

Akıllı Uzmanlaşma İçin Analitik Metodoloji Çerçeve Önerisi

Mehmet KARAMAN¹

¹Dr. A., İstanbul Ticaret Üniversitesi / Sanayi Politikaları ve Teknoloji Yönetimi A.B.D.,
mehmet.karaman@istanbulticaret.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4576-4891

Özet: Bu çalışma, akıllı uzmanlaşma politikalarının hem bölgesel kalkınma hem de sanayi politikası planlamasında daha etkin biçimde kullanılabilmesi için geliştirilen yeni bir analitik metodoloji çerçevesini tanıtmaktadır. Önerilen yaklaşım, sektörel önceliklerin belirlenmesinde yalnızca tek boyutlu göstergelere dayanmaktan ziyade, üretim bağlantıları, dış ticaret rekabet gücü, ekonomik çeşitlenme ve uzmanlaşma dinamiklerini birlikte ele alan bütüncül bir bakış açısı sunar. Metodolojik yapı, Leontief girdi-çıkı modeli, karşılaştırmalı ihracat avantajı (RCA), sektörel çeşitlilik ölçütleri (Theil ve HHI indeksleri) ile teknoloji döngüsü süresi ve bileşik karar endeksi gibi bileşenlerin entegrasyonuna dayanmaktadır. Model, Türkiye imalat sanayiine ait 2020 yılı verileri üzerinden uygulanmış; elde edilen sonuçlar sektörlerin dönüşüm kapasitelerini, yatırım önceliklerini ve politika yönelimlerini ortaya koymuştur. Bulgular, bu bütüncül analitik çerçevenin, bölgesel akıllı uzmanlaşma stratejilerinde kanıta dayalı karar alma süreçlerini güçlendiren pratik bir politika aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Uzmanlaşma, Sanayi Politikası, Sektörel Önceliklendirme

An Analytical Methodological Framework Proposal for Smart Specialisation

Abstract: This study proposes an integrated analytical methodology framework for applying smart specialisation policies in regional industrial policy planning. The proposed framework introduces a multidimensional approach to sectoral prioritisation by integrating indicators of production interlinkages, trade competitiveness, diversification, and specialisation. The methodology is built upon the Leontief input-output model, revealed comparative advantage (RCA), industrial diversification measures (Theil, HHI), and a composite strategic priority index. It is tested on the Turkish manufacturing industry using 2020 data, evaluating sectoral transformation paths, investment priorities, and policy implications. The results demonstrate that the analytically designed framework strengthens evidence-based decision-making in regional smart specialisation policies.

Key Words: Smart Specialisation, Industrial Policy, Sectoral Prioritisation

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte üretim yapılarının dönüşümü, teknolojik ilerlemelerin hız kazanması ve yeşil-dijital geçiş süreçlerinin ekonomik sistemleri yeniden şekillendirmesi, sanayi politikalarının analitik temelde yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle sanayi 4.0, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir üretim gibi eğilimler, politika tasarımıyla sektörel farklılaşmayı ve veriye dayalı karar destek mekanizmalarını ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, ulusal ve bölgesel düzeyde akıllı uzmanlaşma (Smart Specialisation – S3) politikaları, yenilik ve sanayi politikalarının entegrasyonunu sağlayan yeni bir yönetim paradigması olarak öne çıkmaktadır.

Avrupa Birliği'nin 2010'lu yılların başında uygulamaya koyduğu akıllı uzmanlaşma stratejileri (Foray, 2015), bölgelerin mevcut ekonomik yapıları, teknolojik kapasitesi ve yenilik potansiyelleri doğrultusunda farklılaşmasını hedeflemiştir. Bu yaklaşım, kalkınma politikalarında “herkes için aynı reçete” anlayışını reddeder ve yerel yetkinliklerin seçici biçimde desteklenmesine dayanır. Ancak bu stratejilerin sahada başarılı olabilmesi, büyük ölçüde sağlam analitik temellere oturmuş karar çerçevelerinin oluşturulmasına ve politika

süreçlerinin ölçülebilir göstergelerle desteklenmesine bağlıdır.

Son yıllarda akıllı uzmanlaşma stratejilerinin uygulamasında karşılaşılan temel sorunlardan biri, sektörel önceliklerin belirlenmesinde kullanılan analitik araçların sınırlılığıdır. Mevcut yöntemler çoğu zaman yalnızca istihdam veya ihracat gibi tek boyutlu göstergelere dayanmakta; sektörlerin üretim bağlantısalılığı, dış ticaret rekabeti, çeşitlenme kapasitesi ve yapısal dayanıklılığı gibi çok boyutlu etkileşimleri yeterince yansıtamamaktadır (Hausmann & Hidalgo, 2014; Go vd., 2019). Oysa sanayi ekosistemlerinin karmaşık doğası, ekonomik çeşitlenme ve uzmanlaşmanın aynı anda değerlendirildiği bütüncül bir metodolojik yaklaşımı gerektirmektedir.

Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak, akıllı uzmanlaşma politikalarının etkin bir şekilde uygulanabilmesi için geliştirilen çok boyutlu bir “Analitik Metodoloji Çerçevesi” sunmaktadır. Önerilen çerçeve, sektörel önceliklendirmede üretim bağlantısalılığı, dış ticaret rekabet gücü, sektörel çeşitlilik ve uzmanlaşma göstergelerini bütünleştirerek kanıta dayalı bir karar destek sistemi oluşturur. Böylelikle politika yapıcılarının yatırım, dönüşüm ve hazırlık sektörleri

arasında dengeli ve ölçülebilir bir kaynak tahsisi yapılabilmesi için temel bir çerçeve ortaya konulmaktadır.

Çalışma, hem teorik hem de metodolojik olarak iki düzeyde katkı sağlamaktadır. Teorik açıdan, ekonomik karmaşıklık, endüstriyel çeşitlenme ve orta gelir tuzağından çıkış literatürünü akıllı uzmanlaşma paradigmasıyla ilişkilendirmektedir (Lin & Wang, 2020; Lee, 2021). Metodolojik açıdan ise Leontief girdi-çıkış modeli, ortalama yayılma uzunluğu (APL), Hirschman bağlantı katsayıları, karşılaştırmalı ihracat avantajı (RCA) ve sektörel çeşitlilik indeksleri (HHI, Theil) gibi göstergeleri birleştirerek çok kriterli bir bileşik endeks tasarlanmaktadır.

Analiz Türkiye imalat sanayiine uygulanmış ve 2020 yılı verileri üzerinden sektörel öncelikler belirlenmiştir. Bulgular, sektörlerin yalnızca üretim hacimleriyle değil, aynı zamanda ekonomiye olan bağlantısalıkları ve dış ticaretteki rekabet yoğunluklarıyla da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle önerilen metodoloji, ulusal ve bölgesel düzeyde politika yapıcılar ve planlama kurumları için stratejik karar alma süreçlerinde kullanılabilecek özgün bir araç sunmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, sanayi politikalarının geleneksel, normatif yönelimlerden çıkarılarak veriye dayalı, sistematik ve çok boyutlu bir analitik temele oturtulması gerektiği varsayımına dayanmaktadır.

2. AKILLI UZMANLAŞMA: KAVRAMSAL TEMELLER VE POLİTİKA EVRİMİ

Akıllı uzmanlaşma kavramı, 2000'li yılların ortalarından itibaren yenilik, sanayi ve bölgesel kalkınma politikalarının kesişim noktasında ortaya çıkan ve giderek politika tasarımı merkezli bir rol kazanan bir yaklaşımdır. Kavram, temelde bölgelerin mevcut üretim yetkinlikleri ve bilgi tabanlı avantajlarını dikkate alarak, sınırlı kaynakların en yüksek ekonomik ve teknolojik dönüşüm potansiyeline sahip alanlara yönlendirilmesini öngörür (Foray, David & Hall, 2009; Foray, 2015). Bu yönüyle akıllı uzmanlaşma, her bölgenin kendi “benzersiz öğrenme ve yenilikçi kapasitesini” (McCann & Ortega-Argilés, 2013) harekete geçirmeyi hedefleyen, farklılaştırılmış bir kalkınma yaklaşımı sunar.

2.1. Kavramsal Çerçeve

Akıllı uzmanlaşma yaklaşımı, temelde üç kuramsal dayanak üzerine oturmaktadır:

- (i) evrimsel ekonomi ve bilgi temelli büyüme teorileri,
- (ii) yenilik sistemleri yaklaşımı,
- (iii) endüstriyel kalkınma ve yapısal dönüşüm literatürü.

Evrimsel ekonomi perspektifinde, ekonomik sistemler sürekli bir çeşitlenme süreci içindedir ve bölgelerin yenilikçi potansiyelleri, geçmişte geliştirdikleri bilgi tabanlarıyla yakından ilişkilidir (Nelson & Winter, 1982). Bu nedenle, bölgeler arasındaki kalkınma farkları yalnızca faktör donanımıyla değil, aynı zamanda bilgi üretme ve yeni faaliyetlere yönelme kapasiteleriyle açıklanabilir. Yenilik sistemleri yaklaşımı ise (Freeman, 1987; Lundvall, 1992), bölgelerin ekonomik performansını belirleyen temel unsurun, bilgi akışlarını kolaylaştıran ve etkileşimleri yöneten kurumsal yapı olduğunu vurgular.

Bu iki yaklaşımın birleşiminden doğan akıllı uzmanlaşma paradigması, üretim yapılarında yukarı yönlü dönüşüm süreçlerini teşvik etmektedir. Rodrik (2004) ve Hausmann & Hidalgo (2014) tarafından geliştirilen “yapısal dönüşüm” ve “ekonomik karmaşıklık” yaklaşımları, bu kavramsal çerçevenin analitik temellerini oluşturmuştur. Buna göre, ülkeler ve bölgeler yalnızca mevcut üretim yeteneklerini derinleştirerek değil, bunları komşu ve ilişkili sektörlerle doğru genişleterek kalkınabilirler ve bu durum, akıllı uzmanlaşmanın özündeki “ilişkili çeşitlenme” kavramının teorik dayanağını oluşturur (Hidalgo vd., 2007).

2.2. Politika Evrimi ve Avrupa Deneyimi

Akıllı uzmanlaşma stratejisi ilk kez Avrupa Komisyonu tarafından, 2010 yılında yayımlanan “Europe 2020” stratejisinin bir parçası olarak gündeme alınmıştır. Foray (2015) tarafından geliştirilen ve Avrupa Komisyonu’nun Bölgesel Politika Genel Müdürlüğü tarafından uygulamaya geçirilen bu model, bölgesel inovasyon politikalarının merkezine “kanıta dayalı seçiciliği” yerleştirmiştir.

S3 yaklaşımı, bölgelerin öncelik belirleme sürecini yalnızca nicel göstergelere dayandırmak yerine, “(EDP)” adı verilen girişimci keşif mekanizması aracılığıyla yürütür. Bu süreçte, kamu kurumları, özel sektör, üniversiteler ve sivil toplumun katılımıyla bölgenin özgün rekabet avantajlarının tanımlanması amaçlanır (McCann & Ortega-Argilés, 2014). Böylece, bölgesel düzeyde “yönlendirilmiş keşif” ve “seçici müdahale” prensipleri hayata geçirilir.

Avrupa deneyimi göstermektedir ki, akıllı uzmanlaşma stratejilerinin başarısı, yalnızca

teknolojik alanların doğru seçilmesine değil, aynı zamanda kurumsal kapasite, veri altyapısı ve analitik karar destek sistemlerinin gelişmişliğine de bağlıdır. Andreoni & Chang (2019), akıllı uzmanlaşma uygulamalarının birçok bölgede yalnızca liste temelli bir öncelik belirleme aracı olarak kullanıldığını, oysa asıl amacının dinamik bir öğrenme ve uyum süreci olması gerektiğini vurgular.

2.3. Akıllı Uzmanlaşmanın Gelişmekte Olan Ekonomilerdeki Önemi

Gelişmekte olan ülkeler açısından akıllı uzmanlaşma, orta gelir tuzağından çıkışta yeni bir sanayi politikası paradigması sunmaktadır. Lin & Wang (2020) ile Lee (2021), bu tür ekonomilerin yüksek teknolojiye doğrudan sıçrama (leapfrogging) yerine, mevcut üretim yapılarından ilişkili sektörlerle kademeli geçiş stratejileri izlemeleri gerektiğini belirtmektedir. Akıllı uzmanlaşma bu bağlamda, yerli üretim ekosistemlerinin yetkinlik tabanlı evrimini destekleyen bir yönetim aracıdır.

Türkiye gibi orta gelirli ekonomilerde, sektörel yapının çoğu zaman düşük-orta teknoloji üretimlerine dayandığı ve dışa bağımlı ara girdi zincirlerinin ekonomiyi kırılganlaştırdığı göz önüne alındığında, akıllı uzmanlaşma yaklaşımı, hem üretim derinliğini artırmak hem de bölgesel farklılaşmayı güçlendirmek açısından kritik öneme sahiptir. Bu yönüyle akıllı uzmanlaşma, yalnızca bir inovasyon politikası aracı değil, aynı zamanda sanayi politikasının yönlendirme kapasitesini güçlendiren bir stratejik planlama aracıdır.

2.4. Akıllı Uzmanlaşma ve Analitik Karar Destek İhtiyacı

Akıllı uzmanlaşma süreçlerinin uygulama aşamasında karşılaşılan temel zorluklardan biri, sektörel önceliklerin belirlenmesinde kullanılan analitik araçların yetersizliğidir. Çoğu bölgesel planlama pratiğinde, kararlar sezgisel veya politika önceliklerine dayalı olarak alınmakta; üretim bağlantısallığı, dış ticaret rekabeti, sektörel çeşitlilik veya teknolojik yoğunluk gibi göstergeler bütüncül bir biçimde değerlendirilmemektedir (Salinas vd., 2022).

Bu eksiklik, akıllı uzmanlaşmanın özünde yer alan “kanıta dayalı seçicilik” ilkesini zayıflatmaktadır. Bu nedenle, literatürde giderek artan biçimde, çok kriterli karar verme (AHP, TOPSIS, Entropy) ve ağ analizi yaklaşımlarının sektörel önceliklendirme sürecine entegre edilmesi önerilmektedir (Go vd., 2019). Bu yaklaşımlar, ekonomik karmaşıklık, üretim bağlantısallığı ve rekabet gücü göstergelerini bir

araya getirerek, dinamik bir akıllı uzmanlaşma ölçüm sistemi oluşturma potansiyeline sahiptir.

Bu bağlamda, mevcut çalışma, akıllı uzmanlaşmanın kavramsal çerçevesini analitik olarak genişleterek, sektörel önceliklendirmeye yönelik çok boyutlu bir metodolojik tasarım önermektedir. Bu tasarım, yalnızca teorik bir katkı değil, aynı zamanda politika düzeyinde uygulanabilir bir karar destek sisteminin temelini oluşturmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada sektörel önceliklendirme, girdi-çıkı (I-O) temelli yapısal çözümleme ile ticaret-rekabetçilik, çeşitlilik, teknoloji çevrim süresi ve dinamik göstergeleri bütünleştiren analitik bir metodolojiyle yürütülmüştür. Araştırma betimleyici-açıklayıcı nitelikte olup, karar destek odaklı karma yöntem yaklaşımıyla yapılandırılmıştır. Modelin çekirdeğinde Leontief tersine dayalı bağlantı haritalama ve sektörel ayrıştırma; bunun üzerine çok ölçütlü bir bileşik endeks tasarımı (ağırlıklı puanlama) yer almakta; böylece hem sistemik özellikler (çarpan, şok yayılımı) hem de sektörlerin özgül karakteristikleri eşzamanlı değerlendirilmektedir.

3.1. Analitik Yaklaşımın Temel Yapısı

Geliştirilen bütünleşik yaklaşım üç temel aşamadan oluşur: (i) yapısal bağlantı analizi, (ii) çok ölçütlü değerlendirme çerçevesi ve (iii) bileşik endekslerin oluşturulması ile yapılan önceliklendirme şeklindedir.

Model, üretim yapısındaki girdi-çıkı ilişkilerini ekonominin yapısal omurgası olarak ele alırken; buna paralel olarak sektörlerin dış ticaret performansını, teknoloji yenilenme döngüsünü, iç çeşitlilik düzeyini ve zaman içindeki dinamik eğilimlerini aynı çerçevede bütünleştirir.

3.2. Veri Kaynakları ve Kapsam

Analizler, imalat sanayiine ilişkin çok boyutlu göstergeleri kapsayan uluslararası veri setlerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan tüm veri kaynakları, farklı analitik bileşenlerin gerektirdiği düzey ve dönem özelliklerine göre seçilmiştir. Bu yönüyle çalışma, girdi-çıkı tabloları, dış ticaret, patent ve ekonomik kompleksite verilerini bütüncül bir analitik çerçevede birleştirmektedir. Tablo 1 'de analizde kullanılan veriler ve kaynakları gösterilmektedir.

Girdi-Çıktı Analizi kapsamında, kilit sektör belirleme, ileri ve geri bağlantı katsayılarının hesaplanması için OECD Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables (2023 sürümü) kullanılmıştır. Veri seti, 1995–2020 döneminde 76 ülke ve 45 sektörü kapsamaktadır. Tablolar, ISIC Rev.4 sınıflamasına göre düzenlenmiş olup, sektörler arası akışların yanı sıra katma değer, ihracat–ithalat oranı ve toplam çıktı gibi göstergeleri içermektedir. Bu değişkenler, sektörel bağlantısallık ve ekonomik etki katsayılarının hesaplanmasında doğrudan kullanılmıştır.

Ekonomik Kompleksite (ECI) analizinde yine OECD ICIO (2023) tablolarındaki toplam çıktı değerlerinden yararlanılmış, sektörlerin üretim çeşitliliği ve karşılıklı bağımlılığı dikkate alınarak ekonomik kompleksite endeksi hesaplanmıştır.

Karşılaştırmalı Üstünlük (RCA) analizleri için CEPİI–BACI (UN Comtrade) veri tabanı kullanılmıştır. Bu veri seti, HS96 (Harmonized System) kod sisteminde 200 ülke ve yaklaşık 5000 ürün için 6'lı ürün düzeyi detayında 1996–2023 dönemini kapsamaktadır. RCA değerleri, sektörel rekabet gücünü ve ihracat uzmanlaşma düzeyini ölçmek üzere bu veri setinden türetilmiştir.

Sektörel ve Sektör İçi Çeşitlilik analizleri, yine CEPİI–BACI veri setinden elde edilen ihracat verileriyle yürütülmüş, Herfindahl-Hirschman (HHI), Theil ve Gini indeksleri kullanılarak ürün ve sektör içi çeşitlilik ölçülmüştür. Böylece hem sektörler arası çeşitlenme hem de ürün alt-segmentlerinde farklılaşma düzeyleri nicel olarak değerlendirilmiştir.

Teknoloji Döngüsü Analizi için U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) – PatentsView.org veri setleri kullanılmıştır. Bu veri setinde 2002–2024 döneminde kabul edilen patent kayıtları temel alınmış; patentlerin ortalama yaşam döngüsü süresi, yenilik yoğunluğu ve teknoloji yenilenme hızını temsil eden göstergeler elde edilmiştir.

Farklı veri setleri arasında uyum sağlamak amacıyla, Lio ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen ürün dönüşüm tabloları kullanılmıştır. Bu dönüşüm tabloları, HS96 ürün kodları ile ISIC Rev.4 sektör kodları arasındaki eşleştirmeyi sağlamış, böylece ticaret, üretim ve patent verilerinin aynı analitik düzlemde bütünleştirilmesi mümkün olmuştur (Lio vd., 2020).

3.3. Yapısal Bağlantı Analizi , (Girdi-Çıktı (I-O) Temeli)

Yapısal bağlantı göstergeleri, Hirschman (1958) ve Rasmussen (1956) tarafından geliştirilen girdi-çıktı (Input-Output, I-O) analizine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, üretim sisteminde sektörler arası etkileşimi ölçerek ekonomik yapının bağlantısallık düzeyini ortaya koyar. Analizin temelinde Leontief ters matrisi yer alır ve şu şekilde tanımlanır:

$$B = (I - A)^{-1} \quad (1)$$

Burada: B toplam gereksinim (Leontief ters) matrisi; I birim matris; A teknik katsayılar matrisidir.

Geri ve ileri bağlantı katsayıları, her sektörün üretim zinciri içindeki yukarı ve aşağı yönlü bağımlılığını göstermek üzere aşağıdaki biçimde hesaplanır:

$$BL_i = (\sum_j b_{ji}) / n, \quad FL_i = (\sum_j b_{ij}) / n \quad (2)$$

Burada; BL_i i sektörünün geri bağlantı katsayısı; FL_i i sektörünün ileri bağlantı katsayısı; b_{ij} Leontief tersindeki $i \rightarrow j$ etkisini; b_{ji} $j \rightarrow i$ etkisini; n toplam sektör sayısını ifade eder. BL ve FL ekonominin ortalamasının üzerinde olduğunda sektörler kilit sektör olarak tanımlanır.

3.4. Çok Ölçütlü Değerlendirme Çerçevesi

Bu aşamada göstergeler kapsama duyarlı normalizasyonla karşılaştırılabilir hâle getirilir ve bileşik skorlara dönüştürülür. Kullanılan ana gösterge grupları ve formül tanımları aşağıdadır. Her formülden sonra sembollerin anlamları açıklanmıştır.

Tablo 1: Analizde kullanılan veri kaynakları

Analiz Türü	Veri Seti ve Kaynağı	Birim / Dönem	Açıklama
Girdi-Çıktı Analizi	OECD ICIO Tabloları (2023)	ISIC Rev.4, 1995–2020	76 ülke, 45 sektör; ileri–geri bağlantı katsayıları, katma değer ve dış ticaret oranları.
Ekonomik Kompleksite (ECI)	OECD ICIO Tabloları (2023)	ISIC Rev.4, 1995–2020	Toplam çıktı verisiyle kompleksite endeksi hesaplanmıştır.
Karşılaştırmalı Üstünlük (RCA)	CEPII–BACI (UN Comtrade)	HS96, 1996–2023	200 ülke, 6'lı ürün düzeyinde ,5000 ürün; RCA göstergeleri.

Sektörel / Sektör İçi Çeşitlilik	CEPII–BACI (UN Comtrade)	HS96, 1996–2023	HHI, Theil, Gini indeksleriyle çeşitlilik analizi.
Teknoloji Döngüsü Analizi	USPTO – PatentsView.org	2002–2024	Kabul edilen patentler üzerinden ortalama teknoloji döngü süresi hesaplanmıştır.

Kaynak: Yazar

3.4.1. Çeşitlilik (Diversity)

Ekonomik sistemlerde çeşitlilik (diversity), üretim yapısının esneklik ve yenilenme kapasitesini temsil eder. Yüksek çeşitlilik, bir ekonominin dar ürün veya pazar bağımlılığından uzaklaştığını ve olası dışsal şoklara karşı dayanıklılığının arttığını gösterir. Sanayi politikası açısından çeşitlilik, hem sektörler arası üretim farklılaşması hem de sektör içi ürün zenginliği anlamına gelir. Akıllı uzmanlaşma literatüründe (Hausmann & Hidalgo, 2014), çeşitlilik düzeyi, bir bölgenin “yakın teknolojik alanlara geçiş kapasitesi” ve “yeni üretim alanlarını öğrenebilme yeteneği” ile doğrudan ilişkilendirilir. Bu nedenle, sektörel önceliklendirmede çeşitlilik göstergeleri, ekonomik karmaşıklık ve dönüşüm potansiyelinin temel belirleyicilerinden biridir.

Bu çalışmada sektör içi çeşitlilik, yoğunlaşma (concentration) ve entropi temelli ölçütlerin birlikte kullanımıyla hesaplanmıştır. Yoğunlaşma, üretimin belirli alt ürünlerde toplanma derecesini; entropi ise ürün dağılımının düzensizlik veya bilgi içeriği düzeyini ölçer. İki göstergenin birlikte değerlendirilmesi, hem sektörün üretim homojenliğini hem de ürün uzayında ne kadar geniş bir alana yayıldığını gösterir.

Sektör içi çeşitlilik, Theil/HHI yoğunlaşma ve RCA çeşitlilik oranının birleşik kullanımıyla ölçülmektedir.

HHI, bir sektörün üretim veya ihracat yoğunlaşma düzeyini ölçer ve alt ürün paylarının karelerinin toplamına eşittir. Düşük HHI değeri yüksek çeşitliliği, yüksek HHI değeri ise yoğunlaşmış üretimi ifade eder.

$$HHI = \sum_i s_i^2 \quad (3)$$

Burada; HHI Herfindahl–Hirschman endeksi; s_i i alt-ürünün toplam üretim/ihracat içindeki payıdır.

Theil endeksi, gelir veya üretim dağılımlarındaki eşitsizlik ve bilgi içeriğini ölçmekte kullanılır. Bu analizde, sektör içindeki ürün çeşitliliğini ölçmek için uygulanmıştır.

$$T = (1/N) \cdot \sum_i (x_i / \bar{x}) \cdot \ln(x_i / \bar{x}) \quad (4)$$

Burada; T Theil entropi endeksi; N alt-ürün sayısı; x_i i alt-ürünün değeri; $\bar{x}$ ortalama değerdir.

Sektörlerin karşılaştırılabilir olması için Theil değerleri normalize edilmiştir. Bu durumda yüksek çeşitlilik, normalize edilmiş düşük entropiyle ters orantılıdır.

$$Diversity_i = 1 - (T_i / T_{max}) \quad (5)$$

Burada; $Diversity_i$ i sektörünün normalize çeşitlilik skoru; T_i i sektörünün Theil değeri; T_{max} gözlenen maksimum Theil değeridir.

3.4.2. Rekabetçilik ve Ticaret Derinliği

Sanayi politikası açısından rekabetçilik göstergeleri, ülkelerin yapısal dönüşüm kapasitesini, ihracatın teknoloji yoğunluğunu ve yerli üretimin küresel değer zincirleriyle entegrasyon düzeyini değerlendirmede kritik rol oynar (Hausmann & Hidalgo, 2014; Lin & Wang, 2020). Ticaret derinliği ise bir sektörün ihracat ve ithalat dengesini, ithal girdi bağımlılığını ve ürün çeşitliliğini aynı çerçevede analiz etmeyi mümkün kılar.

Bu çalışmada, sektörlerin dış ticaret performansı dört ana bileşen üzerinden ölçülmektedir:

- (i) Karşılaştırmalı Üstünlük (RCA),
- (ii) Net İhracat Oranı (NER),
- (iii) İhracat Payı ve İthal Girdi İçeriği (EXPOshare, ICESHR),
- (iv) Rekabetçi Ürün Çeşitliliği (RCAdiv).

Bu göstergeler, normalize edilerek Birleşik Ticaret Rekabet Skoru (TradeScore) altında bütünleştirilmiştir.

RCA) Balassa (1965) tarafından geliştirilen bir ölçüttür ve bir sektörün ihracat yapısının dünya ortalamasına göre ne derece uzmanlaşmış olduğunu gösterir. RCA değeri 1’in üzerinde ise, sektörün uluslararası pazarda rekabet avantajı olduğu kabul edilir.

$$RCA_i = (X_i / X_t) \div (X_{wi} / X_{wt}) \quad (6)$$

Burada; RCA_i i sektörünün karşılaştırmalı ihracat avantajı; X_i ülke i sektörünün ihracatı; X_t ülkenin toplam ihracatı; X_{wi} dünya i sektörü ihracatı; X_{wt} toplam dünya ihracatıdır.

Net ihracat oranı, bir sektörün dış ticaret dengesini ölçer. Pozitif değer net ihracatçı, negatif değer net ithalatçı konumunu ifade eder.

$$NER_i = (X_i - M_i) / (X_i + M_i) \quad (7)$$

Burada; NER_i net ihracat oranı; X_i i sektörünün ihracatı; M_i i sektörünün ithalatıdır.

$$TradeScore_i = \frac{1}{4} \cdot [RCA_i + EXPOshare_i + (1 - ICESHR_i) + RCAdiv_i] \quad (8)$$

Burada; $TradeScore_i$ birleşik ticaret rekabet skoru; $EXPOshare_i$ i sektörünün toplam ihracat içindeki payı; $ICESHR_i$ ihracatın ithal girdi içeriği (ters işaretle dâhil edilir); $RCAdiv_i$ i sektörünün rekabetçi ürün çeşitliliği oranıdır.

Bu birleşik endeks, dış ticaret performansını yalnızca ihracat büyüklüğü açısından değil, kalite, bağımlılık ve direnç eksenlerinde de değerlendirir. Böylece, yüksek $TradeScore$ değeri, bir sektörün hem küresel pazarda rekabet avantajına hem de iç ekonomide sürdürülebilir ticaret derinliğine sahip olduğunu gösterir. Düşük değerler ise dışa bağımlı, düşük çeşitlilikli ve kırılgan üretim yapısına işaret etmektedir.

3.4.3. Teknoloji Çevrim Süresi ve Ağ Erişimi

Sanayi sektörlerinin uzun vadeli rekabet gücü, yalnızca mevcut üretim kapasitesine değil, teknolojik yenilenme hızı ve bilgi ağlarına erişim kapasitesine de bağlıdır. Bu bağlamda iki kavram öne çıkar: teknoloji çevrim süresi (Technology Cycle Time – TCT) ve ortalama yayılma uzunluğu (Average Propagation Length – APL).

Teknoloji çevrim süresi (TCT), bir sektörde patentlerin veya teknolojik bilginin yenilenme sıklığını gösterir. Kısa çevrim süresi, sektörün bilgi stokunu daha hızlı güncellediğini, yenilik ve adaptasyon kapasitesinin yüksek olduğunu ifade eder (OECD, 2023). Buna karşılık uzun çevrim süresi, teknolojik olgunluğun yavaş, yenilik döngüsünün ise durağan olduğunu gösterir. Dolayısıyla TCT göstergesi, sektörel inovasyon dinamiklerinin doğrudan bir yansımasıdır ve dijital-yeşil dönüşüm politikalarının zamanlamasında kritik öneme sahiptir.

$$(1 - TCT_i) = 1 - (TCT_i - TCT_{min}) / (TCT_{max} - TCT_{min}) \quad (9)$$

Burada; TCT_i i sektörünün teknoloji çevrim süresi; TCT_{min} ve TCT_{max} örneklemdeki min/maks değerlerdir; $(1 - TCT_i)$ kısa çevrimi yüksek skor olarak yansıtan normalize ölçüdür.

Ağ erişimi (APL) ise bir sektördeki üretim ve bilgi akışlarının, diğer sektörlerle olan ortalama bağlantı uzaklığını ölçer (Dietzenbacher vd., 2005). Düşük APL değeri, sektörün ekonomik ağ içinde merkezi bir konumda olduğunu ve şokların veya yeniliklerin diğer sektörlerle daha kısa yollarla yayılabildiğini

gösterir. Yüksek APL değeri ise sektörün sistemin çevresinde konumlandığını, dolayısıyla bilgi ve etki akışlarının daha sınırlı olduğunu ifade eder.

$$APL_i = (\sum_j l_{ij}) / n \quad (10)$$

Burada; APL_i i sektörünün ortalama yayılma uzunluğu; l_{ij} i→j etkisinin yayılma uzunluğu; n sektör sayısıdır. APL düşükse ağ erişimi yüksek olduğundan normalizasyon ters işaretle yapılır.

Teknolojik ve bağlantısal göstergeleri tamamlayıcı bir unsur olarak, katma değer oranı sektörel üretim süreçlerinin derinliğini gösterir.

Katma değer oranı (VA_Share), i sektörünün yerli katma değerinin toplam çıktı içindeki payıdır (0–1 aralığına normalize edilmiştir).

3.4.4. Dayanıklılık/Kırılganlık: İnoperabilite ve Yayılma

Küresel tedarik ağlarının karmaşık yapısı, üretim sistemlerinde dayanıklılık (resilience) ve kırılganlık (fragility) kavramlarını sanayi politikalarının merkezine taşımıştır. Bir sektörün dayanıklılığı, dışsal veya içsel şoklar karşısında üretim kapasitesini sürdürme ve sistemin genel işleyişine katkısını devam ettirme yeteneğiyle tanımlanır. Buna karşılık kırılganlık, sektörün üretim zincirindeki aksaklıklardan ne ölçüde etkilendiğini ve bu etkinin diğer sektörlerle ne kadar yayıldığını ölçer (Haines & Jiang, 2001; Dietzenbacher vd., 2005).

Bu çalışmada dayanıklılık ve kırılganlık, İşlevsiz Girdi–Çıktı Modeli (Inoperability Input–Output Model, IIM) çerçevesinde değerlendirilmiştir. Haines ve Crowther (2009)’un geliştirdiği bu yaklaşım, klasik Leontief girdi–çıktı analizini dinamik şok yayılımı ve üretim kaybı etkilerini içerecek şekilde genişletmektedir. Model, sistemdeki herhangi bir sektörde oluşan bozulmanın, doğrudan ve dolaylı olarak diğer sektörlerde yarattığı toplam üretim kaybını ölçmeyi amaçlar.

Kırılganlık ölçümünde kullanılan başlıca göstergeler:

İnoperabilite (INOP) – doğrudan üretim kaybı,

Çapraz Etki (CROSS) – şokun diğer sektörlerle yayılma gücü,

Şok Alıcılık (VULN) – diğer sektörlerden gelen etkilere açıklık,

Düşük Çeşitlilik (1–DIV) – ürün/pazar yoğunlaşmasının kırılganlığa katkısıdır.

Bu göstergelerin her biri 0–1 aralığında normalize edilmiştir. Aşağıdaki formüller, sistemin matematiksel temsilini ve bileşik kırılganlık

endeksinin (FRAG) hesaplama adımlarını göstermektedir.

İnoperabilite, bir sektörde meydana gelen üretim bozulmasının (örneğin arz kesintisi, enerji krizi veya dış şok) sistemde yarattığı doğrudan üretim kaybını ifade eder. Modelin temel denklemi şu şekildedir:

$$Q = (I - A)^{-1} \cdot c \quad (11)$$

Burada; Q inoperabilite vektörü (toplam üretim kaybı); A teknik katsayılar matrisi; I birim matris; c başlangıç şok vektörüdür.

$$INOP_i = q_i / q_{\max} \quad (12)$$

Burada; $INOP_i$ i sektörünün normalize inoperabilitesi; q_i i sektörünün üretim kaybı oranı; $q_{\max}$ tüm sektörlerdeki maksimum kayıptır.

Bir sektördeki işlevsizliğin (inoperabilitenin) diğer sektörlerle ne ölçüde yayıldığını gösterir. Çapraz etki, sistemdeki ikincil üretim kayıplarının toplam üretim kaybı içindeki payı olarak tanımlanır.

$$CROSS_i = [\sum_{j \neq i} \Delta q_j] / [\sum_j q_j] \quad (13)$$

Burada; $CROSS_i$ i sektörünün diğer sektörlerle aktardığı toplam ikincil kaybın payı; Δq_j j sektöründeki ek kaybı ifade eder.

Şok alıcılık, bir sektörün diğer sektörlerden gelen şoklara ne kadar duyarlı olduğunu, yani sistem içindeki bağımlılık yoğunluğunu ölçer.

$$VULN_i = (I_{received,i} - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min}) \quad (14)$$

Burada; $VULN_i$ şok alıcılık; $I_{received,i}$ i sektörüne diğerlerinden gelen toplam etki; $I_{\min}/I_{\max}$ minimum/maksimum alınan etkilerdir.

Tüm bu göstergeler, normalize edildikten sonra ağırlıklı ortalamaları alınarak bileşik kırılganlık endeksi (FRAG) oluşturulur:

$$FRAG_i = \alpha_1 \cdot INOP_i + \alpha_2 \cdot CROSS_i + \alpha_3 \cdot VULN_i + \alpha_4 \cdot (1 - DIV_i) \quad (15)$$

Burada; $FRAG_i$ kırılganlık endeksi; $\alpha_1... \alpha_4$ ağırlıklar (toplamı 1'dir); DIV_i çeşitlilik skorudur. $(1 - DIV_i)$ düşük çeşitliliğin kırılganlığa katkısını temsil eder.

3.5. Bileşik Endeksler ve Önceliklendirme

Sektörel analizde farklı göstergelerin ayrı ayrı incelenmesi, sistemin bütüncül dinamiklerini tam olarak yansıtmayabilir. Bu nedenle çalışmada, üretim bağlantı gücü, ticaret rekabeti, çeşitlilik, teknoloji çevrim süresi ve dinamik göstergeler gibi çok boyutlu kriterler bileşik endeks yaklaşımı ile birleştirilmiştir. Amaç, her sektörün yalnızca tekil performansını değil, aynı zamanda ekonomik sistem içindeki stratejik önemini ve dayanıklılığını birlikte ölçmektir.

Modelde iki temel endeks tanımlanmıştır:

Stratejik Potansiyel (SP) – sektörün üretim, ticaret ve yenilik kapasitesine dayalı dinamik gelişme potansiyelini ölçer,

Kırılganlık (FRAG) – sektörün sistemik risklere, şoklara ve dışa bağımlılığa karşı duyarlılığını temsil eder.

Bu iki endeks, birlikte değerlendirildiğinde bir sektörün sanayi politikası açısından konumunu belirleyen “ikili matris” yapısını oluşturur. Yüksek SP ve düşük FRAG değerine sahip sektörler yatırım öncelikli, yüksek FRAG sektörler ise izleme ve hazırlık öncelikli alanlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Stratejik Potansiyel (SP) endeksi, normalize edilmiş göstergelerin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklar, her bir kriterin sanayi sisteminin bütünsel performansına katkısı dikkate alınarak belirlenmiştir.

$$SP_i = w_1 \cdot BL_i + w_2 \cdot TEI_i + w_3 \cdot APL_i + w_4 \cdot TradeScore_i + w_5 \cdot Diversity_i + w_6 \cdot (1 - TCT_i) + w_7 \cdot DynMomentum_i \quad (16)$$

Burada; SP_i i sektörünün stratejik potansiyel skoru; $w_1...w_7$ kriter ağırlıkları (toplamı 1'dir); BL_i geri bağlantı; TEI_i toplam ekonomik etki; APL_i ağ erişimi (ters-normalize); $TradeScore_i$ ticaret rekabeti; $Diversity_i$ çeşitlilik; $(1 - TCT_i)$ teknoloji yenilenme hızı; $DynMomentum_i$ dinamik momentum göstergesidir.

SP ağırlıkları Tablo 2'deki gibi kalibre edilmiştir.

Tablo 2: Stratejik Potansiyel (SP) hesaplamada kullanılan göstergelerin ağırlıkları

Gösterge	Ağırlık (w)	Katkı Yönü	Açıklama
BL	0.15	(+)	Üretim zinciri bağlantı gücü
TEI	0.15	(+)	Çarpan etkisi, sistemik etki
APL (ters)	0.10	(+)	Ağ erişimi / yayılım etkinliği
TradeScore	0.20	(+)	Dış ticaret rekabeti ve direnç
Diversity	0.15	(+)	Ürün ve segment çeşitliliği
1 - TCT	0.15	(+)	Teknoloji yenilenme hızı
DynMomentum	0.10	(+)	Geleceğe dönük dinamik potansiyel

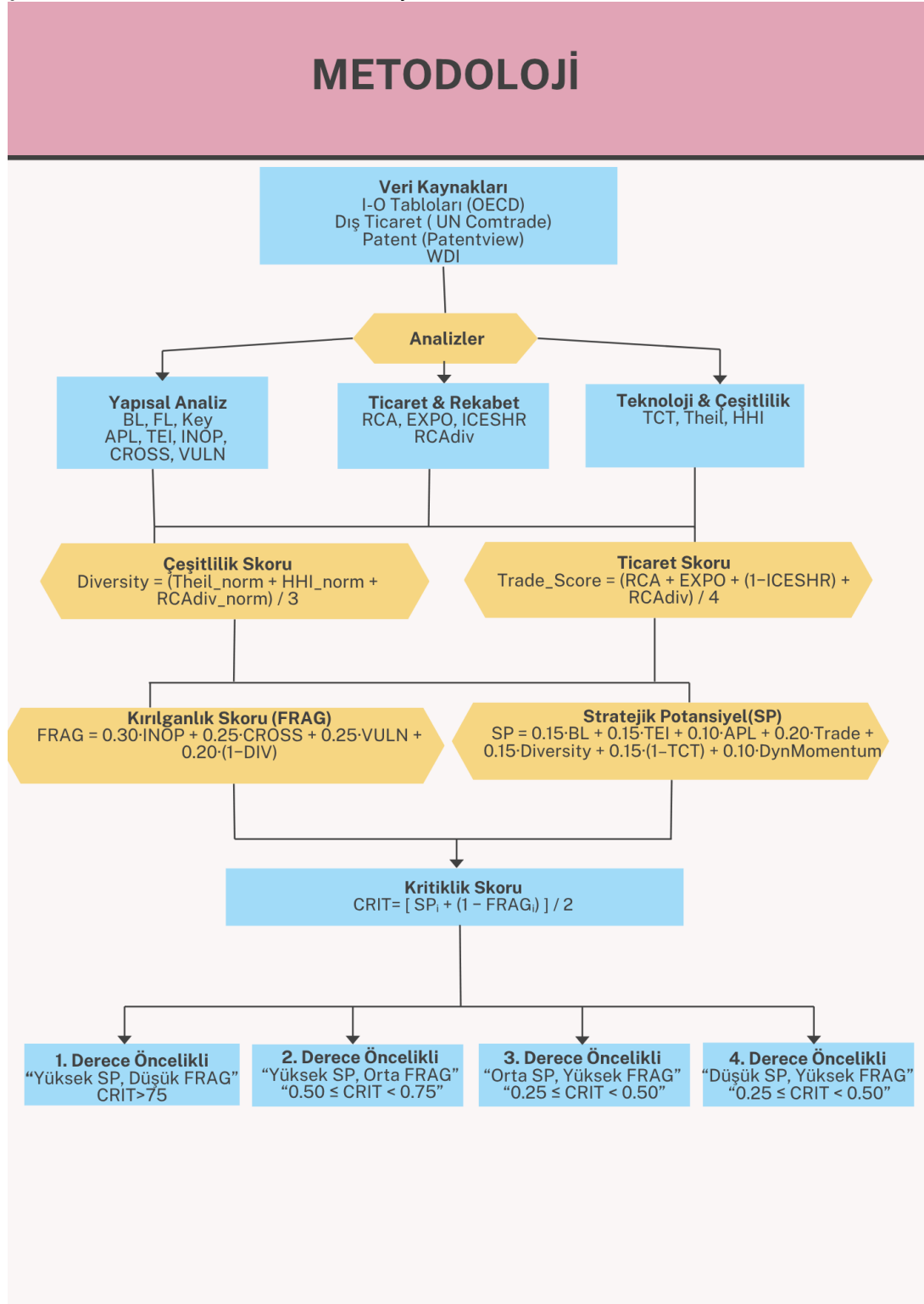
Kaynak: Yazar

$$\text{Kritiklik}_i = [\text{SP}_i + (1 - \text{FRAG}_i)] / 2 \quad (17)$$

Burada; Kritiklik_i i sektörünün genel stratejik önem skorudur; SP_i stratejik potansiyel; FRAG_i kırılganlık

skorudur. (1 – FRAG_i) dayanıklılığı temsil eder; aralık 0–1’dir.

Şekil 1: Sektörel önceliklendirme metodolojisi



Kaynak: Yazar

3.6. Sınıflandırma ve Politika Yorumu

Kritiklik skoru ülke–yıl içinde çeyreklik dilimlere ayrılarak dört kademeli yatırım önceliği sınıflaması

üretilir: 1. derece (üst %25), 2.–3. derece (orta dilimler), 4. derece (alt %25). Model, tek seferlik bir sıralama aracı değil; veriler güncellendikçe yeniden

çalıştırılabilen, öğrenen ve uyarlanabilir bir karar destek sistemidir. Bu özellik, akıllı uzmanlaşma ve üretken dönüşüm ilkeleriyle uyumlu biçimde politika tasarımının dinamik olarak güncellenmesini mümkün kılar. Tablo 3'te stratejik önceliklendirme

de kullanılan kritiklik skoruna göre ayrımların dayanakları gösterilmektedir. Oluşturulan sektörel önceliklendirme modelinin genel yapısı ise şekil 1'de görülmektedir.

Tablo 3: Sektör öncelik düzeyi belirleme eşikleri

Öncelik Düzeyi	Tanım	Politika Yönü
1. derece	Üst %25 – yüksek SP, düşük FRAG	Çekirdek yatırım, Ar-Ge, ihracat ve yeşil-dijital yayılım
2. derece	Yüksek SP ancak kısmi zayıflıklar	Yerleştirme, teknoloji transferi, kalite altyapısı
3. derece	Orta SP, yüksek kırılganlık	Kapasite güçlendirme, verimlilik ve otomasyon
4. derece	Düşük SP, yüksek kırılganlık	İzleme-hazırlık, temel altyapı ve beceri dönüşümü

Kaynak: Yazar

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Türkiye imalat sanayiine ilişkin 2020 yılı analiz bulguları, güncel politika çerçevesi literatürüyle bütünleştirilerek değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları; sektörel bağlantı gücü, dış ticaret rekabeti, teknoloji çevrim süresi, dayanıklılık ve çeşitlilik göstergeleri üzerinden oluşturulan Bileşik Stratejik Potansiyel (SP) ve Kırılganlık (FRAG) endekslerine dayanmaktadır. Bulgular, yalnızca sektörel performansın ölçülmesiyle sınırlı kalmayıp, sanayi politikasının yönetim, politika öğrenmesi, dijital-yeşil dönüşüm ve kurumsal kapasite eksenlerinde nasıl yeniden yapılandırılabileceğine dair analitik çıkarımlar sunmaktadır.

4.1. Türkiye 2020 Sektörel Öncelik Haritası – Genel Görünüm

2020 yılı bulguları, Türkiye imalat sanayiinin 45 sektör bazında yatırım öncelik düzeylerinde belirgin bir farklılaşma gösterdiğini ortaya koymaktadır. Analiz sonuçlarına göre sektörlerin %26,7'si "1. derece yatırım önceliği", %24,4'ü "2. derece yatırım önceliği", %24,4'ü "3. derece yatırım önceliği" ve %24,4'ü "4. derece yatırım önceliği" düzeyindedir. Bu dağılım, sanayi sisteminin genel olarak homojen bir potansiyel yapıya sahip olduğunu, ancak önceliklendirme açısından belirli çekirdek alanların öne çıktığını göstermektedir. Stratejik potansiyel (SP) değerlerinin ortalaması 0,41, kırılganlık (FRAG) ortalaması ise 0,46 düzeyindedir. Bu göstergeler, 2020 itibarıyla Türkiye imalat yapısının genel olarak "orta-yüksek potansiyele sahip, fakat yapısal kırılganlıklar barındıran" bir karaktere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek teknoloji içeriği olan, fakat dış girdiye bağımlılığı yüksek sektörlerde

(örneğin C26, C21, C30) RCA değerlerinin düşük, ICESHR (ihracatın ithalat içeriği) oranlarının yüksek olması, sanayi politikalarının bu alanlarda doğrudan ölçek artışı yerine yerleştirme, teknoloji kazanımı ve tedarik çeşitlendirmesi yönünde kurgulanması gerektiğini göstermektedir.

4.1.1. 1. Derece Yatırım Önceliği Sektörleri

Bu grup, yüksek stratejik potansiyel ve düşük kırılganlık gösteren sektörlerden oluşmaktadır. Yatırım yapılabilirlik açısından Türkiye'nin çekirdek rekabet gücünü temsil eder. 2020 yılı itibarıyla bu grupta 12 sektör yer almaktadır: C10T12 (Gıda ve İçecekler), C13T15 (Tekstil, Giyim ve Deri), C22 (Plastik ve Kauçuk), C24 (Ana Metal), C25 (Metal Ürünler), C27 (Elektrikli Ekipmanlar), C28 (Makine ve Teçhizat), C29 (Motorlu Kara Taşıtları), C31T33 (Mobilya ve Diğer İmalatlar), D (Elektrik, Gaz, Buhar), F (İnşaat), G (Toptan ve Perakende Ticaret). Bu sektörler, hem üretim bağlantıları hem de dış ticaret rekabeti açısından sistemin ölçeklenebilir omurgasını oluşturur. Gıda ve tekstil gibi geleneksel sektörler yüksek istihdam kapasitesiyle; metal, makine ve elektrikli ekipman gibi sanayi kolları ise yüksek çarpan etkileriyle öne çıkmaktadır. Bu sektörlerde yatırım zamanlaması genellikle "kısa-orta vade" aralığındadır. Politika açısından, 1. derece grubu yatırım ölçekleme ve üretim kapasitesi artırımı öncelikli olarak değerlendirilmektedir.

4.1.2. 2. Derece Yatırım Önceliği Sektörleri

Bu grup, orta-yüksek potansiyel ve ılımlı kırılganlık düzeyiyle, büyüme potansiyeli taşıyan ancak yapısal riskleri göz ardı edilmemesi gereken sektörlerden oluşur. 2020'de 11 sektör bu kategoridedir: A01_02 (Tarım, Ormanlık), B07_08 (Madenler), C17_18

(Kâğıt ve Baskı), C20 (Kimyasallar), C23 (Mineral Ürünler), H49 (Kara Taşımacılığı), H51 (Hava Taşımacılığı), K (Finans ve Sigorta), L (Gayrimenkul), M (Profesyonel Hizmetler), N (İdari Destek Faaliyetleri). Bu gruptaki sektörler genellikle iç talebe dayalı ve ara girdi yoğun yapılarla sahiptir. Tarım, maden ve kimya sektörleri sanayi tedarik zincirlerinin temel halkalarını oluştururken, ulaştırma ve hizmet sektörleri üretim ve dağıtım etkinliğini belirleyen kritik alanlardır. Yatırım zamanlaması bu grup için çoğunlukla “orta vadeli” niteliktedir. Politika önceliği, verimlilik artışı, altyapı ve lojistik destek, finansman erişiminin genişletilmesi şeklinde tanımlanabilir.

4.1.3. 3. Derece Yatırım Önceliği Sektörleri

3. derece öncelikli sektörler, orta düzey potansiyele sahip, ancak kırılganlık veya dış bağımlılık unsurları nedeniyle yatırım kararlarında dikkatli planlama gerektiren alanlardır. 2020 yılı itibarıyla bu kategoride 11 sektör bulunmaktadır: C16 (Ağaç Ürünleri), C30 (Ulaşım Araçları – Diğer), E (Su, Atık ve Geri Dönüşüm), H50 (Deniz Taşımacılığı), H52 (Depolama ve Lojistik), H53 (Posta ve Kurye), I (Konaklama), J61 (Telekomünikasyon), O (Kamu Yönetimi), Q (Sağlık), S (Diğer Hizmetler). Bu gruptaki sektörler arasında sanayi dışı hizmetler (I, Q, S) ile ulaşım-lojistik ağları (H50–H53) önemli yer tutmaktadır. Stratejik potansiyel açısından orta düzeyde olmalarına karşın, sistem içi bağlantısallıkları güçlüdür. Bu nedenle bu grupta öncelik, yapısal verimlilik, dijital altyapı, enerji verimliliği ve yeşil dönüşüm yatırımları üzerine kurulmalıdır. Yatırım zamanlaması genellikle “orta–uzun vade” aralığındadır.

4.1.4. 4. Derece Yatırım Önceliği Sektörleri

En düşük yatırım önceliği düzeyi olan bu grup, düşük stratejik potansiyele veya yüksek kırılganlık riskine sahip sektörlerden oluşmaktadır. 2020 yılı itibarıyla bu kategoride 11 sektör yer almaktadır: A03 (Balıkçılık), B05_06 (Ham Petrol ve Doğalgaz), B09 (Madencilik Destek Faaliyetleri), C19 (Kok ve Rafineri), C21 (Eczacılık ve Kimyasal Ürünler), C26 (Bilgisayar, Elektronik ve Optik Ürünler), J58T60 (Yayıcılık ve Medya), J62_63 (Bilgi Hizmetleri), P (Eğitim), R (Kültür ve Eğlence), T (Hanehalkı Faaliyetleri). Bu gruptaki sektörler, genellikle dışa bağımlı, düşük RCA değerine sahip veya iç talebe duyarlılığı zayıf alanlardır. Örneğin C26 (elektronik) ve C21 (ilaç–kimya) sektörleri ileri teknoloji potansiyeline sahip olmalarına rağmen, yüksek ithalat bağımlılığı nedeniyle uzun vadeli hazırlık gerektiren stratejik dönüşüm alanları olarak tanımlanabilir. Yatırım zamanlaması bu grup için

çoğunlukla “uzun vade”dir; politika odağı ise teknoloji hazırlığı, yerli üretim kapasitesi inşası ve insan kaynağı geliştirme yönündedir.

4.1.5. Genel Eğilim ve Dinamik Yönelim

Dinamik momentum (DYN_norm) göstergeleri 2020 itibarıyla en yüksek seviyede C10T12 (Gıda), C13T15 (Tekstil) ve C29 (Otomotiv) sektörlerinde gözlemlenmiştir. Bu sektörler, artan dış talep ve iç pazar ölçeklenmesiyle birlikte kısa vadede güçlü toparlanma potansiyeli göstermektedir. Buna karşılık, C26 (Elektronik) ve C21 (ilaç–kimya) sektörlerinde momentum düşük (0,06–0,10 aralığı) düzeydedir; bu da dış talep artışına rağmen yerli üretim kapasitesinin sınırlı kaldığını ifade etmektedir. Genel RCA eğilimi negatiftir (yaklaşık –0,01), bu da Türkiye’nin küresel değer zincirlerindeki göreceli uzmanlaşma payının 2020 yılında bir miktar gerilediğini göstermektedir.

4.1.6. Politika Sonuçları

- Kısa vadede: Gıda, tekstil, metal, makine ve plastik sektörleri 1. derece öncelik grubundadır; doğrudan yatırım ölçekleme ve üretim kapasitesi artırımı hedeflenmelidir.
- Orta vadede: Tarım, maden, kimya, lojistik ve hizmetler 2.–3. derece gruplarında yer almaktadır; bu alanlarda verimlilik, teknoloji adaptasyonu ve dijital dönüşüm odaklı yatırım politikaları uygulanmalıdır.
- Uzun vadede: Elektronik, rafineri, ilaç ve eğitim gibi sektörler 4. derece grupta yer almakta; burada altyapı, Ar-Ge ve insan sermayesi yatırımlarıyla hazırlık sürecine odaklanılmalıdır.
- Genel sanayi politikası açısından: 2020 yılı sonuçları, Türkiye’nin sanayi politikasında “yatırım yönlendirmesi” ile “dönüşüm ve hazırlık” politikalarının birlikte yürütülmesi gereğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Sanayi sisteminin temel sorunu yatırım eksikliğinden ziyade, teknoloji ve tedarik zinciri dengesizlikleridir. Bu nedenle, “akıllı farklılaşma” stratejisinin uygulanması, sadece sektör seçimiyle değil, her öncelik düzeyine uygun politika araçlarıyla (yatırım teşviki, yerleştirme programı, dönüşüm desteği, altyapı yatırımı) eşleştirilmelidir.

4.2. Akıllı Uzmanlaşmada Uygulama Zorlukları ve Yönetişim Sorunları

Akıllı uzmanlaşma (S3) çerçevesi, başarının girişimci keşif süreci ve çok düzeyli yönetim kapasitesine dayandığını vurgular (Foray, 2012; Trippi & Foray, 2018). Bununla birlikte, sahadaki başarısızlıkların önemli kısmı yönetim zafiyeti ve yerel paydaş

katılımı eksikliği ile açıklanır (Estensoro, 2016; Wigger, 2022). Türkiye 2020 sonuçlarında, kimi sektörlerde SP yüksek olmasına karşın FRAG da yüksektir. Özellikle çok aktörlü tedarik ağlarına sahip sektörlerde (ör. kimya, otomotiv, elektronik) eşgüdüm sorunları kırılabilirliği artırmaktadır. Bulgular, koordinasyon kapasitesinin yetersiz olduğu yapılarda, analitik olarak yatırıma elverişli görünen alanların bile yatırım öncelik seviyesinde üst dereceye terfi edemediğini göstermektedir. Bu, S3 uygulamalarında yönetim mimarisinin karar alma ve uygulama katmanlarında güçlendirilmesini gerektirir (Foray, 2012; Trippi & Foray, 2018).

4.3. Genel Değerlendirme

Türkiye imalat sanayinin 2020 öncelik haritası, ekonomik göstergeler kadar yönetim, teknoloji uyumu ve öğrenme kapasitesi tarafından da belirlenmektedir. Bulgular; akıllı uzmanlaşmanın ulusal düzeyde uygulanmasında politik uyum, dijital-yeşil bütünleşme, sistemik dayanıklılık ve kurumsal kapasite eksenlerinin birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koyar (Foray, 2012; Trippi & Foray, 2018; McCann & Ortega-Argilés, 2016; Heinrich ve ark., 2024). Bu doğrultuda sanayi politikaları, statik önceliklendirmeden dinamik, geri beslemeye dayalı ve çok aktörlü bir yapıya evrilmelidir. Politika araçlarının yalnızca finansal teşvikten ibaret kalmayıp, öğrenme-koordinasyon-ağ güçlendirme bileşenlerini içermesi, uzun vadeli üretken dönüşümün temel koşuludur (Salinas ve ark.).

5. SONUÇ

Bu çalışma, sanayi politikalarında akıllı uzmanlaşma stratejilerinin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla geliştirilen analitik metodoloji çerçevesini ortaya koymakta ve bu çerçevenin sektörel önceliklendirme süreçlerinde nasıl bütüncül bir karar desteği sağlayabileceğini göstermektedir. Metodoloji, geleneksel sektörel analizlerin ötesine geçerek ekonomik sistemin bağlantısallık, rekabet, teknoloji çevrim süresi, dayanıklılık ve çeşitlilik boyutlarını bir araya getiren çok kriterli bir yapı önermektedir. Böylece yalnızca statik bir sektör sıralaması değil, sistemik etki ve dönüşüm potansiyeli açısından dinamik bir politika değerlendirmesi yapılabilir.

Foray (2012) tarafından tanımlanan akıllı uzmanlaşma yaklaşımının temel ilkesi, politika önceliklerinin bölgesel bilgi birikimi ve yenilik kapasitesiyle ilişkilendirilmesidir. Bu bağlamda geliştirilen metodoloji, Foray ve Trippi (2018)'in

vurguladığı girişimci keşif sürecini destekleyen kanıta dayalı bir analiz aracı olarak işlev görmektedir. Model, sadece ekonomik performans göstergelerine değil, sistemin iç bağlantı yapısına, tedarik zinciri kırılabilirliklerine ve teknolojik öğrenme hızına da odaklanarak, akıllı uzmanlaşmanın uygulanmasında karşılaşılan yönetim ve koordinasyon sorunlarına çözüm getirmektedir.

McCann ve Ortega-Argilés (2016) akıllı uzmanlaşma politikalarının başarısını, bölgesel kapasite farklılıklarının doğru analiz edilmesine bağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen çerçeve, söz konusu farklılıkları ölçülebilir hale getirerek, politika yapıcılarının mekânsal ve sektörel düzeyde daha hassas müdahale araçları geliştirmesine olanak tanımaktadır. Özellikle Stratejik Potansiyel (SP) ve Kırılabilirlik (FRAG) endekslerinin bileşimiyle oluşturulan Kritiklik göstergesi, sektörlerin yalnızca mevcut güçlerini değil, aynı zamanda sistem içindeki dayanıklılık ve dönüşüm yeteneklerini de politik kararlara yansıtan özgün bir ölçüt sunmaktadır.

Çalışmanın bir diğer önemli katkısı, sanayi politikalarının sistemik arıza yaklaşımı (Heinrich, Salinas & Meyer, 2024; Salinas, Heinrich & Meyer, 2022) ile uyumlu biçimde yeniden kurgulanmasına olanak tanımasıdır. Bu yaklaşım, piyasa aksaklıklarından ziyade koordinasyon ve öğrenme eksikliklerine odaklanır. Geliştirilen metodoloji, bilgi akışlarının, ağ etkileşimlerinin ve teknolojik yenilenme süreçlerinin analitik olarak izlenmesine imkân tanıyarak, politika öğrenmesini kurumsallaştıran bir araç haline gelmiştir. Bu yönüyle Lakhno (2023)'ün belirttiği politika geri besleme döngülerinin etkin tasarımı ilkesine katkı sağlamaktadır.

Ayrıca metodoloji, dijital ve yeşil dönüşüm politikalarının entegrasyonuna doğrudan destek sağlamaktadır. Guo ve ark. (2023)'ün dijital dönüşümde vurguladığı örgütsel dayanıklılık ve bilgi yönetimi boyutları, SP-FRAG yapısında ölçülebilir hale gelmiştir. Böylece, yeşil teknolojilerde ve dijitalleşmede öncü sektörlerin hem ekonomik hem çevresel sürdürülebilirlik yönünden izlenmesi mümkün olmuştur. Bu, akıllı farklılaşma politikalarının sadece ekonomik verimlilik değil, aynı zamanda direnç ve kapsayıcılık temellerinde yeniden tanımlanmasına katkı sunmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, akıllı uzmanlaşmanın yalnızca bir stratejik yönlendirme aracı değil, aynı zamanda öğrenen ve uyarlanabilir bir politika çerçevesi olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Geliştirilen model, veri temelli karar süreçlerini destekleyerek, sanayi politikalarının hem stratejik tutarlılığını hem de uygulama esnekliğini

güçlendirmektedir. Bu bağlamda, Türkiye için önerilen metodolojik yaklaşımın, politika planlama, yatırım önceliklendirme, bölgesel uyum ve sanayi dönüşümü alanlarında bütüncül bir referans çerçevesi oluşturduğu söylenebilir.

Gelecekteki araştırmalar, metodolojinin zamansal güncellemelerle genişletilmesi, sektörel ağların uluslararası düzeyde karşılaştırmalı analizinin yapılması ve yeşil-dijital göstergelerin ağırlıklandırılmasına odaklanabilir. Böylelikle akıllı uzmanlaşma stratejileri, yalnızca bugünün sanayi yapısına değil, geleceğin üretim ekosistemine yön verecek şekilde geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Andreoni, A., & Chang, H.-J. (2019). Industrial policy in the twenty-first century. *Development and Change*, 50(2), 347–378.
- Dietzenbacher, E., & Los, B. (2002). Externalities of R&D and the role of government in innovation. *Journal of Evolutionary Economics*, 12(1), 7–26.
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M. P., & de Vries, G. J. (2005). The construction of world input–output tables in the WIOD project. *Economic Systems Research*, 27(1), 71–97.
- Estensoro, M. (2016). How can social innovation be understood and measured? *Social and Solidarity Economy*, 6(3), 55–74.
- Foray, D. (2012). Smart specialisation: From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation. MTEI Working Paper.
- Foray, D. (2015). Smart specialisation: Opportunities and challenges for regional innovation policy. Routledge.
- Foray, D., David, P. A., & Hall, B. H. (2009). Smart specialisation—The concept. *Knowledge Economists Policy Brief*, No. 9.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London & New York: Pinter Publishers. ISBN 0861879287
- Go, D. J., Promentilla, M. A., Aviso, K., & Yu, K. D. (2019). An AHP-based composite index for sector prioritization. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 11(1), 62–79.
- Guo, J., Jafari-Sadeghi, V., Garcia-Perez, A., Candelo, E., & Couturier, J. (2023). Exploring the impact of digital transformation on technology and organizational resilience. *Sustainability*, 15, 7169.
- Haimes, Y. Y., & Crowther, K. (2009). Assessing systemic risk to critical infrastructures using the inoperability input–output model. *Systems Engineering*, 12(4), 331–349.
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2014). *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity* (2nd ed.). MIT Press.
- Heinrich, M., Salinas, C., & Meyer, R. (2024). Rethinking industrial policy for systemic transformation. UNIDO Policy Paper Series.
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317(5837), 482–487.
- Hirschman, A. O. (1958). *The strategy of economic development*. Yale University Press.
- Lakhno, M. (2023). What is a policy framework? An attempt at conceptualization. *Sociální Studia / Social Studies*, 1/2023, 5–22.
- Lee, K. (2021). *Economics of technological leapfrogging*. SSRN Working Paper.
- Lin, J. Y., & Wang, Y. (2020). Development beyond the middle-income trap: The road to industrialization. World Bank Group.
- Lio, M., Meng, B., & Zhu, K. (2020). Product-concordance tables between trade and industrial statistics. *Journal of Economic Structures*, 9(1), 23–41.
- Lundvall, B.-Å. (Ed.). (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Pinter.
- McCann, P., & Ortega-Argilés, R. (2013). Smart specialisation, regional growth and applications to EU cohesion policy. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 59(3), 287–306.
- McCann, P., & Ortega-Argilés, R. (2014). Smart specialisation in European regions: Issues of strategy, institutions and implementation. *European Journal of Innovation Management*, 17(4), 409–427.
- McCann, P., & Ortega-Argilés, R. (2016). Smart specialisation, regional growth and applications to EU cohesion policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291–1302.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
- OECD. (2023). *Inter-Country Input–Output (ICIO) Tables 2023 Edition*. OECD Publishing.
- Rasmussen, P. N. (1956). *Studies in inter-sectoral relations*. Einar Harck.
- Rodrik, D. (2004). Industrial policy for the twenty-first century. CEPR Discussion Paper No. 4767.
- Salinas, C., Heinrich, M., & Meyer, R. (2022). Systemic failures and the role of industrial policy. UNIDO Discussion Paper.
- Trippl, M., & Foray, D. (2018). Smart specialisation: Towards a new innovation policy agenda. *European Planning Studies*, 26(12), 2119–2137.
- Wigger, A. (2022). The political limits of smart specialisation: Power, governance, and innovation. *Science and Public Policy*, 49(4), 495–509.