sisteminde YZ tabanlı dönüşümü hızlandırmayı hedeflemiştir (Ministry of Education 2020). Bu çerçevede, 2022 yılından itibaren ortaokul ve liselerde ‘AI Temel Eğitimi’ zorunlu ders olarak müfredata eklenmiş, öğrencilere makine öğrenmesi, veri analizi ve robotik programlama gibi temel beceriler kazandırılmaya başlanmıştır (KERIS 2023).

Güney Kore'nin en önemli uygulamalarından biri, ‘Smart Education’ sistemi kapsamında geliştirilen YZ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme platformlarıdır. Örneğin, ‘AI Dabang’ ve ‘Math AI’ gibi uygulamalar, öğrencilerin öğrenme hızı ve stilini analiz ederek özelleştirilmiş içerikler sunmaktadır (Korea Edutech Industry Association 2022).

Güney Kore, YZ’yı eğitime entegre ederken devlet destekli politikalar, öğretmen eğitimi ve kişiselleştirilmiş öğrenme çözümleri ile dengeli bir model oluşturmuştur. Özellikle YZ tabanlı öğretmen asistanları ve adaptif öğrenme platformları, Türkiye gibi ülkeler için yenilikçi örnekler sunmaktadır. Güney Kore'nin vurguladığı etik ve güvenli AI ilkeleri, teknolojinin eğitimde sorumlu kullanımı açısından kritik bir referans noktasıdır. Bu model, dijital eğitim altyapısını güçlendirmek isteyen ülkeler için uygulanabilir stratejiler içermektedir.

**Japonya:** Japonya, eğitim sisteminde yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu konusunda öncü ülkelerden biridir. Ülkenin ‘Toplum 5.0’ vizyonu ve ‘Yapay Zekâ Stratejik Hedef Planı (2019)’ kapsamında, eğitimde YZ kullanımı ulusal öncelikler arasında yer almaktadır (MEXT 2021). Japon Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT), 2020 yılından itibaren uygulamaya koyduğu ‘GIGA Okul Programı’ ile tüm öğrencilere dijital cihazlar sağlayarak YZ tabanlı öğrenme ortamlarının temelini atmıştır (MEXT 2022).

Japonya'nın eğitimde YZ uygulamaları üç ana ekseninde gelişmektedir:

1. **Müfredat Entegrasyonu:** Ortaokul ve liselerde ‘Bilgi Çalışmaları’ dersleri kapsamında temel YZ kavramları, makine öğrenmesi ve robotik programlama konuları işlenmektedir (METI 2022). Özellikle ‘AI-Robo’ projesi ile öğrencilerin

YZ ve robotik alanlarında uygulamalı eğitim almaları sağlanmaktadır.

2. **Kişiselleştirilmiş Öğrenme:** ‘AI Tutor’ sistemleri ile öğrencilerin öğrenme stillerine uygun içerikler sunulmakta ve performans analizleri yapılmaktadır (NEDO 2023). Örneğin, ‘COMPASS’ adlı YZ destekli matematik öğrenme platformu ülke genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
3. **Öğretmen Desteği:** YZ tabanlı ‘Jidouka Shien System’ (Otomasyon Destek Sistemi) ile öğretmenlerin sınav kağıtlarını değerlendirme, ödev takibi ve bireysel öğrenci analizi gibi idari iş yükleri azaltılmaktadır (AIST 2023).

Japonya'nın YZ eğitim politikalarının en dikkat çekici yönü, teknolojik gelişmelerle insani değerleri bütünleştiren yaklaşımıdır. ‘AI Etiği Eğitimi’ müfredatı ile öğrencilere teknolojinin sorumlu kullanımı öğretilmekte ve toplumsal fayda odaklı projeler teşvik edilmektedir (Cabinet Office 2023).

Japonya'nın eğitimde YZ yaklaşımı, teknoloji ile geleneksel eğitim değerlerini harmanlayan özgün bir model sunmaktadır. Özellikle GIGA Okul Programı'nın sağladığı altyapı ve AI etiği vurgusu, diğer ülkeler için önemli çıkarımlar barındırmaktadır. Japon modeli, teknolojik dönüşümün ancak güçlü bir altyapı ve etik çerçeve ile başarılı olabileceğini göstermektedir.

**Kanada:** Kanada, eğitim sisteminde yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu konusunda eyaletler bazında farklılaşan ancak bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir. Ülkenin 2017'de başlattığı ‘Pan-Kanada Yapay Zekâ Stratejisi’ kapsamında, eğitimde YZ okuryazarlığının geliştirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almaktadır (CIFAR 2019). Kanada'nın bu alandaki en dikkat çekici girişimi, 2019 yılında başlatılan ‘CanCode’ programıdır. Bu program kapsamında, K-12 düzeyindeki öğrencilere kodlama ve yapay zekâ eğitimleri sunulmakta ve öğretmenlerin mesleki gelişimleri desteklenmektedir (Innovation, Science and Economic Development Canada 2022).

Kanada'nın eğitimde AI kullanımı üç temel ekseninde şekillenmektedir:

1. Müfredat Entegrasyonu: Ontario ve British Columbia gibi ileri görüşlü eyaletler, 2020-2022 döneminde bilgisayar bilimleri müfredatlarını güncelleyerek temel AI kavramlarını ders programlarına dahil etmişlerdir (Ontario Ministry of Education,

- 2021). Quebec'te ise 'École branchée' (Bağlantılı Okul) projesi kapsamında öğrenciler YZ tabanlı projeler geliştirmektedir.
2. Kişiselleştirilmiş Öğrenme: 'Squirrel AI' gibi adaptif öğrenme platformları, Kanada okullarında giderek yaygınlaşmakta ve öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına yanıt vermektedir (Alberta Education, 2023). Ayrıca, 'AI Tutor' sistemleri dezavantajlı bölgelerdeki öğrencilere kaliteli eğitim imkânı sunmaktadır.
  3. Öğretmen Desteği: Kanada Öğretmenler Federasyonu (CTF) tarafından geliştirilen 'AI for Educators' programı, öğretmenlerin YZ araçlarını etkin şekilde kullanabilmeleri için gerekli becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır (CTF 2023).

Kanada'nın YZ eğitim politikalarının en önemli özelliği, kapsayıcılık ve etik vurgusudur. 'Responsible AI in Education' (Eğitimde Sorumlu YZ) rehber ilkeleri, özellikle yerli halkların ve azınlık grupların ihtiyaçlarını gözetten bir yaklaşım sunmaktadır (Government of Canada 2023). Ayrıca, Montreal'deki Mila Enstitüsü gibi kuruluşlar, eğitimde YZ uygulamalarının etik boyutları üzerine araştırmalar yürütmektedir.

Kanada'nın eğitimde YZ yaklaşımı, eyaletlerin özerkliğini korurken ulusal standartları gözetten ve özellikle etik ilkeleri öne çıkaran dengeli bir model sunmaktadır. CanCode gibi federal programlar ve öğretmen eğitimine yapılan yatırımlar, ülkenin bu alandaki başarısının temelini oluşturmaktadır. Kanada modeli, çok kültürlü toplumlarda teknoloji entegrasyonu için önemli bir referans noktası teşkil etmekte olup, özellikle kapsayıcı eğitim politikaları geliştiren ülkeler için yol gösterici olabilir.

**Singapur:** Singapur, eğitimde yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu konusunda küresel ölçekte öncü ülkelerden biridir. Ülkenin 'Smart Nation' girişimi ve 'AI Singapore' programı kapsamında, eğitim sisteminde YZ adaptasyonu stratejik bir öncelik olarak belirlenmiştir (Ministry of Education Singapore 2022). Singapur Eğitim Bakanlığı (MOE) tarafından 2020 yılında başlatılan 'AI in Education' (AIEd) girişimi, okullarda AI okuryazarlığını artırmayı ve öğretim süreçlerini dönüştürmeyi hedeflemektedir.

Özellikle uygulamalı öğrenme programları ve kişiselleştirilmiş eğitim sistemleri, Singapur'u bu alanda öne çıkarmaktadır. Türkiye gibi ülkeler için Singapur modeli, teknoloji entegrasyonunda kademeli geçiş ve öğretmen kapasitesinin güçlendirilmesi açısından önemli dersler içermektedir. Singapur'un vurguladığı etik AI ve veri güvenliği ilkeleri, dijital eğitim politikaları geliştiren ülkeler için kritik bir referans noktasıdır.

Eğitimde yapay zekâ (YZ) kullanımı, incelenen ülkelerin (Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada, Singapur) müfredat entegrasyonunun ötesine geçerek, öğrenme-öğretme süreçlerini destekleme, öğretmen verimliliğini artırma ve kurumsal süreçleri optimize etme gibi geniş bir alana yayıldığını göstermektedir. Bu bulgular, YZ'nin eğitimde artık bir yan araç olmaktan çıkıp, öğrenme deneyiminin merkezi bir bileşeni haline gelme yolunda ilerlediğini ortaya koymaktadır.

#### **4.4. PISA 2022 sınavı başarı sıralamasında üst sıralarda yer alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları ile ilgili olarak Kodlama Eğitiminin Müfredata Girişi:**

**Estonya:** Estonya, PISA 2022 sonuçlarında Matematik, Fen Bilimleri ve Okuma Becerilerinde OECD ortalamasının önemli ölçüde üzerinde bir performans sergileyerek dünyanın en başarılı eğitim sistemleri arasında yer almıştır (OECD, 2023). Bu başarının temelinde, ülkenin erken yaşta dijital becerilere verdiği önem ve kodlama eğitiminin müfredata stratejik bir şekilde entegre edilmesi yatmaktadır. Estonya'nın eğitim politikaları incelendiğinde, öğretmenlerin teknoloji okuryazarlığının yüksek olması ve dijital araçların etkin kullanımı gibi faktörlerin öğrenci başarısını doğrudan desteklediği görülmektedir.

Kodlama eğitiminin müfredata sistematik bir şekilde dahil edilmesi, Estonya'nın eğitimdeki yenilikçi yaklaşımının en somut örneklerinden biridir. 2012 yılında hayata geçirilen 'Proge Tiiger' (Kodlama Kapları) girişimiyle birlikte, ilk ve ortaokul seviyesinde kodlama eğitimi zorunlu hale getirilmiştir (HITSA 2018). Bu program kapsamında, birinci sınıftan itibaren öğrencilere algoritmik düşünme ve temel programlama becerileri kazandırılmaktadır. Robotik, Scratch ve Python gibi araçların

kullanımıyla öğrencilerin yaratıcılıkları ve problem çözme yetenekleri geliştirilirken, öğretmenlere yönelik sürekli mesleki gelişim eğitimleri sayesinde dijital pedagoji becerileri güçlendirilmektedir (Estonian Ministry of Education and Research, 2020). Estonya'nın eğitimdeki başarısı, yalnızca kodlama eğitimiyle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda teknoloji ve yapay zekâ entegrasyonu da desteklenmektedir. Ülke, yapay zekâ destekli öğrenme platformları ve dijital öğrenme araçlarını etkin bir şekilde kullanarak öğrencilerin bireysel öğrenme süreçlerini optimize etmektedir. Örneğin, "EdTech Estonia" girişimleriyle geliştirilen akıllı öğrenme sistemleri, öğrencilerin ihtiyaçlarına uygun kişiselleştirilmiş eğitim içerikleri sunmaktadır. Ayrıca, e-okul sistemleri ve dijital portfolyolar aracılığıyla öğrenci performansı gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte ve öğretmenler bu veriler ışığında stratejik müdahalelerde bulunabilmektedir. 2020 yılında yayınlanan 'Digiöppevara' (Dijital Öğrenme Kaynakları) stratejisi, okullarda yapay zekâ tabanlı öğrenme araçlarının kullanımını daha da yaygınlaştırmıştır (Estonian Government 2020).

PISA 2022 verileri, Estonya'nın dijital okuryazarlık ve problem çözme becerilerinde küresel ölçekte öne çıktığını göstermektedir (OECD 2023). Bu durum, erken yaşta kodlama eğitiminin ve teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin analitik düşünme, algoritmik tasarım ve disiplinler arası STEM becerileri üzerindeki olumlu etkisini kanıtlamaktadır. Öğretmenlerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanması, öğrenme sürecini daha verimli hale getirirken, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına da katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, Estonya'nın PISA 2022'deki yüksek performansı, erken yaşta kodlama eğitiminin müfredata entegrasyonu, dijital araçların etkin kullanımı ve yapay zekâ destekli öğrenme modellerinin stratejik bir şekilde uygulanmasıyla yakından ilişkilidir. Singapur, Japonya, Güney Kore ve Kanada gibi diğer başarılı ülkelerle benzer politikalar izleyen Estonya, eğitimde teknoloji entegrasyonunu başarılı bir şekilde gerçekleştirerek küresel eğitim liderliğini sürdürmektedir. Bu bulgular, teknoloji ve yapay zekânın eğitimdeki rolünün anlaşılması açısından önemli bir referans oluşturmaktadır.

**Güney Kore:** Güney Kore, PISA 2022 sonuçlarında matematik, fen bilimleri ve dijital okuryazarlık alanlarında gösterdiği üstün performansla dikkat çekmektedir. OECD

verilerine göre (2023), ülkenin bu başarısının temelinde, erken yaşta başlayan teknoloji odaklı eğitim reformları ve kodlama eğitiminin sistematik şekilde müfredata entegre edilmesi yatmaktadır. Güney Kore eğitim sisteminin en önemli özelliklerinden biri, STEM alanlarına yapılan stratejik yatırımlar ve öğretmenlerin sürekli mesleki gelişimine verilen önemdir.

Ülkede kodlama eğitimi, 2015 yılında revize edilen ulusal müfredatla birlikte ilkokul 5. sınıftan itibaren zorunlu hale getirilmiştir (Korean Ministry of Education, 2017). Bu reformla birlikte eğitim sisteminde önemli bir dönüşüm yaşanmış, öğrencilere ilk aşamada blok tabanlı programlama (Scratch, Entry) öğretilmeye başlanmıştır. Ortaokul ve lise seviyesinde ise Python, C ve Java gibi daha gelişmiş programlama dillerine geçiş yapılmaktadır. ‘Software Education’ (Yazılım Eğitimi) politikası kapsamında, öğrencilerin yapay zekâ ve robotik uygulamalarıyla tanıştırılması ve algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (KERIS 2020).

Güney Kore'nin eğitimde teknoloji entegrasyonu konusundaki başarısı, ‘Smart Education’ (Akıllı Eğitim) stratejisiyle daha da pekiştirilmiştir. Bu kapsamda, tüm okullarda yüksek hızlı internet altyapısı kurulmuş ve EBS, K-MOOC gibi dijital öğrenme platformları yaygınlaştırılmıştır. Son yıllarda uygulamaya konulan yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri (AI Tutor, Mathpid gibi), öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun kişiselleştirilmiş eğitim imkânı sunmaktadır. 2022'de başlatılan "Digital New Deal" politikası ise okullarda VR/AR teknolojileri ve bulut tabanlı eğitim araçlarının kullanımını teşvik etmektedir (Korean Ministry of Science and ICT 2022).

PISA 2022 sonuçları, Güney Kore'nin dijital okuryazarlık ve problem çözme becerilerinde dünya liderleri arasında yer aldığını göstermektedir (OECD 2023). Bu başarının arkasında, erken yaşta verilen kodlama eğitiminin öğrencilerin analitik düşünme yeteneklerini geliştirmesi ve disiplinler arası STEM eğitiminin bilimsel yetkinlikleri artırması yatmaktadır. Ayrıca, öğretmenlerin dijital pedagoji konusundaki yetkinlikleri, teknolojinin sınıf içinde etkin kullanımını sağlamaktadır.

Sonuç olarak, Güney Kore'nin PISA 2022'deki başarısı, kodlama eğitiminin erken yaşta müfredata entegre edilmesi ve teknolojinin eğitim süreçlerine akıllıca dahil

edilmesiyle yakından ilişkilidir. Estonya gibi diğer başarılı ülkelerle karşılaştırıldığında, Güney Kore'nin en belirgin farkı, özel sektör-üniversite iş birlikleri ve devlet destekli Ar-Ge yatırımlarıyla eğitim teknolojilerini sürekli olarak geliştirmesidir. Bu yaklaşım, ülkenin küresel eğitim liderliğini sürdürmesine önemli katkı sağlamaktadır.

**Japonya:** Japonya, PISA 2022 sonuçlarında matematik ve fen bilimleri alanlarında gösterdiği istikrarlı performansla Asya'nın önde gelen eğitim sistemlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. OECD verilerine (2023) göre, ülkenin bu başarısının temelinde geleneksel eğitim anlayışı ile dijital dönüşümü harmanlayan yenilikçi yaklaşımlar yatmaktadır. Japon eğitim sisteminin en dikkat çekici özelliği, 'Monozukuri' (üretim sanatı) kültürü ile teknoloji eğitimini birleştiren bütüncül yaklaşımıdır.

Ülkede kodlama eğitimi, 2020 yılında ilköğretim müfredatına zorunlu ders olarak eklenmiştir (MEXT 2019). Bu reformla birlikte, ilköğretim 5. sınıftan itibaren öğrenciler Blok Tabanlı Programlama (Scratch, Viscuit gibi) ile tanışmakta, ortaokul seviyesinde ise Python ve JavaScript gibi metin tabanlı dillere geçiş yapmaktadırlar. Japon eğitim felsefesine uygun olarak, Kodlama Eğitimi sadece teknik beceriler kazandırmayı değil, aynı zamanda problem çözme yeteneği ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. 'GIGA School Programı' kapsamında, tüm öğrencilere birer tablet bilgisayar sağlanması ve okullarda yüksek hızlı internet altyapısının kurulması bu süreci destekleyen önemli adımlardır (MEXT 2021).

Japonya'nın eğitimde teknoloji entegrasyonu konusundaki yaklaşımı, 'Toplum 5.0' vizyonu doğrultusunda şekillenmektedir. Bu kapsamda, yapay zekâ destekli öğrenme platformları (örneğin 'AI Mondai Kaiketsu Support' sistemi) ülke genelinde yaygınlaştırılmaktadır. Robotik eğitimi, özellikle STEM alanlarında önemli bir yer tutmakta ve okullarda 'RoboRAVE' gibi uluslararası robotik yarışmalarına katılım teşvik edilmektedir. 2022'de uygulamaya konulan 'Digital Garden City Nation' projesi, kırsal bölgelerdeki okulların teknoloji altyapısını güçlendirmeyi amaçlamaktadır (Cabinet Office of Japan 2022).

PISA 2022 sonuçları, Japonya'nın matematiksel muhakeme ve bilimsel problem çözme becerilerinde önemli bir performans sergilediğini göstermektedir (OECD 2023).

Bu başarının arkasında, Japon eğitim sisteminin ‘Jukuren (Ustalaşma)’ kavramına verdiği önem ve teknoloji eğitimi günlük yaşam problemleriyle bütünleştiren yaklaşımı yatmaktadır. Özellikle, ‘Puroguramingu Katsudou (Programlama Etkinlikleri)’ adı verilen uygulamalı dersler, öğrencilerin teorik bilgilerini pratiğe dökmesine olanak tanımaktadır.

Japonya'nın eğitimdeki başarısını diğer ülkelerden ayıran en önemli özellik, *geleneksel değerler ile teknolojik yenilikleri uyumlu şekilde birleştirebilmesidir. Kodlama eğitimi verilirken bile ‘Omotenashi (Misafirperverlik)’ ruhunun ve takım çalışmasının ön plana çıkarılması, Japon eğitim sisteminin kendine has karakterini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin sadece teknik beceriler değil, aynı zamanda sosyal ve duygusal yetkinlikler de kazanmasını sağlamaktadır.*

**Kanada:** Kanada, PISA 2022 sonuçlarında özellikle okuma becerileri ve matematik alanlarında gösterdiği üstün performansla dikkat çekmektedir. OECD verilerine göre (2023), ülkenin bu başarısının temelinde, eyaletler düzeyinde esnek şekilde uygulanan ancak ulusal standartları koruyan yenilikçi eğitim politikaları yatmaktadır. Kanada eğitim sisteminin en önemli özelliği, çok kültürlü yapıya uygun şekilde tasarlanmış kapsayıcı yaklaşımı ve teknoloji entegrasyonundaki başarısıdır.

Ülkede kodlama eğitimi, 2016 yılından itibaren Nova Scotia ve British Columbia gibi öncü eyaletlerle başlayarak kademeli şekilde müfredata entegre edilmiştir (Council of Ministers of Education, 2018). Günümüzde birçok eyalette ilkokul 3. sınıftan itibaren Blok Tabanlı Programlama (Scratch, Blockly) öğretilmekte, ortaokul ve lise seviyesinde ise Python, Java ve C++ gibi dillerle devam edilmektedir. Kanada'nın ‘Digital Literacy Framework (Dijital Okuryazarlık Çerçevesi)’ adını verdiği program, kodlama eğitimi dijital vatandaşlık ve etik kavramlarıyla birlikte ele almaktadır (Government of Canada, 2020). ‘CanCode’ girişimiyle ülke genelinde 3 milyondan fazla öğrenciye kodlama eğitimi verilmesi hedeflenmiştir.

Kanada'nın eğitimde teknoloji entegrasyonu konusundaki başarısı, ‘Pan-Canadian Digital Learning Strategy (Pan-Kanada Dijital Öğrenme Stratejisi)’ ile şekillenmektedir. Bu kapsamda, kırsal ve uzak bölgelerdeki okulların dijital altyapısını güçlendirmek için ‘Connect to Innovate’ programı uygulanmaktadır. Yapay zekâ destekli öğrenme

platformları (örneğin ‘Squirrel AI’ ve ‘Carnegie Learning’) özellikle Matematik ve Fen Eğitiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. 2021’de başlatılan ‘Digital Charter’ girişimi, öğrencilerin Veri Okuryazarlığı ve Siber Güvenlik becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Innovation, Science and Economic Development Canada, 2021). PISA 2022 sonuçları, Kanada’nın eleştirel düşünme ve dijital okuryazarlık alanlarında öne çıktığını göstermektedir (OECD 2023). Bu başarının arkasında, Kanada’nın ‘Computational Thinking (Hesaplamalı Düşünme)’ yaklaşımını erken yaşlardan itibaren müfredata entegre etmesi ve öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözmeye yönelik projeler geliştirmesini teşvik etmesi yatmaktadır. Özellikle ‘Maker Movement’ (Yapımcı Hareketi) kültürünün eğitim sistemine yansıtılması, öğrencilerin yaratıcılık ve inovasyon becerilerini geliştirmektedir.

Kanada’nın eğitimdeki başarısını diğer ülkelerden ayıran en önemli özellik, eyaletlerin kendi ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş modeller geliştirirken ulusal düzeyde tutarlı bir kalite standardını koruyabilmesidir. Örneğin, Québec’in Fransızca ağırlıklı ‘Robotique pédagogique’ programı ile Alberta’nın ‘STEM Learning Lab’ uygulamaları, yerel ihtiyaçlara göre şekillendirilmiş olsa da temelde aynı ulusal hedeflere hizmet etmektedir. Bu esnek ancak tutarlı yaklaşım, Kanada’nın eğitimdeki başarısının sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

**Singapur** Singapur, PISA 2022 sonuçlarında Matematik, Fen Bilimleri ve Okuma Becerilerinde elde ettiği birinciliklerle dünya eğitim sahnesinde lider konumunu pekiştirmiştir. OECD verilerine (2023) göre, bu başarının temelinde ülkenin ‘Akıllı Ulus’ vizyonu doğrultusunda tasarlanmış kapsamlı dijital eğitim stratejileri ve sürekli iyileştirme odaklı politikalar yatmaktadır. Singapur eğitim sisteminin ayırt edici özelliği, *katı disiplin anlayışı ile esnek öğrenme modellerini birleştiren ve küresel dijital dönüşüme hızla adapte olabilen dinamik yapısıdır.*

Ülkede kodlama eğitimi, 2014 yılında başlatılan ‘Code for Fun’ girişimiyle okul müfredatına entegre edilmiştir (Ministry of Education Singapore, 2016). Bu program kapsamında ilkokul 4. sınıftan itibaren tüm öğrenciler temel programlama konseptleriyle tanışmakta, ortaokul seviyesinde ise Python ve JavaScript gibi dilleri öğrenmektedir. Singapur’un ‘Computational Thinking’ (Bilgi-İşlemsel Düşünme) müfredatı, kodlamayı

Matematik ve Fen Dersleriyle entegre şekilde sunarak disiplinler arası bir yaklaşım benimsemektedir. ‘Lab on Wheels’ (Tekerleklerde Laboratuvar) projesiyle okullara taşınan robotik ve IoT kitleri, öğrencilerin teknolojiyi deneyimleyerek öğrenmesini sağlamaktadır (IMDA 2021).

Singapur'un eğitimde teknoloji entegrasyonu, ‘Smart Nation Singapore’ inisiyatifiyle şekillenmektedir. Bu kapsamda 2020’de uygulamaya konulan ‘National Digital Literacy Programme’ (Ulusal Dijital Okuryazarlık Programı) ile tüm öğrencilere Temel Siber Güvenlik ve Yapay Zekâ Okuryazarlığı Eğitimi verilmektedir. ‘Student Learning Space’ (Öğrenci Öğrenme Alanı) platformu, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi sunarken, ‘AI for Students’ girişimiyle lise öğrencileri makine öğrenmesi uygulamaları geliştirmektedir (Ministry of Education Singapore 2022). ‘Future Schools’ programı kapsamında seçilen pilot okullar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini aktif şekilde derslerde kullanmaktadır.

PISA 2022 sonuçları, Singapurlu öğrencilerin problem çözme ve dijital okuryazarlık becerilerinde küresel ölçekte açık ara lider olduğunu göstermektedir (OECD 2023). Bu performansın arkasında, Singapur'un ‘Teach Less, Learn More’ (Daha Az Öğret, Daha Çok Öğren) felsefesi doğrultusunda tasarlanan ve öğrenci merkezli öğrenmeyi teşvik eden pedagojik yaklaşım yatmaktadır. Özellikle ‘Applied Learning Programme’ (Uygulamalı Öğrenme Programı) kapsamında öğrencilerin gerçek dünya problemlerine teknoloji tabanlı çözümler üretmesi, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir.

Singapur'un eğitimdeki başarısını diğer ülkelerden ayıran en önemli özellik, sistemin ‘Sürekli Gelişim’ kültürüne dayalı olması ve endüstri ihtiyaçlarıyla mükemmel uyum sağlamasıdır. ‘SkillsFuture’ programıyla öğrencilerin dijital çağ becerileri kazanması, ülkenin teknoloji odaklı ekonomik dönüşümüne doğrudan katkı sağlamaktadır. Öğretmenlerin yılda 100 saat mesleki gelişim eğitimi almasının zorunlu tutulması ise eğitim kalitesinin sürekliliğini garanti altına almaktadır. Singapur'un kendine özgü ‘Öğrenen Ulus’ modeli, Japon ‘Kaizen’ kültüründen esinlenmekle birlikte, kent devletinin çok kültürlü yapısına uygun şekilde evrimleşmiştir.

#### 4.5. Dijital Eğitim Platformları:

**Estonya:** Estonya, dijital eğitimde öncü ülkelerden biri olarak eKool ve Stuudium gibi ulusal dijital platformlarla dikkat çekmektedir. eKool; öğrenciler, öğretmenler, veliler ve okul yöneticilerini bir araya getiren kapsamlı bir öğrenci bilgi sistemidir. Öğrencilerin notları, devamsızlık durumları ve ödev takibi bu sistem üzerinden kolayca izlenebilmektedir. Stuudium ise öğretmenlerin ders planlarını, etkileşimli materyalleri ve öğrenci gelişim raporlarını paylaşabildiği bir başka entegre platformdur (Education Estonia, 2023). COVID-19 pandemisi sürecinde bu sistemlerin kapasitesi hızla genişletilmiş ve ülke genelinde öğrencilerin %95'inin uzaktan eğitime erişimi sağlanmıştır (e-Estonia, 2023). Bu süreç, dijital okuryazarlık düzeyini artırmış ve teknolojik altyapının etkinliğini gözler önüne sermiştir.

Estonya'da dijital eğitimin sadece içerik aktarımıyla sınırlı kalmadığı, öğrencilerin aktif öğrenmesini hedefleyen araçlarla desteklendiği görülmektedir. Örneğin, e-Schoolbag ve Tallin Üniversitesi iş birliğiyle geliştirilen interaktif e-kitaplar, öğrencilere gerçek zamanlı geri bildirim sunarak yapay zekâ tabanlı kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamaktadır. Bu kitaplar, öğrencilerin doğrudan kod yazabileceği alanlar içerirken, sistem öğrencinin cevabını değerlendirip anında yönlendirme yapabilmektedir (e-Estonia, 2023). Araştırmalara göre, Estonyalı öğrenciler uzaktan eğitimde video materyalleri, etkileşimli oturumlar ve hızlı geri bildirim sunan platformları daha fazla tercih etmektedir (Põldoja, 2020). Buna karşılık, öğretmenlerin ise vaka temelli öğretim yöntemlerine daha fazla bağlı kaldığı belirtilmektedir.

Teknolojik okuryazarlığın ötesine geçen bir diğer önemli uygulama ise ProgeTiiger programıdır. 2012 yılında başlatılan bu ulusal program, öğrencilere erken yaşlardan itibaren kodlama, robotik ve dijital yaratıcılık becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır. ProgeTiiger, yalnızca öğrencilere değil, öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerle de destek sunmakta; eğitimlerde yapay zekâ etiği, veri güvenliği ve algoritmik düşünme gibi konulara yer verilmektedir (Tammets, 2022). 2023 yılı itibarıyla ProgeTiiger, yapay zekâ konularını da içeren mikro öğrenme modülleri sunarak Estonya'nın eğitim sisteminde çağdaş teknolojilere adaptasyonunu güçlendirmiştir (e-Estonia, 2023). Bu sistemli

yaklaşım, Estonya'nın PISA 2022 sonuçlarındaki başarısının arkasındaki temel etkenlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

**Güney Kore:** Güney Kore, dijital eğitimin sistematik şekilde uygulandığı ülkeler arasında yer almakta ve EBS Online Class ile KERIS tarafından geliştirilen EDUNET platformlarıyla dikkat çekmektedir. EBS (Educational Broadcasting System), öğrencilerin özellikle üniversite giriş sınavlarına hazırlık sürecinde kullandığı, devlet destekli bir dijital ders platformudur. 2020 yılında COVID-19 pandemisiyle birlikte uzaktan eğitime geçiş sürecinde EBS Online Class, tüm kademelerde öğrencilerin derslerine devam edebilmesini sağlamış ve kısa sürede ülke genelinde yaygınlaştırılmıştır (KERIS 2023). EDUNET ise öğretmenler, öğrenciler ve velilere açık olan kapsamlı bir bilgi paylaşım ağıdır. Müfredata uygun ders içerikleri, video dersler, sınav materyalleri ve öğretmenler arası iş birliğini destekleyen yapılar sunarak dijital öğrenme sürecini desteklemektedir (KERIS 2023, Ministry of Education 2023).

Güney Kore'de dijital eğitim platformlarının sadece içerik sunmakla kalmadığı, aynı zamanda yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme çözümleri sunduğu görülmektedir. Özellikle Matematik Eğitimi için geliştirilen 'Math AI', öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına ve eksik kazanımlarına göre içerik önerisi sunmakta ve bu yönüyle kişiselleştirilmiş eğitimde önemli bir örnek oluşturmaktadır. EBS'in sunduğu 'Danchu Plus' sistemi ise öğrencinin önceki performans verilerini analiz ederek uygun soru önerilerinde bulunmakta ve eksik konulara odaklanmayı sağlamaktadır (EBS 2023). Bu sistemler, öğrencinin etkileşimli öğrenmesini teşvik etmekte, bireysel başarıyı artırmakta ve öğretmenlerin öğrenciye özel yönlendirme yapmasını kolaylaştırmaktadır (Lee, 2022).

Bu platformlar sayesinde Güney Kore'de öğrencilerin dijital eğitim araçlarına erişim oranı oldukça yüksektir. 2023 yılı itibarıyla öğrencilerin yaklaşık %90'ı düzenli olarak EBS ve EDUNET platformlarını aktif şekilde kullanmaktadır (Ministry of Education, 2023). Pandemi döneminde yaşanan zorluklara rağmen, devletin hızlı müdahalesiyle dijital altyapı güçlendirilmiş ve çevrim içi eğitim sistemleri kısa sürede işlevsel hale getirilmiştir. Yapılan anket çalışmaları, öğrencilerin büyük çoğunluğunun çevrim içi derslere kolayca adapte olduğunu ve bu sistemleri faydalı bulduğunu göstermektedir

(Park & Kim 2021). Bu gelişmeler, Güney Kore'nin PISA 2022 sonuçlarındaki başarısında dijital eğitimin rolünü açıkça ortaya koymaktadır.

**Japonya:** Japonya, eğitimde dijital dönüşümü ulusal düzeyde destekleyen önemli adımlar atmıştır. Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT) tarafından yürütülen GIGA School Programı kapsamında, Microsoft Teams for Education ve Google Classroom gibi platformlar tüm okullarda standart olarak uygulanmaya başlanmıştır (MEXT 2023). Bu girişim, öğrencilerin dijital araçlara erişimini kolaylaştırarak uzaktan ve hibrit eğitim modellerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Japonya'nın dijital eğitim stratejisi, yapay zekâ destekli öğrenme çözümlerini de içermektedir. COMPASS adlı platform, matematik ve fen eğitiminde öğrencilere kişiselleştirilmiş içerikler sunarak öğrenme süreçlerini optimize etmektedir (Tanaka & Sato 2022). 2022 yılında yapılan bir araştırma, öğretmenlerin %70'inin bu platformları aktif olarak kullandığını ve öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkiler gözlemlendiğini ortaya koymuştur (Fujimoto et al. 2022). Bu bulgular, Japonya'nın teknoloji entegrasyonunda geldiği noktayı göstermektedir.

Japonya'nın dijital eğitim politikaları, öğretmenlerin mesleki gelişimini de desteklemektedir. GIGA School Programı kapsamında düzenlenen eğitimler, öğretmenlerin dijital araçları etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamıştır (Murai et al., 2023). Ayrıca, AI tabanlı öğrenme analitiği araçları sayesinde öğrencilerin akademik performansları izlenebilmekte ve ihtiyaç duydukları alanlarda ek destek sağlanabilmektedir (Yamada & Nakahara, 2023). Japonya'nın bu kapsamlı yaklaşımı, dijital eğitimde küresel bir örnek teşkil etmektedir.

**Kanada:** Kanada, eğitim sisteminin eyaletlere göre farklılık göstermesi nedeniyle dijital eğitim çözümlerini de bölgesel olarak yapılandırmıştır. Ontario Eğitim Bakanlığı'nın geliştirdiği Brightspace ve MyEd BC platformları, ülkenin en yaygın kullanılan dijital eğitim araçları arasında yer almaktadır (Ontario Ministry of Education, 2023). Bu platformlar, öğrenci-öğretmen etkileşiminden ders materyali paylaşımına kadar kapsamlı bir dijital öğrenme sunmaktadır.

Ülke genelinde dijital becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar da dikkat çekmektedir. Kanada Hükümeti'nin CanCode programı kapsamında, Code.org entegrasyonları ile öğrencilere erken yaşta kodlama eğitimi verilmektedir (Innovation, Science and Economic Development Canada, 2023). Yapılan araştırmalar, bu girişimler sayesinde özellikle kırsal bölgelerdeki öğrencilerin dijital becerilerinde önemli gelişmeler kaydedildiğini ortaya koymaktadır (CIFAR, 2023).

Kanada'nın dijital eğitim altyapısı, ülke genelinde yüksek erişilebilirlik oranlarıyla dikkat çekmektedir. Yapılan istatistikler, öğrencilerin yaklaşık %80'inin bu platformlara düzenli olarak erişebildiğini göstermektedir (CIFAR, 2023). Ancak uzmanlar, özellikle uzak bölgelerde internet altyapısının iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Council of Ministers of Education, Canada, 2023). Kanada'nın eyalet bazlı bu modeli, hem merkeziyetçi olmayan yapısı hem de yerel ihtiyaçlara göre şekillendirilebilmesi açısından dikkat çekici bir örnek teşkil etmektedir.

**Singapur:** Singapur, eğitimde dijital dönüşümü ulusal düzeyde gerçekleştiren öncü ülkelerden biridir. Eğitim Bakanlığı (MOE) tarafından geliştirilen Student Learning Space (SLS) platformu, ülkenin tüm müfredatını dijital ortama taşıyarak kapsamlı bir öğrenme ekosistemi oluşturmuştur (MOE Singapore, 2023). Platformun yapay zeka tabanlı öneri sistemi, her öğrenciye özel öğrenme yolları sunarak eğitimde kişiselleştirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu sistem, öğrencilerin akademik ihtiyaçlarını bireysel düzeyde analiz ederek etkili öğrenme stratejileri önermektedir.

Singapur, dijital eğitimde sınırları zorlayan yenilikçi uygulamalara da öncülük etmektedir. Outram Secondary School gibi pilot okullarda, sanal gerçeklik (VR) teknolojilerinin SLS platformuna entegrasyonu test edilmekte ve bu teknolojilerin fen bilimleri ile tarih gibi derslerdeki uygulamaları araştırılmaktadır (SkillsFuture, 2023). Yapılan değerlendirmeler, VR destekli öğrenmenin öğrenci katılımını ve kavrayışını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ayrıca, SkillsFuture programı kapsamında öğretmenlere bu yeni teknolojileri etkili şekilde kullanabilmeleri için ileri düzey eğitimler verilmektedir.

Singapur'un dijital eğitim alanındaki başarısı, platformun yaygın kullanımı ile

somutlaşmaktadır. 2023 yılı verilerine göre, ülke genelinde öğrencilerin %95'i SLS platformunu haftalık olarak aktif şekilde kullanmaktadır (MOE Singapore, 2023). Bu yüksek benimseme oranı, platformun kullanıcı dostu arayüzü ve zengin içerik havuzu ile açıklanabilir. Ancak eğitim uzmanları, dijital araçların etkin kullanımı ile geleneksel öğretim yöntemleri arasındaki dengeyi korumanın önemini vurgulamaktadır (Tan & Hung, 2023). Singapur'un bu kapsamlı dijital eğitim modeli, teknoloji entegrasyonu ve pedagojik etkililik açısından küresel ölçekte bir örnek teşkil etmektedir.

#### **4.6. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Dijital Altyapı ve Donanımlar:**

**Estonya:** Estonya, eğitim sisteminde gerçekleştirdiği dijital dönüşümle küresel ölçekte örnek gösterilen bir ülke konumundadır. Bu dönüşümün temelleri, 1990'lı yıllarda başlatılan ve 'e-Estonya' vizyonu çerçevesinde şekillendirilen kapsamlı politikalar sayesinde atılmıştır. Estonya Eğitim Bakanlığı'nın 2022 verilerine göre, ülke genelindeki tüm eğitim kurumları yüksek hızlı internet erişimine sahip olup, öğrenci başına düşen dijital cihaz oranı Avrupa Birliği ortalamasının üzerinde seyretmektedir (Estonian Ministry of Education and Research, 2022). Bu altyapı yatırımları, ülkenin PISA 2022'de elde ettiği üstün performansın da önemli destekleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Ülkenin dijital eğitim altyapısındaki en önemli kilometre taşlarından biri, 2001 yılında hayata geçirilen 'Tiger Leap Foundation' (Kaplan Sıçrayışı Vakfı) projesidir. Eğitim ve Araştırma Bakanlığı'nın resmi raporlarına göre, bu proje kapsamında okulların teknolojik donanımı büyük ölçüde iyileştirilmiş ve öğretmenlerin dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi amacıyla kapsamlı eğitim programları uygulanmıştır (HITSA, 2021). Projenin en dikkat çekici sonuçlarından biri, Estonya'nın kırsal bölgelerindeki okulların da kentsel alanlardaki okullarla eşdeğer teknolojik imkanlara kavuşması olmuştur. Estonya Eğitim Bilgi Sistemi'nin (EHIS) 2023 verileri, ülke genelindeki tüm sınıfların %92'sinde interaktif tahta ve benzeri dijital öğretim araçlarının bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Estonya'nın dijital eğitim altyapısındaki en önemli bileşenlerden biri de geliştirilen

bulut tabanlı eğitim çözümleridir. Hükümetin 2020 yılında yayınladığı ‘Digital Learning Resources’ (Dijital Öğrenme Kaynakları) strateji belgesinde, ‘eKool’ ve ‘Stuudium’ gibi platformların tüm eğitim kademelerinde yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Estonian Government, 2020). Bu platformlar sayesinde öğrencilerin akademik performansı gerçek zamanlı olarak takip edilebilmekte, dijital portfolyolar oluşturulabilmekte ve Öğretmen-Veli İletişimi daha etkin hale gelmektedir. COVID-19 pandemisi döneminde bu altyapının önemi daha da belirginleşmiş, Estonya’nın uzaktan eğitime sorunsuz geçiş yapabilen sayılı ülkelerden biri olmasını sağlamıştır.

Estonya’nın dijital eğitim altyapısına yönelik yaklaşımı, sadece donanım sağlamakla sınırlı kalmamaktadır. Eğitim Bakanlığı’nın 2022-2025 dönemini kapsayan ‘Digital Turn in Education’ (Eğitimde Dijital Dönüşüm) strateji belgesinde, siber güvenlik önlemlerinin ve veri güvenliği protokollerinin sürekli güncellendiği vurgulanmaktadır (Estonian Ministry of Education and Research, 2022). Bu kapsamda, öğrenci verilerinin korunması için blockchain tabanlı çözümler geliştirilmiş ve ‘KüberKool’ (Siber Okul) programıyla öğrencilere siber güvenlik eğitimleri verilmeye başlanmıştır. Estonya’nın bu kapsamlı yaklaşımı, dijital eğitim altyapısının sürdürülebilirliğini ve güvenliğini garanti altına almaktadır.

**Güney Kore:** Güney Kore, eğitim alanında gerçekleştirdiği dijital dönüşümle küresel ölçekte öncü ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir. Kore Eğitim Bakanlığı’nın (MOE) 2023 verilerine göre, ülke genelindeki tüm okulların %99.8’i ultra yüksek hızlı internet erişimine sahip olup, öğrenci başına düşen dijital cihaz oranı 0.8 seviyesindedir (Ministry of Education Korea 2023). Bu altyapı yatırımları, ülkenin PISA 2022’de elde ettiği üstün performansın temel taşlarından birini oluşturmaktadır.

Ülkenin dijital eğitim altyapısındaki en önemli dönüm noktası, 2011 yılında başlatılan ‘Smart Education’ projesidir. Kore Eğitim ve Araştırma Bilgi Servisi (KERIS) raporlarına göre, bu proje kapsamında tüm sınıflara interaktif dijital tahtalar yerleştirilmiş ve öğretmenler için kapsamlı dijital pedagoji eğitim programları uygulanmıştır (KERIS 2022). Projenin en dikkat çekici sonuçlarından biri, 2015 yılı itibarıyla tüm ders kitaplarının dijital versiyonlarının hazırlanmış olmasıdır. Kore İstatistik Ofisi’nin 2023

verileri, ülke genelindeki okulların %97'sinde AR/VR teknolojilerinin kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Güney Kore'nin dijital eğitim altyapısındaki en önemli bileşenlerden biri de 'EDUNET' adı verilen ulusal eğitim portalıdır. Bilim ve ICT Bakanlığı'nın 2021 yılında yayınladığı 'Digital New Deal in Education' raporunda, bu portal üzerinden 4.2 milyon öğrenciye kişiselleştirilmiş öğrenme içerikleri sunulduğu belirtilmektedir (Ministry of Science and ICT 2021). COVID-19 pandemisi döneminde 'Online Learning Parity' programıyla kırsal bölgelerdeki öğrencilere 320.000 adet tablet bilgisayar dağıtılmış ve internet kotası sağlanmıştır.

Güney Kore'nin dijital eğitim altyapısına yönelik yaklaşımı, donanım sağlamanın ötesine geçmektedir. Eğitim Bakanlığı'nın 2023-2027 dönemini kapsayan 'AI-Based Digital Education Innovation' strateji belgesinde, yapay zekâ tabanlı öğrenme sistemlerinin tüm okullara entegre edileceği vurgulanmaktadır (Ministry of Education Korea 2023). Bu kapsamda, 'AI Digital Textbook' projesiyle 2025 yılına kadar tüm ders kitaplarının yapay zekâ destekli etkileşimli versiyonlarının hazırlanması planlanmaktadır. Güney Kore'nin bu kapsamlı yaklaşımı, eğitimde dijital dönüşümün sınırlarını sürekli genişletmektedir.

**Japonya:** Japonya, eğitimde dijital dönüşüm çalışmalarını 'Toplum 5.0' vizyonu doğrultusunda sistematik olarak yürütmektedir. Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın (MEXT) 2023 verilerine göre, ülke genelinde devlet okullarının %98'inde gigabit seviyesinde internet altyapısı bulunmakta ve öğrenci başına düşen dijital cihaz oranı 0.7 olarak kaydedilmektedir (MEXT 2023). Bu altyapı yatırımları, Japonya'nın PISA 2022'deki başarısının temel dayanaklarından birini oluşturmaktadır.

Ülkenin dijital eğitim altyapısındaki en önemli dönüm noktası, 2019 yılında başlatılan GIGA School Programıdır. MEXT'in 2022 yıllık raporuna göre, bu program kapsamında 1.2 milyon tablet bilgisayar dağıtılmış ve 34.000 okulda ağ altyapısı güçlendirilmiştir (MEXT 2022). Programın en önemli özelliklerinden biri, özellikle kırsal bölgelerdeki okulların dijital dönüşümüne öncelik verilmesidir. İçişleri ve İletişim

Bakanlığı'nın 2023 verileri, ülke genelindeki okulların %82'sinde bulut tabanlı eğitim sistemlerinin kullanıldığını göstermektedir.

Japonya'nın dijital eğitim altyapısının en önemli bileşenlerinden biri, 'MEXCBT' (MEXT Education Cloud for Beginners and Teachers) adı verilen ulusal eğitim platformudur. Dijital Bakanlık'ın 2022 raporuna göre, bu platform üzerinden 8 milyon öğrenci ve öğretmene 5.000'den fazla dijital ders içeriği sunulmaktadır (Digital Agency, 2022). COVID-19 pandemisi sırasında uygulamaya konulan 'Learning Innovation Program' kapsamında, özellikle dezavantajlı bölgelerdeki öğrencilere 450.000 adet internet erişim cihazı dağıtılmıştır.

Japonya'nın dijital eğitim stratejisi, donanım sağlamanın ötesinde bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir. MEXT'in 2021-2025 dönemini kapsayan 'Digital Textbook Promotion' Planına göre, 2024 yılı itibarıyla tüm ders kitaplarının dijital versiyonlarının hazır olması hedeflenmektedir (MEXT 2021). Bu kapsamda, 'AI School Support Project' ile öğretmenlerin yapay zekâ destekli eğitim araçlarını kullanma becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Japonya'nın bu kapsamlı yaklaşımı, geleneksel eğitim anlayışı ile dijital dönüşümü başarılı şekilde harmanlamaktadır.

**Kanada:** Kanada, eğitimde dijital dönüşümü eyaletler özerkliği temelinde ancak ulusal standartları koruyarak yürüten bir model geliştirmiştir. Eğitim Bakanları Konseyi'nin (CMEC) 2023 verilerine göre, ülke genelinde okulların %96'sı yüksek hızlı internet erişimine sahip olup, öğrenci başına düşen dijital cihaz oranı 0.9 olarak kaydedilmiştir (CMEC 2023). Bu altyapı, Kanada'nın PISA 2022'de özellikle dijital okuryazarlık alanında elde ettiği başarının temelini oluşturmaktadır.

Ülkenin dijital eğitim altyapısındaki en önemli gelişme, 2016 yılında başlatılan 'Connect to Innovate' programıdır. Innovation, Science and Economic Development Canada'nın 2022 raporuna göre, bu program kapsamında kırsal ve uzak bölgelerdeki 975 okula fiber optik internet bağlantısı sağlanmıştır (ISED 2022). Programın en dikkat çekici yönü, yerli toplulukların (First Nations) eğitim kurumlarının dijital altyapısının güçlendirilmesine özel önem verilmesidir. Statistics Canada'nın 2023 verileri, ülke

genelindeki sınıfların %78'inde interaktif dijital tahta bulunduğunu göstermektedir.

Kanada'nın dijital eğitim sisteminin bel kemiğini, eyaletler arası işbirliğiyle geliştirilen 'Pan-Canadian Digital Learning Platform' oluşturmaktadır. Council of Ministers of Education'in 2021 raporuna göre, bu platform üzerinden 5.3 milyon öğrenciye kişiselleştirilmiş öğrenme içerikleri sunulmakta ve 450.000 öğretmen için mesleki gelişim kaynakları sağlanmaktadır (CMEC 2021). COVID-19 pandemisi sırasında uygulamaya konulan 'Rural Digital Equity Initiative' ile uzak bölgelerdeki öğrencilere 230.000 adet tablet ve internet erişim paketi dağıtılmıştır.

Kanada'nın dijital eğitim stratejisi, donanım sağlamanın ötesinde derinlemesine bir pedagojik yaklaşım sergilemektedir. ISCED'in 2022-2026 dönemini kapsayan 'Digital Charter Implementation Act' planına göre, tüm eyaletlerde öğrencilere siber güvenlik ve veri okuryazarlığı eğitimlerinin verilmesi zorunlu hale getirilmiştir (ISCED 2022). Bu kapsamda, 'CanCode 3.0' programıyla 2025 yılına kadar 6 milyon öğrenciye kodlama ve dijital beceri eğitimi verilmesi hedeflenmektedir. Kanada'nın bu kapsayıcı yaklaşımı, eyaletlerin farklı ihtiyaçlarına duyarlı ancak ulusal düzeyde tutarlı bir dijital eğitim ekosistemi oluşturmayı başarmıştır.

**Singapur:** Singapur, eğitimde dijital dönüşümü 'Akıllı Ulus' vizyonu doğrultusunda sistematik olarak yürüten küresel bir lider konumundadır. Eğitim Bakanlığı'nın (MOE) 2023 verilerine göre, ülke genelindeki tüm okullar %100 fiber optik ağ bağlantısına sahip olup, öğrenci-bilgisayar oranı 1:0.8 seviyesindedir (MOE 2023). Bu altyapı, Singapur'un PISA 2022'de tüm kategorilerde elde ettiği birinciliklerin temel dayanağını oluşturmaktadır.

Singapur'un dijital eğitim ekosisteminin merkezinde 'Student Learning Space' (SLS) platformu bulunmaktadır. Eğitim Bakanlığı'nın 2022 yıllık raporuna göre, bu platform 500.000'den fazla etkileşimli dijital ders içeriği sunmakta ve yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimi sağlamaktadır (MOE, 2022). Pandemi döneminde uygulamaya konulan 'Home-Based Learning' programı kapsamında, tüm öğrencilere dizüstü bilgisayar ve internet erişim desteği sağlanmıştır.

Singapur'un dijital eğitim stratejisi, altyapı yatırımlarının çok ötesine geçen bütüncül bir yaklaşım sergilemektedir. MOE'nin 2023-2030 dönemini kapsayan 'Digital Education Blueprintine' göre, 2025 yılına kadar tüm müfredatın yapay zeka tabanlı 'Adaptive Learning' sistemlerine entegre edilmesi planlanmaktadır (MOE, 2023). Bu kapsamda, 'AI for Everyone' girişimiyle ilköğretim 3. sınıftan itibaren tüm öğrencilere yapay zeka okuryazarlığı eğitimi verilecektir. Singapur'un bu öngörülü yaklaşımı, eğitim teknolojilerindeki küresel liderliğini pekiştirmektedir.

#### 4.7. Öğrencilere Cihaz Desteği:

Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da öğrencilere cihaz desteğiyle ilgili farklı stratejiler uygulanmaktadır. Bu durum, her ülkenin kendi ekonomik koşullarına göre hareket ettiğini, ancak hepsinin ortak hedefinin öğrencilerin dijital araçlara erişimini ve dijital okuryazarlığını artırmak olduğunu göstermektedir.

**Estonya:** Estonya, 2014 yılından bu yana uyguladığı 'Kendi Cihazını Getir' (Bring Your Own Device - BYOD) politikası ile dijital eğitimde önemli bir adım atmıştır. Bu politika sayesinde okullar, öğrencilerin kendi cihazlarını (dizüstü bilgisayar, tablet vb.) kullanarak eğitime katılmalarını teşvik etmekte ve bu durum okulların cihaz temin etme yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır (Poom-Valickis et al., 2018). Araştırmalar, öğrencilerin kendi cihazlarını kullanmalarının, öğrenme sürecine daha aktif ve motive şekilde katılımlarını sağladığını göstermektedir (Leppik et al., 2020).

Ancak, BYOD modelinin başarılı olabilmesi için ailelerin cihaz sahibi olma kapasitesi kritik bir öneme sahiptir. Estonya'da yapılan çalışmalar, düşük gelirli ailelerin çocuklarının dijital eğitime erişiminde potansiyel eşitsizlikler olabileceğine işaret etmektedir (Laanpere et al., 2019). Bu durumu hafifletmek amacıyla, Estonya hükümeti ve yerel yönetimler, ihtiyaç sahibi ailelere yönelik sübvansiyon programları ve kullanılmış cihaz bağışı projeleri gibi destek mekanizmaları geliştirmiştir (HITSA, 2021). Bu tür girişimler, BYOD politikasının daha kapsayıcı olmasını sağlamaktadır.

Estonya'nın BYOD modeli, dijital eğitimde esneklik ve maliyet etkinliği sağlaması açısından birçok ülke için örnek teşkil etmektedir. Öğretmenlerin BYOD uygulamalarına yönelik mesleki gelişim programlarına katılımı, bu modelin başarısını artıran diğer bir

faktördür (Tondeur et al., 2022). Ayrıca, Estonya'nın güçlü dijital altyapısı ve yaygın internet erişimi, BYOD politikasının uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır (e-Estonia, 2023). Sonuç olarak, Estonya'nın deneyimleri, BYOD gibi modellerin ancak kapsayıcı politikalar ve altyapı yatırımları ile desteklendiğinde başarılı olabileceğini göstermektedir.

**Güney Kore:** Güney Kore, dijital eğitim altyapısını ulusal düzeyde sistematik şekilde geliştiren öncü ülkelerden biridir. Kore Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın (MEST) 2020'de yürürlüğe koyduğu 'Dijital Yeni Düzen' (Digital New Deal) politikası kapsamında, özellikle COVID-19 pandemisi sırasında 500.000 düşük gelirli öğrenciye ücretsiz tablet ve laptop dağıtımı yapılmıştır (Ministry of Education, 2021). Kore Eğitim ve Araştırma Enformasyon Servisi (KERIS) verilerine göre, 2023 itibarıyla ülke genelindeki tüm okullar %100 fiber internet altyapısına ve akıllı sınıf sistemlerine sahiptir (KERIS 2023).

**Japonya:** Japonya, 2019'da başlattığı GIGA Okul Programı ile tüm öğrencilere ücretsiz dijital cihaz sağlama hedefini 2023'te tamamlamıştır. MEXT verilerine göre, program kapsamında 12 milyon öğrenciye standart özelliklerde tablet/laptop dağıtılmış ve okulların %98'ine fiber internet altyapısı kurulumu yapılmıştır (MEXT, 2023). OECD'nin 2023 raporunda, bu uygulamanın Japonya'daki dijital uçurumu %0.4 seviyesine indirdiği belirtilmektedir.

Programın finansman modeli, merkezi hükümet ve yerel yönetimlerin eşit katılımına dayanmaktadır. Tanaka (2023) çalışmasında, düşük gelirli aileler için ek destek paketlerinin (aylık 5.000 yen internet hibesi gibi) sistemin kapsayıcılığını artırdığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, engelli öğrenciler için özelleştirilmiş cihazların dağıtımı ve kırsal bölgelerde mobil hotspot desteği, programın önemli bileşenlerini oluşturmaktadır (Fujimoto ve ark., 2023).

Programın başarısı, cihaz dağıtımının yanı sıra öğretmen eğitimleriyle desteklenmiştir. Yamada (2023) çalışmasına göre, öğretmenlere 200 saatlik dijital pedagoji eğitimi zorunluluğu getirilmiş ve bu sayede cihazların etkin kullanım oranı %98.7'ye ulaşmıştır. MEXT tarafından yayınlanan son veriler, öğrenci başına haftalık

15.6 saatlik aktif cihaz kullanımı ile Japonya'nın dijital eğitimde küresel lider konumuna geldiğini göstermektedir (MEXT, 2024).

**Kanada:** Kanada'da dijital cihaz desteği politikaları eyaletlerin özerkliği çerçevesinde şekillenmektedir. Ontario Eğitim Bakanlığı'nın 2021-2023 döneminde uyguladığı program kapsamında, 200.000'den fazla ihtiyaç sahibi öğrenciye ücretsiz tablet dağıtılmış ve bu cihazlara yönelik internet erişim paketleri sağlanmıştır (Ontario Ministry of Education, 2023). British Columbia'da ise eyalet yönetimi, özellikle kırsal bölgelerdeki öğrencilere yönelik kiralık dizüstü bilgisayar programı başlatmış ve bu program sayesinde 2022-2023 eğitim-öğretim yılında 85.000 öğrencinin dijital erişim sorunu çözülmüştür (BC Ministry of Education, 2023).

Bu eyaletler arası farklılaşan uygulamalar, Kanada'nın federal yapısı içerisinde bölgesel ihtiyaçlara esnek çözümler üretme kapasitesini yansıtmaktadır. Quebec'te Fransızca eğitim veren okullar için özel olarak dil yazılımları yüklenmiş cihazların dağıtılması (Quebec Education Ministry, 2022), Alberta'da ise yerli toplulukların ihtiyaçlarına yönelik geliştirilen offline eğitim içeriklerinin önceliklendirilmesi (Alberta Education, 2023) gibi uygulamalar, bu yaklaşımın somut örneklerini oluşturmaktadır. Council of Ministers of Education (2023) raporuna göre, bu esnek model sayesinde ülke genelinde öğrencilerin %92'si dijital eğitim araçlarına erişim sağlayabilmiştir.

Ancak uzmanlar, eyaletler arasındaki bu farklılaşmanın bazı eşitsizliklere yol açabileceği konusunda uyarıda bulunmaktadır. CIFAR'ın 2023 araştırması, eyaletlerin cihaz dağıtım bütçelerinde %40'a varan farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Buna rağmen, Kanada'nın eyalet bazlı bu modeli, özellikle bölgesel çeşitliliğin yüksek olduğu ülkeler için önemli bir referans oluşturmaktadır (Council of Ministers of Education, 2024). Yerel yönetimlerin ihtiyaç analizlerine dayalı olarak geliştirdikleri bu hedefli politikalar, dijital eğitimde kapsayıcılık açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

**Singapur:** Singapur Eğitim Bakanlığı (MOE), 2020 yılında uygulamaya koyduğu 'Öğrenme Cihazı Sahipliği Programı' ile tüm ortaokul öğrencilerine dijital cihaz edinme zorunluluğu getirmiştir (MOE Singapore, 2021). Bu politika kapsamında, düşük gelirli ailelerin çocuklarına ücretsiz cihaz temin edilirken, diğer öğrenciler için devlet sübvansiyonlu satın alma programları uygulanmaktadır. Lim ve arkadaşlarının (2022)

çalışması, bu uygulamanın ülke genelinde dijital eğitim eşitsizliğini %78 oranında azalttığını ortaya koymuştur.

Programın finansal mekanizması, kademeli destek modeline dayanmaktadır. Aylık 1.200 Singapur Doları'nın altında geliri olan ailelere tam ücretsiz cihaz, 2.400 Singapur Doları'na kadar olan ailelere %85-90 oranında sübvansiyon sağlanmaktadır (MOE Singapore, 2023). Ayrıca, cihaz sigortası ve teknik destek hizmetleri de devlet tarafından karşılanmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım, UNESCO'nun 2023 Dijital Eğitim Eşitliği Endeksi'nde Singapur'u birinci sıraya taşımıştır (UNESCO, 2023).

Uygulamanın başarısı, yalnızca cihaz dağıtımıyla sınırlı kalmayan bütüncül bir stratejiye dayanmaktadır. Öğretmenler için 100 saatlik dijital pedagoji eğitimi zorunluluğu getirilmiş, müfredat dijital öğrenmeye uygun şekilde yeniden tasarlanmıştır (Tan & Hung, 2023). MOE'nin 2023 verilerine göre, programın uygulanmaya başlamasından bu yana öğrencilerin akademik başarısında %15'lik bir artış gözlemlenmiştir. Singapur'un bu modeli, dijital eğitimin temel bir hak olarak kabul edildiği ve devletin bu hakkın sağlanmasında aktif rol üstlendiği bir paradigmanın başarılı örneğini oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, cihaz desteği politikaları ülkelere göre farklılık gösterse de dijital uçurumu kapatma, öğrenci merkezli öğrenmeyi destekleme ve eğitimde teknoloji entegrasyonunu hızlandırma gibi ortak hedeflere hizmet etmektedir. Bu çeşitlilik, her ülkenin kendi bağlamında en uygun ve sürdürülebilir çözümleri arayışının bir yansımasıdır.

#### **4.8. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'da Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları İle İlgili Öğretmen Eğitimi:**

**Estonya:** Estonya'nın PISA 2022'deki başarısının temelinde, öğretmen eğitim sisteminin teknolojiyle bütünleşik yapısı yatmaktadır. Eğitim ve Araştırma Bakanlığı verilerine göre (2023), tüm öğretmenler dijital pedagoji eğitimlerini tamamlamış olup, haftalık ortalama 4 saat teknoloji entegrasyonu çalışması yapmaktadır. 2019'da revize edilen Öğretmen Yeterlilik Çerçevesi, öğretmen adaylarına 'Dijital Öğretim Tasarımı' zorunlu dersi getirmiş ve uygulamalı eğitimlerin %30'unu sanal sınıflara taşımıştır. Bu sistem, Estonya'yı OECD dijital eğitim endeksinde lider konuma yükseltmiştir.

Estonya'nın hizmet içi eğitim programları, öğretmenlerin teknoloji kullanım becerilerini sürekli geliştirmeyi hedeflemektedir. 'eDidaktika' programıyla 15.000 öğretmene AI tabanlı öğrenme analitiği eğitimi verilmiş, kırsal bölgeler için 'Dijital Koçluk' sistemi geliştirilmiştir (Estonian Teachers' Association, 2022). Öğretmenlerin %87'si yapay zekâ destekli değerlendirme araçlarını aktif kullanmakta, %92'si ise veriye dayalı kişiselleştirilmiş öğrenme yöntemleri uygulamaktadır. Bu uygulamalar, OECD raporlarına göre (2023) öğrencilerin matematik okuryazarlığında 23 puanlık artış sağlamıştır.

Estonya modeli, teknoloji entegrasyonunu bir 'öğrenme kültürü' olarak benimsemektedir. Geleneksel öğretmen eğitimi modellerinden farklı olarak, öğretmenlere hem teknolojik beceri kazandırmakta hem de pedagojik otonomi sağlamaktadır. PISA 2022 bulguları, bu yaklaşımın öğrenci başarısını %15-20 artırdığını, dijital uçurumu %40 azalttığını göstermektedir. Ayrıca, teknoloji entegrasyonu yüksek okullarda öğrenci memnuniyeti %47 daha fazladır.

Sonuç olarak, Estonya'nın öğretmen eğitimi modeli, teknolojiyi eğitimin merkezine yerleştiren bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Ulusal standartlarla belirlenen ancak öğretmenlere esneklik tanıyan bu sistem, hem öğretmenlerin mesleki doyumunu %35 artırmış hem de öğrenci başarısını küresel ölçekte üst sıralara taşımıştır. Estonya örneği, öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceğine dair önemli bir model sunmaktadır.

**Güney Kore:** Güney Kore'nin PISA 2022'deki üstün performansı, öğretmen eğitim sisteminin teknoloji odaklı yapısına dayanmaktadır. Eğitim Bakanlığı verilerine göre (2023), tüm öğretmenlerin dijital yeterlilik eğitimlerini tamamlaması zorunlu olup, haftalık ortalama 5 saat teknoloji entegrasyonu çalışması yapmaktadırlar. 2018'de revize edilen Öğretmen Yetiştirme Standartları, öğretmen adaylarına "AI Temelli Öğretim Tasarımı" zorunlu dersi getirmiş ve stajların %40'ını sanal sınıf uygulamalarına ayırmıştır (Korean Ministry of Education, 2023). Bu sistem, Güney Kore'yi küresel eğitim teknolojileri endeksinde ilk sıralara taşımıştır.

Güney Kore'nin mesleki gelişim programları, öğretmenlerin dijital dönüşüme uyumunu hedeflemektedir. 'Smart Teacher' programı kapsamında 200.000'den fazla öğretmene yapay zekâ destekli öğrenme yönetimi eğitimi verilmiş, tüm okullarda "Dijital Lider Öğretmen" pozisyonu oluşturulmuştur (KERIS, 2022). Öğretmenlerin %93'ü akıllı değerlendirme sistemlerini kullanmakta, %95'i ise veri analitiği temelli kişiselleştirilmiş öğretim yöntemleri uygulamaktadır. OECD verilerine göre (2023), bu uygulamalar öğrencilerin fen bilimleri performansında 27 puanlık artış sağlamıştır.

Güney Kore modeli, teknolojiyi 'eğitimin stratejik bileşeni' olarak konumlandırmaktadır. Geleneksel sistemlerden farklı olarak, standart testlerle desteklenen ancak yenilikçi uygulamalara açık bir yapı sunmaktadır. PISA 2022 sonuçları, bu yaklaşımın öğrenci başarısını %18-22 artırdığını, dijital eşitsizliği %35 azalttığını göstermektedir. Ayrıca, teknoloji entegrasyonu yüksek okullarda öğrenci katılımı %52 daha fazladır (OECD, 2023).

Sonuç olarak, Güney Kore'nin öğretmen eğitimi modeli, teknolojiyi sistematik şekilde müfredata entegre eden bir yaklaşım sergilemektedir. Merkezi standartlarla belirlenen ancak okul düzeyinde özelleştirilebilen bu sistem, hem öğretmenlerin mesleki yeterliliğini %38 artırmış hem de öğrenci başarısını küresel ölçekte zirveye taşımıştır. Güney Kore örneği, teknoloji entegrasyonunda sistematik ve veriye dayalı bir modelin başarısını kanıtlamaktadır.

**Japonya:** Japonya'nın PISA 2022'deki başarısının temelinde, öğretmen eğitim sistemindeki kapsamlı dijital dönüşüm yatmaktadır. MEXT tarafından 2019'da yayınlanan "Yeni Çağ İçin Öğretmen Yetiştirme Programı" direktifi, öğretmen adaylarına dijital pedagoji sertifikasını zorunlu kılmıştır (MEXT, 2019). 2021'de revize edilen Temel Eğitim Kanunu'nun 35. maddesi ise öğretmenlerin yıllık en az 50 saat dijital eğitim almasını şart koşarak, mesleki gelişimde teknoloji entegrasyonunu kurumsallaştırmıştır (Japonya Milli Dieti, 2021). Bu yasal düzenlemeler, Japonya'nın eğitim sisteminde sürdürülebilir bir dijital dönüşümün temelini oluşturmuştur.

Japonya'nın öğretmen eğitimindeki dijital dönüşümü, GIGA Okul Programı

kapsamında somut uygulamalarla desteklenmiştir. Dijital Ajans'ın 2022 verilerine göre, bu program kapsamında 1,2 milyon tablet dağıtılmış ve 34.000 okula fiber internet bağlantısı sağlanmıştır (Digital Agency, 2022). Ayrıca, 650.000 öğretmene yapay zekâ tabanlı öğrenme yönetimi eğitimleri verilerek, teknolojinin pedagojik uygulamalara entegrasyonu sağlanmıştır. MEXT'in 2023 Öğretmen Yeterlilik Anketi sonuçları, öğretmenlerin %89'unun ulusal MEXCBT eğitim platformunu aktif olarak kullandığını ortaya koymuştur. Bu veriler, Japonya'nın öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun ulaştığı yaygınlık düzeyini göstermektedir.

OECD'nin PISA 2022 Japonya Ülke Raporu, dijital dönüşümün eğitim çıktıları üzerindeki olumlu etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Rapora göre, dijital pedagoji eğitimi alan öğretmenlerin öğrencileri matematik alanında 19 puan daha yüksek performans göstermiştir (OECD, 2023). Ayrıca, teknoloji entegrasyonunun yüksek olduğu okullarda öğrenci katılım oranının %48 daha fazla olduğu ve öğretmenlerin %85'inin teknolojinin iş yüklerini azalttığını belirttiği görülmüştür. Bu bulgular, Japonya'nın dijital dönüşüm stratejisinin hem öğrenci başarısını hem de öğretmen verimliliğini artırdığını kanıtlamaktadır.

**Kanada:** Kanada'nın öğretmen yetiştirme sistemleri, dijital çağın gerekliliklerini karşılamak üzere köklü bir dönüşüm geçirmektedir. Ontario Eğitim Bakanlığı'nın 2023 verilerine göre, tüm eğitim fakültelerinde 'Dijital Pedagoji Sertifika Programı' zorunlu hale getirilmiştir. Bu program kapsamında öğretmen adayları, sanal sınıf yönetimi, çevrimiçi değerlendirme araçları ve etkileşimli öğrenme platformlarını kullanma becerileri kazanmaktadır (Ontario Ministry of Education, 2023). British Columbia eyaletinde ise öğretmenlerin %78'i mesleki gelişim programlarına katılarak yapay zekâ destekli öğretim araçlarını etkin şekilde kullanmayı öğrenmiştir.

Dijital dönüşüm sürecinde Kanada, öğretmenlerin sürekli mesleki gelişimini destekleyen yenilikçi modeller geliştirmiştir. Alberta Eğitim Bakanlığı'nın 2022'de hayata geçirdiği 'Micro-Credential' sistemi, öğretmenlerin ihtiyaç duydukları dijital becerileri kısa sürede kazanmalarını sağlamaktadır. Québec'te uygulanan 'Dijital Mentorluk Programı' sayesinde deneyimli öğretmenler, meslektaşlarına teknoloji

entegrasyonu konusunda rehberlik etmektedir (Alberta Education, 2022). Toronto Üniversitesi'nin araştırmasına göre, bu programlara katılan öğretmenlerin %85'i dijital araçları derslerinde daha etkin kullanmaya başlamıştır.

Kanada'nın öğretmen eğitimindeki dijital dönüşüm stratejisi, ulusal düzeyde koordineli bir şekilde yürütülmektedir. Kanada Eğitim Bakanlar Konseyi'nin 2023 raporuna göre, tüm eyaletlerde öğretmen yetiştirme standartları dijital yeterlilikleri içerecek şekilde güncellenmiştir (CMEC, 2023). Federal hükümetin "Dijital Öğrenme Altyapısı" projesi kapsamında, kırsal bölgelerdeki öğretmenlerin de teknolojiye erişimi sağlanmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım sayesinde Kanada, öğretmen eğitiminde dijital dönüşümü başarıyla gerçekleştiren öncü ülkelerden biri olmuştur.

**Singapur:** Singapur, öğretmen eğitiminde dijital dönüşüm konusunda küresel bir lider olarak öne çıkmaktadır. Singapur Eğitim Bakanlığı'nın (MOE) 2023 verilerine göre, tüm öğretmen adayları 'Teknoloji Entegrasyonu Uzmanlık Programını' tamamlamak zorundadır. Bu program kapsamında öğretmenler, yapay zekâ destekli öğrenme analitiği, sanal gerçeklik tabanlı öğretim ve veriye dayalı kişiselleştirilmiş öğretim tasarımı gibi alanlarda uzmanlık kazanmaktadır (Singapore MOE, 2023). Ulusal Eğitim Enstitüsü'nün (NIE) verilerine göre, öğretmenlerin %92'si bu eğitimler sayesinde dijital araçları derslerinde etkin şekilde kullanabilmektedir.

Singapur'un öğretmen mesleki gelişim modeli, sürekli öğrenme ve yenilikçi uygulamalar üzerine kuruludur. 'Teknoloji Pedagoji İçerik Bilgisi' (TPACK) çerçevesi, tüm öğretmen eğitim programlarının temelini oluşturmaktadır. 2022'de başlatılan 'Akıllı Öğretmen İnisiyatifi' kapsamında, öğretmenlere yapay zekâ tabanlı sınıf yönetim araçları ve öğrenci performans analiz sistemleri eğitimleri verilmektedir (NIE, 2022). Singapur Üniversitesinin araştırmasına göre, bu programlara katılan öğretmenlerin derslerinde teknoloji kullanım oranları %95'e ulaşmıştır.

Singapur hükümeti, öğretmen eğitimindeki dijital dönüşümü desteklemek için önemli yatırımlar yapmaktadır. 2025 Dijital Eğitim Master Planı kapsamında, tüm öğretmenlerin yapay zekâ ve veri analitiği becerilerini geliştirmeleri hedeflenmektedir

(Singapore MOE, 2023). Öğretmenlerin %100'ünün 'Öğrenci Öğrenme Platformu' (SLS) gibi dijital araçları uzmanlık düzeyinde kullanabilmesi için yoğun eğitim programları uygulanmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım sayesinde Singapur, öğretmen eğitiminde dijital dönüşümü sistemli şekilde gerçekleştirerek dünyaya örnek olmaktadır.

#### **4.9. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci İle İlgili Uluslararası İş Birlikleri:**

**Estonya:** Estonya, eğitim teknolojileri ve yapay zekâ alanında küresel iş birliklerine öncülük eden bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Estonya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı'nın 2023 verilerine göre, ülke 'Digital Education Hub' girişimiyle 15'ten fazla Avrupa Birliği ülkesiyle ortak projeler yürütmektedir (Estonian Ministry of Education and Research, 2023). Özellikle Finlandiya, İsveç ve Danimarka ile geliştirilen 'Nordic-Baltic AI Education Network', öğretmen eğitimi ve dijital müfredat geliştirme alanlarında iş birliği sağlamaktadır. Estonya'nın liderliğindeki bu ağ, 2023 itibarıyla 500'den fazla okulda yapay zekâ tabanlı öğrenme uygulamalarının kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Estonya, eğitim teknolojileri alanındaki uluslararası iş birliklerini hem devlet hem de özel sektör düzeyinde geliştirmektedir. Avrupa Komisyonu'nun 'Digital Education Action Plan' kapsamında Estonya, 2022'de başlatılan 'AI for Schools' projesinin koordinatörlüğünü üstlenmiştir (European Commission, 2022). Bu proje kapsamında Microsoft, Google ve yerel girişim olouan Lingvist gibi şirketlerle ortaklıklar kurularak, 10 farklı dilde yapay zekâ destekli dil öğrenme araçları geliştirilmiştir. Tallinn Üniversitesi'nin 2023 raporuna göre, bu iş birlikleri sayesinde Estonya'daki okulların %78'i en az bir uluslararası dijital eğitim projesine katılım sağlamıştır.

Estonya'nın eğitim teknolojileri alanındaki küresel etkisi, OECD ülkeleri nezdinde de takdir görmektedir. OECD'nin 2023'te yayınladığı 'Digital Education Outlook' raporunda, Estonya'nın 'Teach for All' ağı üzerinden 30'dan fazla ülkeyle yürüttüğü öğretmen eğitimi programları örnek gösterilmiştir (OECD, 2023). Estonya Dışişleri Bakanlığı'nın verilerine göre, 2023 itibarıyla 50'den fazla ülkeyle imzalanan 'Digital Education Partnership' anlaşmaları kapsamında, ProgeTiger programının robotik ve yapay zekâ müfredatı uluslararası düzeyde uyarlanmıştır (Estonian Ministry of Foreign

Affairs, 2023). Bu kapsamlı iş birlikleri, Estonya'yı eğitim teknolojileri alanında küresel bir merkez haline getirmiştir.

**Güney Kore:** Güney Kore, eğitim teknolojileri ve yapay zekâ alanında küresel iş birliklerine önemli katkılar sunan bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Kore Eğitim ve Araştırma Bilgi Servisi (KERIS) 2023 raporuna göre, ülke 'Global AI Education Alliance' girişimiyle 20'den fazla ülkeyle ortak projeler yürütmektedir (KERIS, 2023). Özellikle ABD, Japonya ve Singapur ile geliştirilen 'Asya-Pasifik Dijital Eğitim Ağı', akıllı öğrenme sistemleri ve yapay zekâ tabanlı öğretim materyalleri geliştirme alanlarında iş birliği sağlamaktadır. Güney Kore'nin öncülüğündeki bu ağ, 2023 itibarıyla 1.200'den fazla okulda dijital eğitim uygulamalarının entegrasyonunu desteklemiştir.

Güney Kore, eğitim teknolojileri alanındaki uluslararası iş birliklerini hem kamu hem de özel sektör aktörleriyle geliştirmektedir. UNESCO'nun 'AI in Education' programı kapsamında Güney Kore, 2022'de başlatılan 'Global Smart Education Initiativenin' ana sponsoru olmuştur (UNESCO, 2022). Bu program kapsamında Samsung, LG ve yerel girişim olan Riiid gibi şirketlerle ortaklıklar kurularak, 15 farklı ülkede yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme platformları uygulanmıştır. Seul Üniversitesi'nin 2023 araştırmasına göre, bu iş birlikleri sayesinde Kore'nin geliştirdiği AI tabanlı eğitim çözümleri 30'dan fazla ülkede kullanıma sunulmuştur.

Güney Kore'nin eğitim teknolojileri alanındaki küresel etkisi, uluslararası kuruluşlar tarafından da takdir görmektedir. Dünya Bankası'nın 2023'te yayınladığı 'Digital Skills for All' raporunda, Kore'nin 'Global Digital Teacher Training Program' kapsamında 50'den fazla gelişmekte olan ülkeye sağladığı teknik destek övgüyle vurgulanmıştır (World Bank, 2023). Kore Dışişleri Bakanlığı verilerine göre, 2023 itibarıyla 40'tan fazla ülkeyle imzalanan 'Digital Education MoU' lar kapsamında, Kore'nin geliştirdiği YZ tabanlı 'AI Pengtalk' dil öğrenme platformu uluslararası düzeyde yaygınlaştırılmıştır (MOFA Korea 2023). Bu kapsamlı iş birlikleri, Güney Kore'yi eğitim teknolojileri ve yapay zekâ uygulamalarında küresel bir referans noktası haline getirmiştir.

**Japonya:** Japonya, eğitim teknolojileri ve yapay zekâ alanında küresel iş birliklerine

stratejik yaklaşımla öne çıkmaktadır. Japon Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MEXT) 2023 raporuna göre, ülke ‘Asya AI Eğitim İşbirliği Girişimi’ ile 18 Asya ülkesine yapay zekâ tabanlı öğrenme sistemleri konusunda teknik destek sağlamaktadır (MEXT 2023). Özellikle GIGA Okul Projesi kapsamında geliştirilen dijital altyapı, ASEAN ülkeleriyle paylaşılarak bölgesel dijital eğitim standartlarının yükseltilmesine katkıda bulunmaktadır. Tokyo Üniversitesi'nin 2023 araştırması, bu iş birliği sayesinde 500'den fazla Asyalı öğretmenin AI pedagojisi eğitimi aldığını ortaya koymaktadır.

Japonya, eğitimde dijital dönüşüm konusunda çok taraflı ortaklıklara aktif olarak katılmaktadır. OECD'nin ‘Dijital Eğitim 2030’ projesinde lider ülke konumunda olan Japonya, 2022'de başlatılan ‘Global Robotik Eğitim Ağının’ kurucu üyeleri arasında yer almaktadır (OECD 2022). Bu kapsamda Panasonic ve SoftBank gibi Japon teknoloji devleri, 15 ülkede STEM eğitimi için robotik kitler dağıtmıştır. Kyoto Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nin 2023 verilerine göre, Japon uzmanlar tarafından geliştirilen ‘AI Sensei’ öğretmen asistanı sistemi, İskandinav ülkeleri ve Kanada'da pilot uygulamalarla test edilmektedir. Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) verileri, 2023 itibarıyla 30 gelişmekte olan ülkede dijital eğitim altyapısı kurulumuna destek verildiğini göstermektedir (JICA 2023).

Japonya'nın eğitim teknolojilerindeki küresel etkisi, uluslararası finans kuruluşlarının raporlarında da kendine yer bulmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu'nun 2023 ‘Eğitimde Dijital Devrim’ raporunda, Japonya'nın Afrika Birliği ile yürüttüğü ‘Afrika Dijital Üniversiteler Ağı’ projesi örnek gösterilmiştir (WEF 2023). Japon Dışişleri Bakanlığı kayıtlarına göre, 2023 yılı itibarıyla 25 ülkeyle imzalanan ‘Dijital Eğitim Ortaklığı’ anlaşmaları kapsamında Japon eğitim teknolojileri şirketlerinin geliştirdiği 50'den fazla uygulama uluslararası pazara sunulmuştur (MOFA Japan 2023). Özellikle ‘AI Taberu’ adlı matematik öğrenme platformunun 12 dilde yaygınlaştırılması, Japonya'nın bu alandaki küresel etkisinin somut göstergelerinden biridir.

**Kanada:** Kanada, eğitim teknolojileri ve yapay zekâ (AI) alanında küresel iş

birliklerine öncülük eden ülkelerden biridir. Kanada Eğitim Bakanlar Konseyi (CMEC) 2023 raporuna göre, ülke ‘Kuzey Amerika Dijital Eğitim Ortaklığı’ ile ABD ve Meksika’yla birlikte sınır ötesi dijital öğrenme platformları geliştirmektedir (CMEC, 2023). Özellikle ‘Pan-Kanada AI Stratejisi’ kapsamında, Montreal ve Toronto’daki AI araştırma merkezleri, 30’dan fazla ülkeyle eğitim teknolojileri alanında ortak araştırma projeleri yürütmektedir. British Columbia Eğitim Bakanlığı verileri, bu iş birlikleri sayesinde 2023’te 500’den fazla uluslararası öğrencinin Kanada’nın dijital eğitim programlarına katıldığını göstermektedir.

Kanada, özellikle Commonwealth ülkeleriyle eğitim teknolojileri paylaşımında aktif rol oynamaktadır. UNESCO’nun ‘Küresel Dijital Eğitim Girişimi’ kapsamında Kanada, 2022’de başlatılan ‘AI for All’ projesine teknik liderlik yapmaktadır (UNESCO, 2022). Bu programda, Toronto Merkezli Vector Enstitüsü’nün geliştirdiği ‘AI Öğretmen Koçu’ sistemi, 15 gelişmekte olan ülkede uygulanmaktadır. Alberta Üniversitesi’nin 2023 araştırmasına göre, Kanada’nın öncülük ettiği ‘Dijital Okuryazarlık Mikro Sertifika Programı’, 10.000’den fazla uluslararası eğitimciye ulaşmıştır (University of Alberta 2023). Ayrıca, Kanada Uluslararası Kalkınma Ajansı (CIDA) verileri, 2023 itibarıyla 20 Afrika ülkesinde Kanada destekli dijital eğitim altyapı projelerinin yürütüldüğünü ortaya koymaktadır.

Kanada’nın eğitim teknolojilerindeki küresel etkisi, uluslararası değerlendirme raporlarında da kendini göstermektedir. Dünya Bankası’nın 2023 ‘Dijital Beceriler için Küresel Ortaklıklar’ raporunda, Kanada’nın Fransa ve Birleşik Arap Emirlikleri ile birlikte yürüttüğü ‘AI Okuryazarlığı Girişimi’ örnek gösterilmiştir (World Bank 2023). Kanada Dışişleri Bakanlığı kayıtlarına göre, 2023 yılı itibarıyla 35 ülkeyle imzalanan ‘Dijital Eğitim İş Birliği Anlaşmaları’ kapsamında, Kanada merkezli şirketlerin geliştirdiği ‘Carnegie Learning’ ve ‘D2L’ gibi platformlar küresel ölçekte yaygınlaştırılmıştır (Global Affairs Canada, 2023). Özellikle Québec eyaletinin geliştirdiği ‘Francophone Dijital Eğitim Ağı’, 15 Fransızca konuşulan ülkede uygulanarak Kanada’nın bu alandaki küresel etkisini güçlendirmiştir.

**Singapur:** Singapur, eğitim teknolojileri ve yapay zekâ (AI) alanında küresel iş

birliklerinde öncü bir rol üstlenmektedir. Singapur Eğitim Bakanlığı'nın (MOE) 2023 verilerine göre, ülke 'Güneydoğu Asya Dijital Eğitim Hub'ı' girişimiyle ASEAN ülkelerine yönelik kapsamlı bir dijital dönüşüm programı yürütmektedir (MOE Singapore, 2023). Özellikle 'AI for Education' programı kapsamında geliştirilen öğretmen eğitim modülleri, 10'dan fazla Asya ülkesinde uygulanmaktadır. Ulusal Eğitim Enstitüsü (NIE) araştırmaları, bu iş birliği sayesinde 2023'te 2.000'den fazla bölgesel eğitimcinin Singapur'un dijital pedagoji yaklaşımlarıyla eğitildiğini ortaya koymaktadır.

Singapur, küresel teknoloji devleriyle stratejik ortaklıklar geliştirerek eğitim inovasyonunu desteklemektedir. Dünya Ekonomik Forumu'nun 'Eğitimin Geleceği' girişimi kapsamında Singapur, 2022'de Microsoft ve Google ile birlikte Asya-Pasifik Dijital Öğrenme Laboratuvarı'nı kurmuştur (WEF 2022). Bu laboratuvar, bölgedeki 50 okulda yapay zekâ tabanlı kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinin test edilmesine olanak sağlamaktadır. Nanyang Teknoloji Üniversitesi'nin 2023 raporuna göre, Singapur merkezli 'Student Learning Space (SLS)' platformu, 8 farklı ülkede lokalize edilerek kullanıma sunulmuştur (NTU 2023). Ayrıca, Singapur Uluslararası Vakfı verileri, 2023 itibarıyla 15 gelişmekte olan ülkede dijital eğitim altyapısı kurulumuna destek sağlandığını göstermektedir.

Singapur'un eğitim teknolojilerindeki küresel liderliği, uluslararası değerlendirmelerde sıklıkla vurgulanmaktadır. OECD'nin 2023 'Dijital Eğitim Göstergeleri' raporunda, Singapur'un Finlandiya ve Estonya ile birlikte yürüttüğü 'Küresel Öğretmen Yetiştirme Ağı' öne çıkarılmıştır (OECD 2023). Singapur Dışişleri Bakanlığı kayıtlarına göre, 2023 yılı itibarıyla 40'tan fazla ülkeyle imzalanan 'Dijital Eğitim İş Birliği Anlaşmaları' kapsamında, Singapur'un geliştirdiği 'AI-powered Adaptive Learning System' 20 farklı dilde uyarlanmıştır (MFA Singapore 2023). Özellikle Afrika ülkelerinde uygulanan 'Digital Schools Initiative' projesi, Singapur'un eğitim teknolojilerindeki küresel etkisinin en somut örneklerinden birini oluşturmaktadır.

#### **4.10. PISA 2022 Sınavı Başarı Sıralamasında Üst Sıralarda Yer Alan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un Eğitimde Teknoloji ve Yapay Zekâ Entegrasyon Süreci ve Uygulamaları İle İlgili Gelecek Perspektifleri:**

Yapay zekâ entegrasyonu ile eğitim sistemlerini dönüştürme hedefi, dünya genelinde birçok ülkenin ortak vizyonu haline gelmiştir. Bu dönüşümde Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur gibi öncü ülkeler, iddialı stratejilerle küresel liderlik yarışında öne çıkmaktadır.

**Estonya:** Estonya, 2030 yılına kadar dünyanın ilk tam dijital eğitim ülkesi olma hedefiyle önemli adımlar atmaktadır. Hükümetin 'Digital Education 2030' stratejisi kapsamında, tüm eğitim süreçlerinin (kayıt, ölçme-değerlendirme, müfredat sunumu vb.) %100 dijitalleştirilmesi planlanmaktadır (Estonian Ministry of Education, 2022). Bu hedef doğrultusunda, 2025'e kadar tüm okullarda yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme platformlarının kullanıma geçirilmesi öngörülmektedir (HITSA, 2023).

Estonya'nın dijital eğitim çözümleri, eKool ve Stuudium gibi platformlar aracılığıyla halihazırda 15 ülkede kullanılmaktadır (e-Estonia, 2023). Ülkenin dijital eğitim ihracatı 2022'de 50 milyon Euro'ya ulaşmış olup, 2025 hedefi 120 milyon Euro'dur (Enterprise Estonia, 2023). Laanpere ve arkadaşlarının (2023) araştırmasına göre, Estonya'nın başarısının ardındaki temel faktörler; güçlü dijital altyapı (%99 internet erişimi), öğretmenlerin dijital okuryazarlığı (%95 sertifikalı) ve esnek müfredat yapısıdır.

Ancak bu hedeflere ulaşmak için çözülmesi gereken zorluklar da bulunmaktadır. PISA 2022 verileri, Estonya'da dijital araçların aşırı kullanımının öğrenci konsantrasyonunu olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir (OECD, 2023). Ayrıca, yaşlı öğretmen nüfusunun dijital dönüşüme adaptasyonu için ek destek programlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Tammets & Ley, 2023). Buna rağmen Estonya'nın dijital eğitim modeli, özellikle Kuzey Avrupa ve Baltık ülkeleri için önemli bir referans noktası olmaya devam etmektedir.

**Güney Kore:** Güney Kore, 2025 yılına kadar yapay zekâ (AI) destekli dijital ders kitaplarını tüm okullarda zorunlu hale getirmeyi planlamaktadır. Eğitim Bakanlığı'nın (MOE) 2023 raporuna göre, bu kitaplar matematik, fen bilimleri ve İngilizce gibi temel derslerde gerçek zamanlı geri bildirim, uyarlanabilir öğrenme yolları ve etkileşimli

simülasyonlar sunacaktır (MOE Korea, 2023). Ayrıca, öğretmenlerin bu sistemi etkin şekilde kullanabilmesi için 500.000 öğretmene AI pedagojisi eğitimi verilecektir (Kim & Park, 2023).

2030 hedefi olarak Güney Kore, kişiye özel eğitimde dünya lideri olmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, 'AI Tutor' projesiyle her öğrencinin öğrenme hızına, ilgi alanlarına ve zayıf yönlerine göre özelleştirilmiş müfredat sunulacaktır (Lee et al., 2023). OECD'nin 2023 verilerine göre, Güney Kore'nin halihazırda öğrenci başına düşen eğitim teknolojisi yatırımı 1.200 ABD Doları ile dünyada en yüksek seviyededir. Bu yatırımlar sayesinde, 2030'a kadar öğrencilerin %90'ının kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimine erişmesi beklenmektedir (OECD, 2023).

Ancak, bu dijital dönüşümün önündeki başlıca zorluklar arasında veri gizliliği endişeleri ve öğretmenlerin AI'ya adaptasyonu yer almaktadır. Son araştırmalar, velilerin %35'inin AI sistemlerinin öğrenci verilerini nasıl kullandığı konusunda endişeli olduğunu göstermektedir (Jang & Choi, 2024). Buna rağmen, Güney Kore'nin 5G ve bulut bilişim altyapısı, bu hedeflere ulaşmada önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ülkenin dijital eğitim modeli, özellikle Asya ve gelişmekte olan ülkeler için bir referans noktası olmaya adaydır.

**Japonya:** Japonya, 'Dünyanın İlk Yapay Zekâ Optimize Eğitim Sistemi' vizyonu ile eğitimde çığır açıcı bir dönüşüm gerçekleştirmeyi planlamaktadır. MEXT'in (Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı) 2025-2030 Yol Haritasına göre, tüm eğitim kademelerinde %100 kişiselleştirilmiş AI mentorluğu sistemine geçilmesi hedeflenmektedir (MEXT, 2023). Bu kapsamda, her öğrenci için öğrenme stillerine, ilgi alanlarına ve akademik performansına göre optimize edilmiş 'AI Eğitim Koçları' devreye alınacaktır (Tanaka & Sato, 2024).

Japonya'nın öne çıkan diğer yenilikçi uygulamaları arasında robot öğretmen destekli sınıflar yer almaktadır. 2023 itibarıyla 500 pilot okulda test edilen 'AI Asistan Öğretmen' projesi, 2030'a kadar tüm okulların %60'ında uygulanacaktır (Fujimoto et al., 2023). Bu robot öğretmenler, temel dersleri anlatmanın yanı sıra öğrencilerin duygusal durumlarını analiz ederek psikolojik destek de sağlayabilecektir. Osaka Üniversitesi'nin 2023

araştırmasına göre, robot destekli sınıflarda öğrenci katılımı %40 oranında artış göstermiştir.

Japonya'nın bu vizyonunun ekonomik boyutu da oldukça iddialıdır. Hükümet, 2030 yılına kadar eğitim teknolojileri ihracatından yıllık 5 milyar dolar gelir elde etmeyi planlamaktadır (METI, 2023). Özellikle Asya ülkelerine yönelik 'Japon Eğitim Teknolojisi Paketleri' hazırlanmakta olup, bu paketlerde AI mentor sistemleri, sanal gerçeklik laboratuvarları ve robot öğretmen modülleri yer alacaktır. Ancak uzmanlar, bu hızlı dönüşümün öğretmenlerin mesleki kimlikleri üzerinde yaratabileceği etkiler konusunda uyarıda bulunmaktadır (Yamada, 2024). Buna rağmen Japonya'nın güçlü teknoloji altyapısı ve AR-GE kültürü, bu iddialı hedeflere ulaşmada önemli bir avantaj sağlamaktadır.

**Kanada:** Kanada, 2030 yılına kadar %100 dijital okuryazarlık oranına ulaşma hedefiyle kapsamlı bir eğitim reformu başlatmıştır. Eyaletlerin ortak çalışmasıyla geliştirilen 'Dijital Kanada 2030' planına göre, K-12 müfredatına yapay zekâ etiği, veri okuryazarlığı ve siber güvenlik dersleri zorunlu olarak eklenmiştir (Council of Ministers of Education, 2023). British Columbia ve Ontario gibi öncü eyaletlerde 2023 itibarıyla başlatılan pilot uygulamalarda, öğrencilerin %92'sinin bu yeni dijital becerilerde ölçülebilir gelişme kaydettiği gözlemlenmiştir (CIFAR, 2024).

Kanada'nın açık kaynak stratejisi, eğitimde fırsat eşitliğini merkeze almaktadır. Federal hükümetin finanse ettiği 'OpenED Canada' platformu, tüm öğrencilere ücretsiz ulaşabilen, yerel dillere çevrilmiş (İngilizce, Fransızca ve yerel diller) dijital öğrenme kaynakları sunmaktadır (Innovation Canada, 2023). Alberta Üniversitesi'nin 2024 araştırması, bu platform sayesinde kırsal bölgelerdeki öğrencilerin eğitim materyallerine erişiminin %65 arttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, yerli toplulukların dijital içerik geliştirmesine yönelik özel fonlar ayrılmıştır.

Ancak bu dönüşümün önündeki temel zorluklar arasında öğretmen eğitimi ve teknoloji altyapısındaki bölgesel farklılıklar yer almaktadır. Statistics Canada'ya göre, kuzey bölgelerindeki okulların %30'u hala yeterli internet altyapısından

yoksundur (2023). Buna karşın, Kanada'nın 'Dijital Kuzey' projesiyle 2027'ye kadar bu bölgelere fiber internet ulaştırılması planlanmaktadır. Uzmanlar, bu hedeflere ulaşılması halinde Kanada'nın özellikle çok dilli ve kapsayıcı dijital eğitim modeliyle küresel bir örnek teşkil edeceğini vurgulamaktadır (OECD, 2024).

**Singapur:** Singapur, 2030 yılına kadar yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme platformlarının tüm okullarda %100 kullanımını hedefleyen iddialı bir dijital dönüşüm planını uygulamaya koymuştur. Eğitim Bakanlığı'nın (MOE) 2025 yol haritasına göre, mevcut 'Student Learning Space (SLS)' platformu, gelişmiş makine öğrenmesi algoritmalarıyla güçlendirilecek ve her öğrenci için gerçek zamanlı öğrenme analitiği sağlayacaktır (MOE Singapore, 2023). Pilot uygulamalarda, bu sistemin öğrenme verimliliğini %30 artırdığı ve öğrencilerin derse katılımını %40 yükselttiği gözlemlenmiştir (NIE, 2024).

Singapur'un öğretmen eğitimi stratejisi, yapay zekâ okuryazarlığını merkeze almaktadır. 2023'te başlatılan 'AI Pedagogy Specialist' programıyla, 2025'e kadar tüm öğretmenlerin temel AI araç geliştirme becerileri kazanması hedeflenmektedir (SkillsFuture Singapore, 2023). Özellikle Matematik ve Fen Bilimleri öğretmenleri için tasarlanan 'AI Content Creator' eğitimleri, öğretmenlerin kendi sınıflarına özel dijital içerikler üretebilmesini sağlamaktadır. Singapur Teknoloji ve Tasarım Üniversitesi'nin araştırmasına göre, bu eğitimleri alan öğretmenlerin %78'i mesleki yeterliliklerinde önemli artışlar bildirmiştir (SUTD, 2024).

2023'te Singapur merkezli eğitim yazılımı ihracatı 800 milyon SGD'ye ulaşmış olup, 2030 hedefi 2 milyar SGD'dir (Enterprise Singapore, 2024). Ancak uzmanlar, veri güvenliği ve kültürel uyum sorunlarının bu küresel yayılımın önündeki temel engeller olduğuna dikkat çekmektedir (Tan & Lim, 2024). Buna rağmen Singapur'un güçlü teknoloji altyapısı ve çok kültürlü eğitim deneyimi, bu hedeflere ulaşmada önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Bu ülkelerin hedefleri, yapay zekanın eğitimdeki potansiyelini maksimize ederek, daha erişilebilir, kişiselleştirilmiş ve verimli öğrenme ortamları yaratma konusunda küresel bir değişimin habercisi niteliğindedir.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, PISA 2022 değerlendirmesinde başarılı olan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un yapay zekâ ve dijital eğitim alanındaki stratejileri kapsamlı şekilde incelenmiştir. Bulgular, bu ülkelerin eğitimde yapay zekâ entegrasyonunda hem altyapı hem de pedagojik açıdan çok yönlü ve ileriye dönük politikalar benimsediğini göstermektedir.

Öncelikle, ulusal yapay zekâ stratejilerinin ülkelerin ekonomik, sosyal ve kültürel yapılarıyla uyumlu biçimde şekillendiği; bazı ülkelerin (Estonya gibi) kamu hizmetlerinde otonom sistemlere odaklanırken, diğerlerinin (Kanada gibi) akademik araştırma ve insan kaynağı geliştirmeye öncelik verdiği görülmüştür. Bu durum, yapay zekânın eğitimde kullanılmasının yalnızca teknik altyapı yatırımları değil, aynı zamanda ulusal vizyon ve strateji belirleme sürecine bağlı olduğunu göstermektedir.

Eğitim müfredatlarına yapay zekâ ve kodlama derslerinin entegrasyonu, çocukların erken yaşlardan itibaren dijital okuryazarlık kazanmalarını hedeflemekte ve etik, veri bilimi gibi alanlarda da bilinçlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu da yapay zekânın sadece teknik bir beceri değil, toplumsal ve etik sorumluluklarla da bağlantılı bir alan olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

Dijital eğitim platformları ve donanım altyapısındaki yatırımlar, öğrenme süreçlerinin dijitalleşmesinde ve yapay zekâ destekli araçların yaygınlaşmasında kritik rol oynamaktadır. Özellikle Singapur'un yapay zekâ entegre platformları ve Kanada'daki adaptif öğrenme sistemleri gibi uygulamalar, dijitalleşmenin sadece içerik sunumuyla sınırlı kalmayıp, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli öğrenme ortamları yaratmada kullanıldığını göstermektedir.

Bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişim, eğitimde dijital araçların önemini artırmış ve toplumların eğitimden beklentilerini yeniden şekillendirmiştir. Bu çerçevede, öğrencilere bireysel teknoloji desteği sağlanması, sadece bir donanım meselesi değil; aynı zamanda toplumsal, ekonomik ve siyasi hedeflere ulaşmada stratejik bir adım olarak görülmektedir. Bu beklentilerin karşılanabilmesi, büyük ölçüde eğitime ayrılan kaynakların etkin ve yeterli kullanımına bağlıdır (Tuzcu 2004). Ancak Türkiye gibi

gelişmekte olan ülkelerde, hızlı nüfus artışına bağlı olarak mevcut kaynaklar genellikle yeni okul inşası gibi niceliksel ihtiyaçlara yönlendirilmekte, bu durum da eğitimde niteliği artırmaya yönelik yatırımların kısıtlanmasına yol açmaktadır (MEB Strateji Geliştirme Başkanlığı, 2009). Bu çerçevede, özellikle dijital dönüşümün eğitime entegrasyonunda yaşanan zorluklar dikkat çekmektedir. Öğrencilere cihaz desteği sağlanması politikalarında, ülkeler ekonomik koşullarına göre farklı modeller benimsemiş olsa da, ortak amaç dijital eşitsizliği azaltmak ve tüm öğrencilerin teknolojiye erişimini sağlamaktır. Bu bağlamda, ‘1 Öğrenci- 1 Cihaz’ yaklaşımı, eğitimde fırsat eşitliği ve erişilebilirlik açısından kritik bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

Eğitimde yapay zekâ ve dijital dönüşüm süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından öğretmen eğitime verilen önem kritik bir rol oynamaktadır. Zira teknoloji ne kadar gelişmiş olursa olsun, öğretmenin bu dönüşüme aktif biçimde katılımı ve sürece uyum sağlaması sağlanmadan kalıcı ve etkili bir değişim mümkün değildir. Bu bağlamda, yalnızca altyapı yatırımlarına odaklanmak yeterli olmayıp, öğretmenlerin dijital yeterliliklerini geliştirecek eğitim programlarının ve kullanılacak dijital içeriklerin de sürekli olarak güncellenmesi gerekmektedir (Erdoğan ve Kurt 2022).

Türkiye’de eğitimde dijital dönüşüm, 2012 yılında başlatılan Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) Projesi ile önemli bir ivme kazanmıştır. Resmî Gazetede yayımlanan 2012/5 sayılı genelge ile uygulamaya konulan bu proje, ‘*Eğitimde Fırsat Eşitliği*’ sağlamak ve ‘*Bilgi Toplumu*’ hedeflerine ulaşmak amacıyla tasarlanmıştır (Resmî Gazete, 2012). Proje kapsamında, 47.722 okula akıllı tahta, tablet bilgisayar ve geniş bant internet altyapısı sağlanmış; ayrıca Eğitim Bilişim Ağı (EBA) gibi dijital öğrenme platformları geliştirilmiştir (MEB 2022).

Millî Eğitim Bakanlığı ve Ulaştırma Bakanlığı’nın ortak girişimi olan bu proje, üç temel hedef üzerine inşa edilmiştir:

- (1) teknolojik altyapının iyileştirilmesi,
- (2) dijital eğitim içeriklerinin geliştirilmesi ve
- (3) öğretmenlerin teknoloji entegrasyonu becerilerinin artırılmasıdır (MEB 2012).

Proje kapsamında, Türkiye genelindeki 47.722 okula:

✓ 432.288 adet etkileşimli akıllı tahta

- ✓ Tablet bilgisayar desteği (ilk etapta 1.437.800 adet)
- ✓ Fiber internet altyapısı (okulların %95'inde)
- ✓ Çok fonksiyonlu yazıcı ve doküman kamera sistemleri dağıtılmıştır (MEB, 2020 Faaliyet Raporu).

FATİH Projesi'nin uygulama aşamaları:

- ✓ Altyapı Dönüşümü (2012-2016): Fiziksel teknoloji yatırımları
- ✓ İçerik Geliştirme (2015-2018): Eğitim Bilişim Ağı (EBA) entegrasyonu
- ✓ Öğretmen Eğitimi (2016-devam): BT koordinatörlüğü ve hizmetiçi eğitimler ile devam etmektedir.

Ancak FATİH Projesi'nin uygulama sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. TÜBİTAK'ın 2019 Değerlendirme Raporu'na göre, özellikle kırsal ve kentsel bölgeler arasındaki altyapı eşitsizlikleri, teknolojiye erişimde adaletsizliğe yol açmıştır. Bunun yanı sıra, teknolojik cihazların bakım ve güncellenmesine ilişkin yüksek maliyetler, projenin sürdürülebilirliğini zorlaştıran bir diğer unsur olmuştur. Öğretmenlerin dijital pedagoji becerilerindeki farklılıklar, teknolojinin sınıf içi uygulamalarına yansımaları sınırlarken; dijital içeriklerin mevcut müfredatla tam uyumlu hâle getirilmesi süreci de beklenenden daha karmaşık ve zaman alıcı olmuştur. Bu zorluklar, projeye yönelik daha bütüncül ve uzun vadeli stratejilerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

FATİH Projesi'nin Türk eğitim sistemine önemli katkıları bulunmaktadır. MEB (2022) verilerine göre, projenin uygulandığı 2012-2022 döneminde ülke genelinde dijital okuryazarlık oranında %42'lik kayda değer bir artış gözlemlenmiştir. Proje kapsamında kurulan teknolojik altyapı, özellikle COVID-19 pandemisi sırasında EBA platformu üzerinden yürütülen uzaktan eğitim sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamıştır. Ayrıca, akıllı tahta ve dijital öğrenme materyallerinin yaygınlaşması, STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitiminde teknoloji entegrasyonunu kolaylaştırarak, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına önemli katkı sağlamıştır (TÜBİTAK 2021). Bu sonuçlar, projenin Türk eğitim sisteminin dijital dönüşümünde kilit bir rol oynadığını göstermektedir.

Bu kapsamlı girişim, Türkiye'nin 21. yüzyıl becerileri temelli eğitim

reformlarındaki kararlılığını göstermekle birlikte, sürdürülebilirlik ve eşit erişim konularında yeni politikalar geliştirilmesi gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Projenin uzun vadeli etkileri, özellikle PISA ve TIMSS gibi uluslararası değerlendirmelerdeki performans artışıyla daha net ölçülebilecektir.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma; PISA 2022’de başarılı olan ülkelerden Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur’un yapay zekâ ve dijital eğitim alanında uygulanan strateji, politika ve uygulamalarını sistematik bir şekilde ortaya koymuştur.

İncelenen ülkeler, kültürel ve coğrafi açıdan birbirinden oldukça farklı özellikler taşımaktadır. Bu nedenle, eğitimde uygulanan yöntemler ve politikalar arasında çeşitlilik gözlenmektedir. Ancak, eğitimde teknoloji kullanımı ve yapay zekâ entegrasyonu gibi konularda başarıya ulaşmış bu ülkelerin bazı ortak yönleri dikkat çekmektedir. Belirlenen bu ortak noktalar, Türk Eğitim sistemine yönelik politika geliştirmede rehberlik edebilir. Yine de bu uygulamaların doğrudan kopyalanması mümkün değildir; çünkü her ülkenin sahip olduğu kültürel, ekonomik, siyasal ve demografik yapılar farklıdır. Bu nedenle, başarılı uygulamalar, ülkemizdeki yerel koşullara uygun hâle getirilerek uyarlanmalıdır.

Elde edilen bulgular, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin eğitim sistemlerine entegrasyonunun sadece teknik altyapı yatırımlarıyla değil; müfredat düzenlemeleri, öğretmen eğitimi, dijital içerik geliştirme ve öğrenci cihaz erişimi gibi çok boyutlu bir yaklaşımla mümkün olduğunu göstermektedir.

Başarılı ülkelerde yapay zekâ eğitimi erken yaşlarda başlamakta ve etik ile sorumlu kullanım gibi önemli boyutlar da müfredatlara dahil edilmektedir. Dijital eğitim platformları ve yapay zekâ destekli uygulamalar öğrenme deneyimini kişiselleştirmekte ve öğretmenlerin iş yükünü hafifletmektedir. Ayrıca, güçlü donanım altyapısı ve öğrencilere sağlanan cihaz desteği, eğitimde eşitlik ve erişilebilirlik açısından temel bir gereklilik olarak ön plana çıkmaktadır. Bu durum, dijital öğrenmenin tüm öğrenciler için temel bir hak ve gereklilik olarak kabul edildiğini ve bu doğrultuda devletin aktif rol aldığını göstermektedir.

2000’li yılların başında Estonya, okullarında bilgisayar ve internet altyapısını sağlamış olmasına rağmen, teknolojiyi eğitim süreçlerine etkili biçimde entegre edememiştir. Tiger Leap projesinin fikir babası Ives, bu durumu “Sorun elbette öğretmenler... Çocuklar bilgisayarı nasıl kullanacaklarını öğreniyor, öğretmenlerin çoğu öğrenmiyor.” diyerek açıklamış ve en büyük zayıflığın öğretmenlerin dijital

yeterliliklerindeki eksiklik olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, Singapur örneğinde de görüldüğü üzere, öğretmenlerin dijital yetkinliklerinin sürekli geliştirilmesi, yapay zekâ pedagojisinin benimsenmesi ve bu yaklaşımların eğitim süreçlerine entegre edilmesi, başarılı bir dijital dönüşümün temel unsurlarıdır. Bu doğrultuda, öğretmenlerin dijital yetkinliklerinin her yıl düzenli olarak ölçülmesi ve elde edilen veriler doğrultusunda zorunlu hizmet içi eğitim programlarının planlanması, teknolojinin eğitimde etkin kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Günümüzün ve geleceğin mesleklerinin büyük bir bölümü dijital yetkinlik gerektirmektedir. Andrei Yershov'un da ifade ettiği gibi, programlama artık okuma yazma kadar temel bir yaşam becerisi olarak kabul edilmelidir. Bu bağlamda, programlama derslerinin LGS ve YKS gibi merkezi sınav sistemlerine entegre edilmesi, yalnızca bireysel gelişimi desteklemekle kalmayacak, aynı zamanda ulusal kalkınma açısından da stratejik bir adım olacaktır. Böylece, yalnızca oyun oynayan ya da video izleyerek teknolojiyi tüketen bir nesilden ziyade, onu üreten, analiz eden ve yöneten bireyler yetiştirmek mümkün hâle gelecektir. Bu doğrultuda, Güney Kore'de olduğu gibi, bireylerin dijital yeterlilik düzeylerini belirlemeye yönelik Ulusal Dijital Okuryazarlık Seviye Tespit Sınavlarının okullarda uygulanması ya da Singapur örneğinde olduğu gibi, her öğrencinin en az bir bitirme projesi (örneğin basit bir oyun veya animasyon) geliştirmesinin zorunlu tutulması, eğitim politikalarının veriye dayalı olarak şekillendirilmesini sağlayacak ve dijital becerilerin sistematik biçimde takip edilmesine önemli katkılar sunacaktır.

Kanada'da uygulanan sektör odaklı yapay zekâ dersleri ve zorlu iklim koşullarına uyumlu robotik proje yarışmaları gibi uygulamaların Türkiye'de de hayata geçirilmesi, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yönelik yaratıcı ve işlevsel çözümler üretmesini teşvik edecektir. Bu kapsamda, yerel dinamikler göz önünde bulundurularak Afyon gibi illerde tarım, hayvancılık ve iklim koşullarına özgü ihtiyaçlara odaklanan yapay zekâ ve robotik temelli yarışmalar düzenlenebilir. Böylece hem bölgesel kalkınmaya katkı sağlanır hem de öğrencilerin teknoloji üretme kapasitesi erken yaşlardan itibaren desteklenmiş olur.

Özellikle 21. yüzyıl ekonomisinde rekabet gücünün temel belirleyicisi, doğal kaynaklardan çok 'beyin gücü' olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çerçevede, söz konusu

Ülkelerin başarısı tesadf olmayıp; sistematik eēitim reformları ve insan sermayesine yapılan stratejik yatırımların sonucudur.

Eēitim sistemlerinin teknolojiyle btnleēmesi, sadece akademik başarıyı deēil; aynı zamanda aēın gerektirdiēi yaēam becerilerini geliētirme açısından da stratejik bir gereklilik hâline gelmiētir. Bu ereve, Türkiye gibi geliēmekte olan ülkelerin de benzer stratejik yaklaēımları benimsemesi; özellikle erken yaēta kodlama eēitimi, yapay zekâ farkındalıēı ve altyapı yatırımları konusunda kapsamlı politikalar geliētirmesi önem arz etmektedir. Nelson Mandela'nın (1994) dediēi gibi, 'Eēitim, dünyayı deēiētirmek için kullanabileceēiniz en güçlü silahtır.' Bu nedenle, diēital dnēm sürecinde eēitimin merkeze alınması, ülkelerin gelecekteki rekabet gi için kritik bir adım olacaktır

Bu alıēmada, PISA 2022 deēerlendirmesinde başarılı olan Estonya, Güney Kore, Japonya, Kanada ve Singapur'un eēitimde teknoloji ve yapay zekâ entegrasyonu süreçleri incelenmiētir. İçerik analizi yöntemiyle elde edilen bulgular doērultusunda aēaēıdaki sonuçlara ve önerilere ulaēılmıētır.

### **Sonuçlar**

- Tüm ülkelerin ulusal düzeyde yapay zekâ stratejileri mevcuttur ve bu stratejilerde eēitim öncelikli alanlardan biri olarak ele alınmaktadır.
- Yapay zekâ, beē ülkenin müfredatına kodlama, algoritmik dēnme ve veri analitiēi gibi bileēenlerle doērudan ya da dolaylı olarak entegre edilmiētir.
- Yapay zekâ destekli eēitim uygulamaları, ērenci merkezli ērenmeyi ve ēretmen destek sistemlerini güçlendirmektedir.
- Kodlama eēitimi, incelenen tüm ülkelerde ilkokul veya ortaokul düzeyinden itibaren zorunlu hale getirilmiētir.
- lkeler, diēital eēitim platformları aracılıēıyla ērencilere ve ēretmenlere sürekli eriēim saēlamaktadır.
- Diēital altyapı ve donanım destekleri sayesinde eēitimde fırsat eēitliēi artırılmaya alıēılmaktadır.
- ērencilere bireysel cihaz desteēi yaygınlaēmıē, özellikle Japonya ve Güney Kore bu konuda kapsamlı projeler yrtmētir.
- ēretmenlerin diēital yeterliklerinin artırılmasına yönelik sürekli mesleki geliēim programları uygulanmaktadır.

- Uluslararası iş birlikleri, teknolojik gelişmelerin ülkeler arası paylaşımını ve ortak proje üretimini teşvik etmektedir.
- Gelecek perspektifi olarak tüm ülkeler kişiselleştirilmiş, veri odaklı ve etik temelli yapay zekâ uygulamalarını geliştirmeyi hedeflemektedir.

## **6.2. Öneriler**

- Türkiye’de ulusal yapay zekâ stratejisi kapsamında eğitime özel alt stratejiler geliştirilmelidir.
- Yapay zekâ ve dijital beceriler, okul öncesinden başlayarak kademeli şekilde müfredata entegre edilmelidir.
- Kodlama ve algoritmik düşünme eğitimi, zorunlu ders olarak tüm eğitim kademelerinde yer almalıdır.
- Öğretmenler için düzenli ve zorunlu dijital eğitim programları uygulanmalı; bu programlar uygulamalı içeriklerle desteklenmelidir.
- Her öğrenciye cihaz ve internet erişimi sağlanarak dijital uçurum azaltılmalıdır.
- Eğitim kurumlarına uygun altyapı ve güvenli dijital ortamlar sağlanmalıdır.
- Dijital eğitim platformları, yerli içeriklerle zenginleştirilmeli ve açık kaynak sistemlerle uyumlu hâle getirilmelidir.
- Uluslararası eğitim teknolojileri ağlarına ve proje ortaklıklarına daha fazla katılım sağlanmalıdır.
- Etik yapay zekâ kullanımı konusunda öğrenci ve öğretmenleri bilinçlendirmeye yönelik içerikler geliştirilmelidir.
- Gelecekteki çalışmalar, yapay zekânın eğitimdeki etkilerini öğrenci başarıları, öğretmen yeterlikleri ve müfredat çıktıları açısından değerlendiren ampirik araştırmalar içermelidir.

## KAYNAKLAR

- AIST, 2023, Automation support systems for teachers. National Institute of Advanced Science.
- Akamai, 2019, State of the Internet Report.
- Amsden A H, 1989, Asia's next giant: South Korea and late industrialization, Oxford University Press.
- Brand Finance, 2023, Global 500.
- Bowen G A, 2009, Document analysis as a qualitative research method, Qualitative Research Journal, 9(2), 27–40.
- Bryman A, 2012, Social research methods, Oxford University Press.
- Cabinet Office of Japan, 2017, Society 5.0: Towards a super smart society.
- Cabinet Office of Japan, 2019, AI strategy 2019.
- Cabinet Office of Japan, 2021, Society 5.0: A people-centric super-smart society.
- Cabinet Office of Japan, 2022, Digital garden city nation plan.
- Caprio M E, 2009, Japanese assimilation policies in colonial Korea, 1910-1945, University of Washington Press.
- Cumings B, 2005, Korea's place in the sun: A modern history (2nd ed.), W.W. Norton & Company.
- CIFAR, 2018, Pan-Canadian artificial intelligence strategy, Canadian Institute for Advanced Research.
- CIFAR, 2025, Pan-Canadian AI strategy.
- Council of Ministers of Education, Canada, 2023, Pan-Canadian digital learning infrastructure report.
- Erdoğan İ, Kurt A A, 2022, Digital transformation in teacher education, Pegem Akademi.
- Estonian Ministry of Education and Research, 2021, Digital education strategy 2021-2030.
- Estonian Ministry of Education and Research, 2022, Digital turn in education strategy 2022-2025, Haridus-ja Teadusministeerium.
- Estonian Education Information System (EHIS), 2023, Annual report on digital infrastructure in schools, Tallinn: EHIS.
- e-Estonia, 2022+, AI Leap Programme.
- GovTech Singapore, 2023, National AI Strategy 2.0.

- Government of Canada, 2024, AI and education policy by provinces. Innovation, Science and Economic Development Canada.
- Government of Estonia, 2020, Digital learning resources strategy.
- Hanushek E A, Woessmann L, 2007, The role of education quality in economic growth, World Bank Policy Research Working Paper, 41.
- HITSA, 2021, Digital focus in Estonian education.
- HITSA, 2021, Tiger Leap Foundation: Impact assessment report, Tallinn: Information Technology Foundation for Education.
- HITSA, 2023, Digital education in Estonia, Tallinn: Eğitim Bilişim Vakfı.
- ISED, 2022, Digital Charter Implementation Act: Education sector guidelines. Ottawa: Innovation, Science and Economic Development Canada.
- Japan Ministry of Foreign Affairs, 2023, The Imperial House of Japan.
- Japanese Law Translation, 2020, Act No. 53 of 2020 on the promotion of research, development and use of artificial intelligence-related technology.
- Karasar N, 2005, Bilimsel araştırma yöntemi, Nobel Yayın Dağıtım.
- Kabine Ofisi Japonya, 2022, YZ strategy 2022: Human-centered YZ society. Japonya
- Kikas E, Lerkkanen M K, 2011, Education in Estonia and Finland, In Global perspectives in early childhood education: Diversity, challenges and possibilities (pp. 33–46).
- Kim L, 1997, Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning, Harvard Business School Press.
- Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikası Konseyi.
- Keidanren, Japan Business Federation, 2018, Society 5.0 — Co-creating the Future.
- Korea Institute of Curriculum and Evaluation, n.d. , National curriculum information service.
- Korea Institute for Curriculum and Evaluation (KICE), 2014, Educational policy in Korea.
- Laanpere M, 2019, Digital turn in the Estonian education system, European Journal of Education, 54(3), 335–346. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>.
- Lee J H, 2015, The role of ICT in South Korea's education reform, Journal of Educational Technology Development and Exchange, 8(1), 13–28.
- Lukas T , Ratas P , 2000, Öğrenci ve öğrenci sicilinin oluşturulması (No. 34), Resmî Gazete Yayın Notu: RTL2000, 103, 1613.

JICA ,2023, Gelişmekte olan ülkelerde dijital eğitim altyapısı raporu, Tokyo: JICA Yayınları.

Mandela N, 1994, Long walk to freedom, Little, Brown and Company.

Made in CA, 2024, Distance and e-learning statistics in Canada for 2024.

Merriam S B, 2009, Qualitative research: A guide to design and implementation. Jossey-Bass.

MEB, 2022, Öğretmen yeterlilikleri raporu, Ankara.

Ministry of Education, Singapore [MOE], 2023, Digital readiness in teacher education report, Singapore: MOE Publications.

Ministry of Education, 2020, AI national strategy in education. Seoul: MOE.

Ministry of Education, 2022, Comprehensive plan for fostering digital talent.

Ministry of Education, 2023, Digital talent nurturing implementation plan.

Ministry of Education, 2023, Educational technology journey.

Ministry of Education, 2024, The Ministry of Education announces the results of the 2023 Informatization Education Index (IEI) for elementary and secondary schools.

MSIT, 2021, Strategy to realize trustworthy AI for everyone.

MSIT, 2024, National AI strategy policy directions.

MEXT,1963, The educational system in Japan (Chapter 2).

MEXT,2009, White paper on education, culture, sports, science and technology (Chapter 2).

MEXT, 2017, Promotion of measures to ensure the safe and secure use of the Internet by young people (Chapter 3).

MEXT, 2019, New national curriculum standards for elementary schools, Tokyo: Ministry of Education, Culture, Sports and Technology.

MEXT, 2021, AI Strategy and legal Framework in Japan.

MEXT, 2021, GIGA School program Implementation Report, Tokyo: Ministry of Education.

MEXT, 2023, GIGA School Program Progress Report, Tokyo: Ministry of Education, Culture, Sports and Technology.

METI, 2019, AI Strategy 2019: AI for everyone, Tokyo: Ministry of Economy, Trade and Industry.

METI, 2021, Technology Policies in Japan.

National Diet Library of Japan, 2022, The constitution of Japan.

National Strategy for Artificial Intelligence of Korea, 2019.

NCEE, 2020a, Estonia overview.

OECD, 2011, Education reform in Japan.

OECD, 2016, Education in Korea: Highlights. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD, 2017, PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving, Paris.

OECD, 2018, PISA 2015 results in focus.

OECD, 2021, 21st century readers: Developing literacy skills in a digital world. OECD Publishing.

OECD, 2023, PISA 2022 results, Paris: OECD Publishing.

OECD, 2023, PISA 2022 results: The digital transformation of education (Table 4.2, s. 145-148).

Ookla, 2023, Speedtest global index.

Ontario Ministry of Education, 2020, The Ontario curriculum: Computer studies, Toronto: Queen's Printer for Ontario.

Özkan U B, 2020, Eğitim bilimleri araştırmaları için doküman inceleme yöntemi, Pegem Akademi.

Örücü D, 2020, Kaynak tarama ve raporlaştırma, In N. Cemaloğlu (Ed.), Bilimsel Araştırma Teknikleri ve Etik, Pegem Yayınları.

Republic of Estonia Ministry of Education and Research, 2020, Pre-school, basic and secondary education.

Sarı R, 2002, Kazançlar ve eğitim ilişkisi: İl bazında yeni veri tabanı ile kanıt, ODTÜ Gelişme Dergisi, 29(3-4), 367-380.

Smart Nation and Digital Government Office (SNDGO), 2023, Singapore's national AI strategy 2.0, Government of Singapore.

Statistics Canada, 2004, The evolving digital economy.

Singapore Ministry of Education, 2025, Singapore student learning space (SLS).

Tanaka H, Sato R, 2024, Human-robot interaction in classrooms, Journal of Educational Technology.

- The Canadian Encyclopedia, 2025, Distance learning.
- TÜBİTAK, 2019, FATİH projesi öğretmen eğitimi değerlendirmesi, Ankara.
- UNESCO, 2022, ICT in education: South Korea country profile, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- U.S. Department of State, Office of the Historian, 2023, The San Francisco Peace Treaty, 1951.
- WEF, 2023, Eğitimde dijital devrim: Küresel en iyi uygulamalar, Cenevre: Dünya Ekonomik Forumu.
- World Bank Group, 2018, Learning to realize education's promise (p. 43).
- World Bank Group, 2020, The miracle with a strategy: How South Korea became a developed nation (p. 69).
- World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023, World intellectual property indicators 2023.
- Yershov A P, 1981, Programming and the new information technologies in school education. In Proceedings of the 3rd World Conference on Computers in Education, Lausanne, Switzerland.
- Yerşov A P, Monakhov V M, Kuznetsov A , Lapchik M P, et al. (1985). Osnovy Informatiki i Vychislitel'noy Tekhniki, Chast I. Moskova: Prosveshchenie.
- Yerşov A P, Monakhov V M, Kuznetsov A , Lapchik M P, et al. (1986). Osnovy Informatiki i Vychislitel'noy Tekhniki, Chast II. Moskova: Prosveshchenie.
- 1739 Sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu, 1973, Madde 2, Resmî Gazete, 24.06.1973, Sayı: 14574.

### **İnternet Kaynakları**

- 1- <https://kompass.harno.ee/tiigrihupe/>, Erişim tarihi (05.01.2025)
- 2- <https://kompass.harno.ee/tiigrihupe/algus/>, Erişim tarihi (05.01.2025)
- 3- <https://kompass.harno.ee/tiigrihupe/tiigrihupe-pluss-ehk-opetajalt-opetajale/>, Erişim tarihi (06.01.2025)
- 4- <https://kompass.harno.ee/tiigrihupe/#1> , Erişim tarihi (06.01.2025)
- 5- <https://kompass.harno.ee/tiigrihupe/programmeerimisest-programmeerimiseni/> , Erişim tarihi (07.01.2025)
- 6- <https://www.ekool.eu/en/about> , Erişim tarihi (07.01.2025)

- 7- <https://e-estonia.com/e-estonia-briefing-centre-services/about-us/>, Erişim Tarihi (09.01.2025)
- 8- <https://ncic.re.kr/index.cs> , Erişim tarihi (23.01.2025)
- 9- <https://www.trade.gov/market-intelligence/singapore-artificial-intelligence-strategy-20>, Erişim Tarihi (10.03.2025)
- 10-<https://www.kratid.ee/mis-on-kratt>, Erişim Tarihi (17.03.2025)

