

Yusuf Tansel İ ID

BaŐkent Üniversitesi
Endüstri MühendisliĐi Bölümü,
Etimesgut, Ankara

Orta ve Yüksek Teknoloji Ürünleri Üreten İmalat Sektörlerinin Son On Yılda Performansının Değerlendirilmesi

Ekonomik gelişmelere paralel olarak, imalat sektörlerinin gelişimi de sürmektedir. Türkiye ekonomisi son on yıllık süreçte özellikle ileri teknoloji ürünü ürünlerin üretimine odaklanarak, yüksek katma değerli ürün ihracatına yönelmektedir. Bu kapsamda imalat sektörleri; düşük, orta ve ileri teknoloji üreten sektörler olarak gruplanmakta ve özellikle ileri teknoloji ürünleri üreten sektörler desteklenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmada, son on yıllık süreçte Türkiye ekonomisinin makro göstergeleri kullanılarak, özellikle orta ve ileri teknoloji üreten imalat sektörlerinin performans gelişimi analiz edilmiştir. Bu amaçla, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yöntemiyle alternatif imalat sektörleri makroekonomik göstergeler bazında farklı senaryolara göre sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmalat sektörü, Türkiye ekonomisi, ileri teknoloji ürünleri, TOPSIS.

Makale Bilgisi:

Araştırma Makalesi

Gönderilme: 27.03.2022

Kabul: 16.06.2022

*Sorumlu Yazar: Yusuf Tansel İ

Email: yustanic@baskent.edu.tr

DOI: 10.56193/matim.1094133

Atıf şekli/How to cite: İ Y.T., Orta ve Yüksek Teknoloji Ürünleri Üreten İmalat Sektörlerinin Son On Yılda Performansının Değerlendirilmesi. Makina Tasarım ve İmalat Dergisi, 2022; 20(2): 49-60.

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DEKİ EKONOMİK GELİŞMELERE GENEL BAKIŞ

Teknolojik gelişime paralel olarak, dünyada yaşanan gelişmeler doğrultusunda özellikle dijital dönüşüm başlığında sektörlerde hızlı ve önemli gelişimler yaşanmaktadır. Bu bağlamda; bilgisayar teknolojilerinin imalat alanında kullanılmaya başlandığı 1950'li yıllardan bu güne, imalat sanayii otomasyon ve robot teknolojileri gelişimlerine ayak uydurarak günümüze kadar gelişimini sürdürmüştür. Ancak 4. Sanayi devrimi kavramının ortaya çıkışıyla birlikte; sanayide bilgisayar teknolojilerinin kullanımına iletişim teknolojilerinin de entegre olmasıyla daha hızlı, daha etkin ve kaliteli üretim felsefelerinin bir adım ötesindeki daha esnek, daha yalın, tam zamanında ve istenen niteliklerde ürün ve hizmetlerin üretilmesi konuları ön plana çıkmıştır.

İmalat sektöründe yaşanan gelişmeler sadece sektör içerisinde kapalı bir döngüye hapsolmemiştir. İleri teknolojilerin geliştirilmesi imalat sanayiinin kapasitesini artırmış ve bu alandaki kabiliyetler ileri

teknoloji ürünü tüketim mallarının da gelişmesini beraberinde getirmiştir. Bu cihazların en bilindik olanları mobil cihazlardır. Sadece cihaz teknolojisi açısından değil, mobil iletişim alanının gelişimi ve bilgisayar teknolojisiyle entegrasyonu açısından da toplumsal hayatta dönüşüm yaşanmaktadır. Artık günümüzde sadece üretim sistemlerinde değil, tüm ekonomik faaliyet gruplarında ve toplumun tüm kesimlerinde dijital teknolojiler hayatın içerisine girmiş durumdadır.

Elektronik ticaret, lojistik uygulamaları, ulaştırma sistemleri, otomotiv teknolojileri, iletişim teknolojileri, sağlık ve eğitim alanındaki robotik dijital çözümler, bankacılık ve finans kesimindeki dijital teknolojiler, kültürel ve sosyal etkinlikler, eğlence sektörü, sosyal medya vb. bir çok alan ve sektör artık dijital teknolojileri yoğun olarak kullanmakta ve bunun bir adım ötesi olan yapay zeka uygulamalarıyla entegrasyon boyutuna geçmektedir.

Sanayi devriminden bugüne kadarki süreçteki gelişmeler; 25-50 yıllık periyotlarla gelişim göstermiş olsa da, dijitalleşme kavramı çerçevesinde sektörlerin ve toplumsal hayatın değişimi artık 5-10 yıllık zaman periyotlarına ayrılarak değerlendirilir olmuştur.

Bu çalışmada öncelikle bilişim teknolojileri alanındaki gelişmelerin etkisinde gelişimini sürdüren ekonomik faaliyet gruplarının son 10 yıllık süreçteki gelişimi analiz edilmiştir. Ardından, imalat sektörünün ekonomik faaliyet grupları içerisindeki yerine değinilmiştir. Sonraki aşamada ise, imalat sektöründeki orta-yüksek teknoloji sınıfında yer alan alt sektörlerin (ekonomik faaliyet gruplarının) son 10 yıldaki gelişimi ve performansı farklı senaryolar bazında incelenmiştir.

Ekonomik faaliyet grupları bazında Türkiye ekonomisinin mevcut durumu

Bu alt bölümde Türkiye'deki temel ekonomik faaliyet alanlarındaki üretim değerinin 2010-2020 dönemindeki gelişimi analiz edilmiştir. Öncelikle Tablo 1'den izlenebileceği gibi, temel ekonomik faaliyet gruplarının 2010-2020 döneminde üretim değerleri ve bu 10 yıllık periyottaki üretim değeri artış oranları listelenmiştir [1]. Tablo 1'de sunulan verilerin daha anlaşılabilir olması için bazı grafikler oluşturulmuştur. Öncelikle Şekil 1'deki gibi 2020 yılı itibarıyla toplam üretim değerinin ekonomik faaliyet gruplarına göre dağılım grafiği oluşturulmuştur.

Şekil 1'deki grafiğe göre 2020 yılı üretim değerinin ekonomik faaliyet gruplarına göre dağılımında İmalat (%47), Toptan ve perakende ticaret (%12), İnşaat (%10), Ulaştırma ve depolama (%8), Elektrik, gaz, buhar (%7) ekonomik faaliyet grupları en yüksek payı almaktadır. İmalat sektörü %47'lik bir oranla tüm üretim değerinin neredeyse yarısını karşılayarak Türk ekonomisinin en önemli unsuru olduğunu göstermektedir.

Şekil 2'de sunulan grafikte ise, 2010-2020 yılları arasında ekonomik faaliyet gruplarının üretim artış oranları sunulmuştur. Buna göre son 10 yıllık süreçte en fazla üretim artışı gerçekleştiren ekonomik faaliyet grupları "Kültür, sanat, eğlence, dinlenme ve spor", "İmalat", "su temini", "madencilik ve taş ocakçılığı", "eğitim", "gayrimenkul faaliyetleri", "toptan ve perakende ticaret", "ulaştırma ve depolama", "elektrik, gaz, buhar" ve "İNŞAAT" şeklinde sıralanmaktadır.

Şekil 2'de dikkat çeken önemli bir hususun imalat sektörleri dışında yer alan; kültür-sanat, eğitim ve hizmet sektörlerinin toplam üretim değerinden aldığı payları az olsa da, en hızlı büyüyen ekonomik

faaliyet alanları olduğudur. Ancak toplam üretim değeri ile birlikte değerlendirildiğinde imalat sektörünün yine ekonomideki en önemli ve değer yaratan bir sektör olduğu görülebilmektedir.

Bu veriler ışığında, bu çalışmada Türkiye ekonomisinin üretim değerinin yarısını oluşturan imalat sektörünün özellikle orta ve yüksek teknoloji üreten alt sektörleri bazında makroekonomik göstergeler kullanılarak bir performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bir sonraki bölümde literatür özeti sunulduktan sonra, çalışmada kullanılacak yöntem olan TOPSIS (Technique in Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminin uygulama adımları açıklanmıştır. Ardından alternatif imalat sektörlerinin performanslarına göre sıralanması gerçekleştirilmiş ve farklı senaryolara göre sıralama sonuçları tartışılmıştır. Sonuç bölümünde ise çalışmada ulaşılan sonuçlar özetlenmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde imalat sektörlerinin performans analizine yönelik çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin Vieira vd. [2] 1958-2009 döneminde rekabetin ABD imalat sektörlerinin üzerindeki etkilerini modellemek için bir verimlilik modeli sunmuşlardır. Chaurey vd. [3], üretim organizasyonları ve toplam verimli bakım (TPM) hakkında literatür taraması yapmışlardır. Çalışmada, TPM'nin etkin bir şekilde uygulanması için TPM çerçevesine uygun olarak TPM niteliklerini ve engellerini incelemişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, TPM uygulamasındaki engelleri ve etkili TPM uygulaması için kritik başarı faktörlerini tanımlamışlardır.

Jin vd. [4] imalat firmalarında örgütsel davranışın hem uygulayıcıların, hem de onu benimseyenlerin bakış açılarından anlaşılıp anlaşılmadığını araştırmak için, Kuzey İrlanda ve İrlanda Cumhuriyeti'nden 531 şirketten oluşan bir örneklem kullanarak ikinci dereceden bir örgütsel yenilikçilik tipolojisi oluşturmuş ve analiz etmiştir. Terziovski [5] inovasyon faktörlerini ve bunların üretim KOBİ'lerindeki performans etkilerini tanımlayan çalışmasını 600 Avustralya'lı KOBİ'den oluşan bir örneklemeden anket verilerini toplayarak analiz etmiştir. Dewangan vd. [6] inovasyonun Hint imalat sektörünün rekabet gücünü sağlamadaki rolünü araştırdığı bir çalışma sunmuşlardır. Bickauske vd. [7], imalat endüstrisindeki Litvanya şirketlerinin yeterince dijitalleştirilip dijitalleştirilmediğini ve değer zinciri yaratmanın tüm segmentlerinde dijital çözümlerin kurulumunda Endüstri 4.0 ilkelerini tamamen benimsemeye hazır olup olmadığını belirlemek için bir çalışma sunmuşlardır. Yurdakul ve İç [8], kapsamlı bir

hijerarşik performans ölçüm modeli geliştirmeyi amaçlayan bir model sunmuşlardır. Önerilen model, yalnızca bir imalat şirketinin kendi sektöründeki genel performansını belirlemekle kalmayıp, aynı zamanda kritik faaliyetlerdeki güçlü ve zayıf yönlerini de ortaya koyabilmektedir. İç ve Yurdakul [9], bir imalat firmasının kritik operasyonlardaki başarı düzeylerini derecelendirerek ve bunları birleştirerek genel performans puanını ölçmek için bir bulanık TOPSIS modeli geliştirerek, çok seviyeli hijerarşik bir performans ölçüm modeli ortaya koymuşlardır. Mandal ve Bagchi [10] ise, bilgi yönetimi stratejisinin, teknoloji yönetimi stratejisinin ve bilişim yönetimi stratejisinin imalat sanayiindeki firmaların performansını nasıl etkilediğine dair bir çalışma sunmuşlardır. Kwak [11], stok devir hızını imalat süreçlerinde bir performans ölçüsü olarak alarak, 2010'dan 2018'e kadar Kore'deki 421 imalat şirketinin verilerine dayalı olarak, stok devir hızını etkileyen faktörlerin kapsamlı bir analizini sunmuş ve bunun diğer finansal oranlarla ilişkisini ortaya koymaya çalışmıştır. Ardından Altman'ın Z skor yöntemiyle imalat sektöründeki en iyi puana ve en kötü puana sahip olan şirketlerin performanslarını karşılaştırmıştır. Bhatia ve Kumar [12], Hindistan otomotiv imalatı endüstrisinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulanmasında kritik başarı faktörlerini regresyon analizi ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak çalışmalarında “veri yönetişimi” faktörünün tüm süreçleri etkileyen en kritik faktör olduğunu belirlemişlerdir. Xu ve Li [13], entelektüel sermayenin ve bileşenlerinin (insan, yapısal ve ilişkisel sermayeler) Çin'de borsaya kayıtlı imalat firmalarının üretim performansı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, şirket sahipliğinin, sektör özelliklerinin ve coğrafi bölgelerin entelektüel sermaye performansıyla ilişkisi de incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, devlete ait işletmelerin entelektüel sermaye üzerinde daha büyük bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, özel şirketlere göre firma performansında; yüksek teknoloji imalat şirketlerinin, yüksek teknoloji ürünü üretmeyen imalat şirketlerinden daha yüksek entelektüel sermayeye sahip olduğu, Çin'in doğusundaki üretim şirketlerinin, orta ve batı bölgelerindeki muadillerinden daha yüksek entelektüel sermaye performansına sahip olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Abdel-Basset vd. [14] bulanık model tabanlı analitik hiyerarşi prosesi (AHP:Analytic Hierarchy Process), VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje) ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak, Mısır'daki çelik endüstrisi firmalarının finansal performansını ölçen bir model önermişlerdir. Yasmin vd. [15] bütünlük bir çok kriterli karar verme metodolojisi kullanarak büyük veri analitiği yeteneklerinin karşılıklı bağımlılığını ve bu yeteneklerin firma performansı üzerindeki etkisini

analiz etmişlerdir. Çalışmada öncelikle Pakistan'dan seçilmiş vaka çalışması firmalarından elde edilen bir veri seti oluşturulmuştur. Ardından, sezgisel bulanık DEMATEL (IF-DEMATEL: Intuitionistic Fuzzy Decision-Making Trial And Evolution Laboratory), analitik ağ süreci (ANP: Analytic Network Process) ve basit toplamalı ağırlıklandırma (SAW: Simple Additive Weighting) yöntemleri, büyük veri analitiği yeteneklerinin firma performansı ile ilişkisini değerlendirmek için uygulanmıştır. Gavalas vd. [16] ise, gemi inşa sektöründe performans göstergelerinin oluşturulmasını temel alan bir çalışma sunmuşlardır. Çalışmada bulanık DEMATEL, bulanık ANP ve MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis) yöntemleri ile analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, 25 farklı değişkeni göz önünde bulundurarak; finans, müşteri, iç süreç, öğrenme ve büyüme yönlerini içeren performans ve rekabet gücünün tahmin edilmesini sağlamaya çalışmışlardır. Metodoloji, Bengal Körfezi Havzası ülkelerinin aktif tersanelerinin analizi için kullanılmıştır. Kung vd. [17], finansal raporların analizine dayalı olarak, beş imalat firmasının performansının ölçüldüğü bir çalışma sunmuşlardır. Çalışmada bulanık AHP firma seçiminde kullanılacak kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için, bulanık TOPSIS yöntemi ise kriter değerlerine göre en uygun alternatifini belirlemek için kullanılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar genellikle imalat sektörünün veya sektördeki firmaların performansını ölçmeye yönelik çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada ise Türkiye ekonomisi içerisindeki imalat sektörlerinin orta-yüksek teknolojiye odaklanmış olanlarının kendi aralarında makro-ekonomik göstergeler bazında sıralanması hedeflenmektedir. Bu sıralama sonuçları bize ileride gelişme potansiyelini sürdürecektir olan sektörler hakkında önemli ipuçları sunabilecektir.

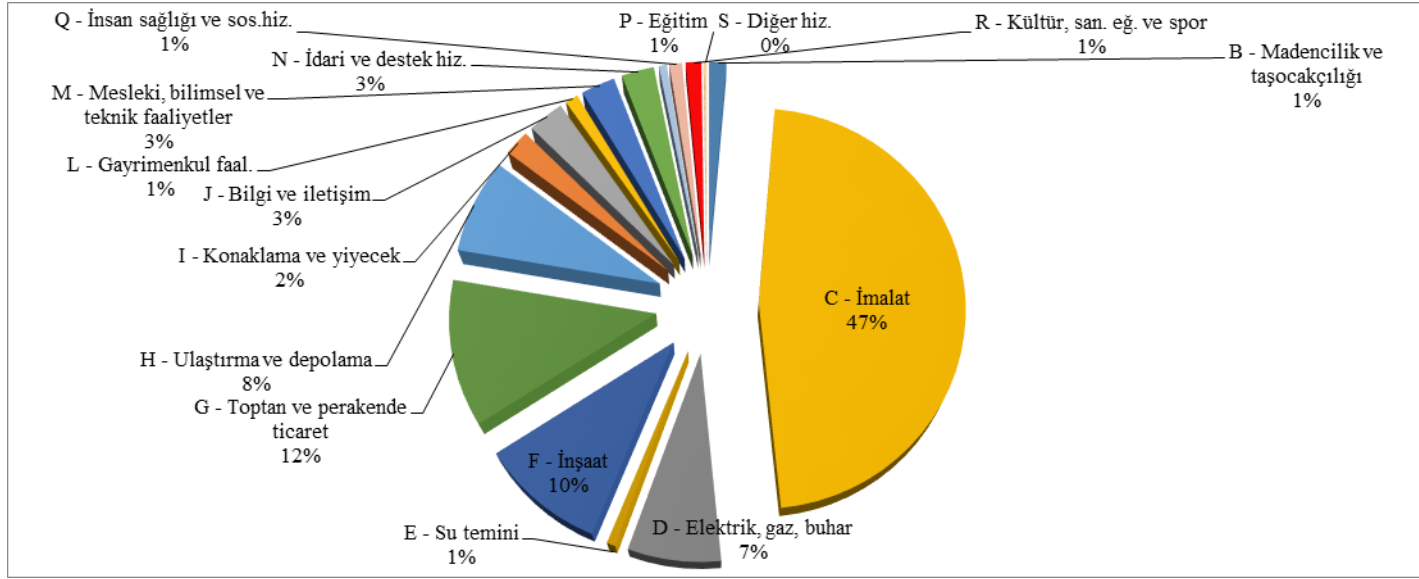
TOPSIS YÖNTEMİ

Türkiye ekonomisi içerisindeki imalat sektörlerinin orta-yüksek teknolojiye odaklanmış olanlarının kendi aralarında makro-ekonomik göstergeler bazında sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Hwang and Yoon [18] tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi literatürde iyi bilinen ve farklı alanlarda kullanılmış bir yöntemdir. Yöntem, uygulaması basit, farklı senaryolara göre sonuçların analizini mümkün kılan esneklikte ve kolay programlanabilen, ancak bir o kadar da dengeli, doğru ve tutarlı sonuçların alınabildiği bir çok ölçütlü karar verme yöntemidir. Bu nedenle çalışmada TOPSIS yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Yöntemin uygulama aşamaları aşağıda verilmiştir:

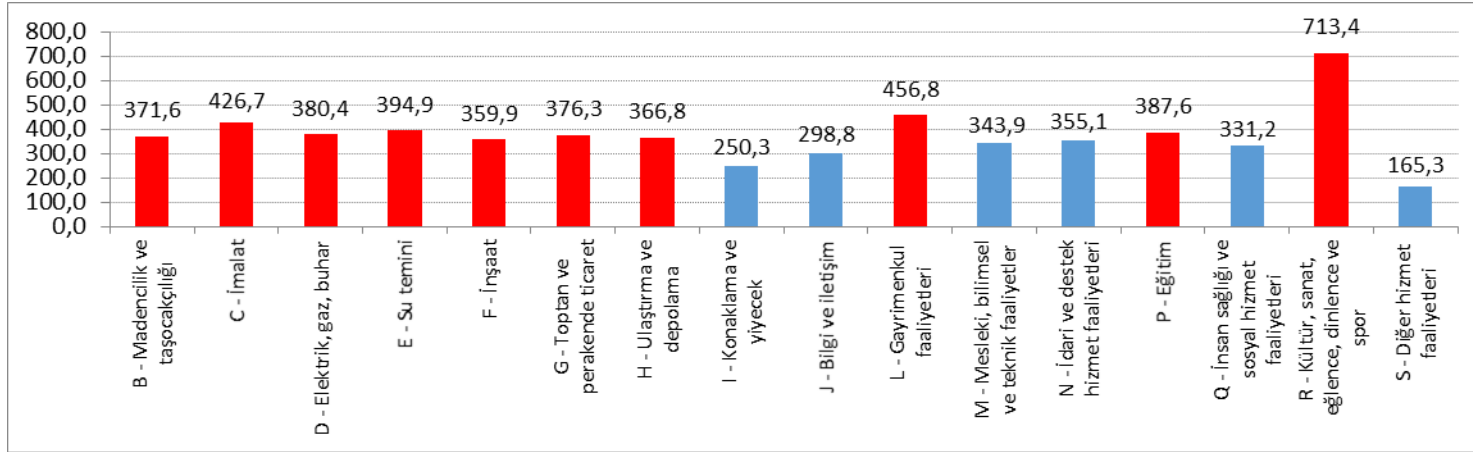
Tablo 1. Ekonomik faaliyet grupları bazında üretim değeri gelişimi

(Milyar TL)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2010-2020 % Artış	2020 % Pay
B - Madencilik ve taş ocakçılığı	176	237	256	284	285	281	295	389	549	653	831	371.6	1.38
C - İmalat	5 388	7 122	7 718	8 662	9 970	11 168	12 205	15 748	21 038	23 655	28 379	426.7	47.06
D - Elektrik, gaz, buhar	889	1 011	1 274	1 595	1 796	1 972	1 981	2 277	2 892	3 510	4 272	380.4	7.08
E - Su temini	82	109	125	147	178	221	259	324	360	364	404	394.9	0.67
F - İnşaat	1 270	1 668	1 960	2 522	2 888	3 365	4 057	5 136	6 101	5 532	5 841	359.9	9.69
G - Toptan ve perakende ticaret	1 498	1 835	2 037	2 342	2 674	3 082	3 520	4 358	5 289	6 120	7 134	376.3	11.83
H - Ulaştırma ve depolama	991	1 256	1 465	1 643	1 915	2 189	2 423	3 005	3 782	4 524	4 626	366.8	7.67
I - Konaklama ve yiyecek	359	457	524	612	715	813	819	1 037	1 397	1 734	1 259	250.3	2.09
J - Bilgi ve iletişim	446	512	577	643	704	791	906	1 065	1 253	1 445	1 780	298.8	2.95
L - Gayrimenkul faaliyetleri	113	147	181	213	245	260	286	345	502	577	631	456.8	1.05
M - Mesleki, bilimsel ve teknik faaliyetler	374	460	509	589	676	794	913	1 095	1 221	1 401	1 659	343.9	2.75
N - İdari ve destek hizmet faaliyetleri	349	445	514	628	774	928	1 035	1 359	1 674	1 983	1 589	355.1	2.63
P - Eğitim	79	91	110	135	167	193	226	265	316	375	384	387.6	0.64
Q - İnsan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri	143	176	199	231	265	301	339	390	464	564	619	331.2	1.03
R - Kültür, sanat, eğlence, dinlence ve spor	93	116	140	164	187	207	229	264	314	476	756	713.4	1.25
S - Diğer hizmet faaliyetleri	54	65	67	66	68	82	91	109	126	141	143	165.3	0.24
Toplam	12,305	15,707	17,657	20,475	23,508	26,647	29,584	37,170	47,278	53,055	60,305		

Kaynak: TÜİK [1]



Şekil 1. 2020 yılı üretim değerinin ekonomik faaliyet gruplarına göre dağılımı



Şekil 2. Ekonomik faaliyet gruplarına göre 2010-2020 döneminde ekonomik faaliyet gruplarının üretim artış hızları

Adım 1: Karar matrisi oluşturulur

Satırlarında sıralanacak alternatifler, kolonlarında değerlendirme kriterlerinin yer aldığı karar matrisi oluşturularak TOPSIS yöntemi uygulama adımlarına başlanmıştır.

Alternatif	Kriter	
	y ₁	y ₂
a ₁	a ₁₁	a ₁₂
a ₂	a ₂₁	a ₂₂
a ₃	a ₃₁	a ₃₂
⋮	⋮	⋮
a _m	a _{m1}	a _{m2}

$$A_{ij} = \begin{matrix} y_3 & \dots & y_n \\ a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ a_{m3} & \dots & a_{mn} \end{matrix} \quad (1)$$

Adım 2: Normalize karar matrisi oluşturulur

Karar matrisi oluşturulduktan sonra, i=1,2,...,m farklı alternatif sayısı, j=1,2,...,n kriter sayısı olmak üzere Eş. (2) kullanılarak, karar matrisi normalize edilir.

$$a_{ij}^* = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (2)$$

Adım 3: Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur

İlk olarak her bir değerlendirme kriteri için ağırlıklı değerleri (w_j) 1: en düşük, 10: en yüksek değer olacak şekilde 1-10 arasında belirlenir. Ardından, atanmış olan ağırlıklı değerleri toplam ağırlık puanına bölünerek normalize edilir. Burada önemli olan nokta $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ şartının sağlanmasıdır. Ardından normalize matrisin her bir elemanı ilgili değerlendirme kriteri ağırlığı ile çarpılarak ağırlıklı karar matrisi (V) oluşturulur:

$$V = \begin{bmatrix} w_1 a_{11} & w_2 a_{12} & \dots & w_n a_{1n} \\ w_1 a_{21} & w_2 a_{22} & \dots & w_n a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 a_{m1} & w_2 a_{m2} & \dots & w_n a_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 4: İdeal çözümler elde edilir

Pozitif (A*) ve negatif ideal (A-) çözümler Eş. (4) ve (5) kullanılarak bulunur.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} | i \in I), (\min_i v_{ij} | i \in I') \right\} \quad (4)$$

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} | i \in I), (\max_i v_{ij} | i \in I') \right\} \quad (5)$$

Eşitliklerde, I kazanç türü kriter setini ve I' maliyet türü kriter setini ifade etmektedir.

Adım 5: İdeal çözümlere uzaklıklar hesaplanır

İdeal ve negatif ideal çözümlere her bir alternatifin uzaklığı Eş. (6) ve Eş. (7) kullanılarak hesaplanır.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (6)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

Eşitliklerde v_j^{*}, j kriteri için pozitif ideal değer, v_j⁻ ise negatif ideal değerdir.

Adım 6: Sıralama puanları belirlenir

Eş. (8) kullanılarak sıralama puanları hesaplanır ve alternatifler en yüksek puanlıdan en düşük puanlıya doğru sıralanırlar.

$$C_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i=1, \dots, m. \quad (8)$$

ORTA VE İLERİ TEKNOLOJİ İMALAT SEKTÖRLERİNİN MAKRO EKONOMİK VERİLERE GÖRE SIRALANMASI

Bu bölümde öncelikle, 11. Kalkınma planında belirlenmiş olan Yüksek Teknoloji (Y) ve Orta-Yüksek teknoloji (OY) üretimi yapan imalat sektörleri (Tablo 2) ile son on yılda Türkiye ekonomisinin üretim değerine yüksek katkı yapan bilişim, bilgisayar ve iletişim teknolojilerine ait ekonomik faaliyet gruplarının temel makro-ekonomik verileri derlenmiştir.

Orta-yüksek ve yüksek teknoloji ürünü üreten sektörlerin ana sektörleri ile birlikte, çalışmanın birinci bölümünde sunulan ve çok yüksek düzeyde üretim artışı gösteren, “Telekomünikasyon”, “Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler”, “Bilgi hizmet faaliyetleri” ekonomik grupları da diğer rakip sektörler olarak değerlendirmeye katılmış ve Tablo 3 oluşturulmuştur. Karar matrisi olarak düzenlenen Tablo 3, TOPSIS yönteminin ilk adımı olarak alınarak, yöntemin diğer adımları işletilmiş ve sıralama sonuçları bulunmuştur. TOPSIS yöntemiyle ekonomik faaliyet grupları farklı senaryolara göre kendi aralarında makro-ekonomik

verilere göre makroekonomik gösterge performansları baz alınarak sıralanmıştır. Burada kriter ağırlıkları atanırken, en düşük kriter puanı 5 puan olacak şekilde bir değerlendirme yapılmıştır. Kriterler ülkenin üretim ve rekabet gücünü etkileme düzeylerine göre değerlendirme yapılarak atanmıştır. Senaryo analizlerinde ise ilgili senaryodaki başarıyı etkileyecek olan kriterlere en üst puanlar verilip, diğerleri daha düşük puanda tutularak bir sıralama yapılmıştır.

Tablo 2. İmalat sanayinin NACE Rev.2- 3 haneli bölümlerine göre yüksek teknoloji sınıflaması

NACE Kodu	Yüksek teknoloji
21	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı
26	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı
30.3	Hava taşıtları ve uzay araçları ile bunlarla ilgili makinelerin imalatı
	Orta-yüksek teknoloji
20	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı
25.4	Silah ve mühimmat(cephane) imalatı
27	Elektrikli teçhizat imalatı
28	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı
29	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı
30-(30.1+30.3)	Diğer ulaşım araçlarının imalatı (gemi ve tekne yapımı ile hava taşıtları ve uzay araçları ile bunlarla ilgili makinelerin imalatı hariç)
32.5	Tıbbi ve dişçilik ile ilgili araç ve gereçlerin imalatı

Yapılan analiz sonucunda; TOPSIS yöntemi sonuçlarına göre, makroekonomik göstergeler bazında 12 sektör içerisinde ilk 6 sırayı alan sektörler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler,
- Bilgi hizmeti faaliyetleri,
- Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı,
- Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı, (Elektronik bileşen ve kartların imalatı, iletişim ekipmanlarının imalatı, tüketici elektroniği üretimi optik enstrümanlar ve fotoğrafik ekipmanlar imalatı),
- Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı, (Uçak ve içten yanmalı araç motorları dışındaki motor ve türbinlerin imalatı,

kaldırma ve taşıma araçlarının imalatı, metal işleme ve takım tezgahlarının imalatı vb.)

- Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı.

TARTIŞMA

TOPSIS yönteminde kriter ağırlıklarındaki değişiklikler sıralama sonuçlarını değiştirmektedir. Bu nedenle bu bölümde farklı senaryolar bazında farklı kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi tekrarlanmış ve Tablo 4'teki sıralama sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen senaryo analizi sıralamalarının birinci kartil (quartile/çeyrek) değerleri elde edilerek tüm sıralamaların tek bir değere yansıtılması ve buna göre tüm senaryoları kapsayacak bir sıralamanın elde edilmesi hedeflenmiştir.

Kartiller, bir veri setini dört eşit parçaya bölen değerlerdir:

1. Kartil (Q1): Verilerin %25'i bu değere eşit veya bu değerden daha düşüktür.
2. Kartil (Q2): Medyanı ifade eder. Verilerin %50'si bu değere eşit veya bu değerden daha düşüktür.
3. Kartil (Q3): Verilerin %75'i bu değere eşit veya bu değerden daha düşüktür.

Kartil değerleri bir veri kümesinin yayılımını ve merkezi eğilimini hızlı bir şekilde değerlendirmeye yardımcı olur. Excel'in "DÖRTTEBİRLİK" fonksiyonu kullanılarak Q1 değerleri hesaplanmış ve Tablo 4'de sunulmuştur. Buna göre elde edilen ilk 6 sıra aşağıdaki gibi oluşmaktadır:

- Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler
- Bilgi hizmet faaliyetleri
- Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı
- Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı
- Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı
- Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı.

Tablo 4 incelendiğinde sadece 5 ve 6. sıranın değiştiği görülmektedir. Bu durumun bir nedeni ilk 4 sektörün tüm makroekonomik verilerde yüksek değerlere sahip olmasıdır. Tablo 4'te dikkat çeken başka bir durum ise havacılık ve uzay sanayiini de içine alan diğer ulaşım araçlarının imalat sektörünün üretim artış oranı kriteri ağırlıklı senaryoda 3. sırayı almış olmasıdır. Bu durum bu sektörün önümüzdeki dönemlerde üretim artış hızını sürdürmesi durumunda genel sıralamalarda ilk 6 sektör arasına girme potansiyelinin bulunduğu bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Tablo 3. Ekonomik faaliyet gruplarının bazı makro-ekonomik verileri ve TOPSIS yöntemi sonuçları

		Ağırlık:	8	10	6	8	10	5										
		Normalize ağırlık:	0.170	0.213	0.128	0.170	0.213	0.106										
Teknoloji Sınıfı	*Ekonomik faaliyet alanı	*NACE Kodu	*Ücretli çalışan sayısı artışı (%)	*Üretim Değeri Artışı (%)	*Üzerinde değişiklik yapılmadan satılmak üzere alınan mal ve hizmetlerin satın alışı artışı (%)	*Üretim Değeri (Milyar TL)	*Girişim Sayısı Artış (%)	*Mal ve Hizmet Stokundaki değişim artışı(%)	Ağırlıklı normalize matris						d_i^+	d_i^-	C_i^+	Sıra
OY	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	20	69.01	645.66	871.27	157	16	730	0.0438	0.0576	0.0346	0.0614	0.0100	0.0154	0.1648	0.0970	0.3706	9
Y	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	21	43.86	424.24	276.95	40	122	1899	0.0278	0.0379	0.0110	0.0156	0.0760	0.0400	0.1634	0.1099	0.4021	6
OY	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	25	70.7	666.1	777.79	184	18	590	0.0449	0.0594	0.0309	0.0719	0.0112	0.0124	0.1633	0.1041	0.3893	8
Y	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	26	102.86	618.31	210.74	48	71	3289	0.0653	0.0552	0.0084	0.0188	0.0442	0.0692	0.1576	0.1239	0.4402	4
OY	Elektrikli teçhizat imalatı	27	78.15	532.54	552.25	159	48	623	0.0496	0.0475	0.0219	0.0622	0.0299	0.0131	0.1584	0.1010	0.3895	7
OY	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	28	83.01	734.53	867.19	146	44	638	0.0527	0.0655	0.0344	0.0571	0.0274	0.0134	0.1498	0.1088	0.4208	5
OY	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	29	72.01	669.01	397.47	258	48	1828	0.0457	0.0597	0.0158	0.1009	0.0299	0.0385	0.1470	0.1341	0.4771	3
Y	Diğer ulaşım araçlarının imalatı	30	55.46	827.18	445.98	45	52	1719	0.0352	0.0738	0.0177	0.0176	0.0324	0.0362	0.1676	0.0967	0.3658	10
OY	Diğer İmalatlar (Tıbbi ve dişçilik ile ilgili araç ve gereçlerin imalatı dahil)	32	42.41	137.98	341.28	34	-28	587	0.0269	0.0123	0.0135	0.0133	0.0174	0.0124	0.2276	0.0352	0.1338	12
N/A	Telekomünikasyon	61	-7.04	210	293.74	88	3	64	-0.0045	0.0187	0.0117	0.0344	0.0019	0.0013	0.2215	0.0375	0.1446	11
N/A	Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler	62	148.7	1006.03	1101.25	55	209	1649	0.0944	0.0898	0.0437	0.0215	0.1302	0.0347	0.1023	0.2007	0.6623	1
N/A	Bilgi hizmet faaliyetleri	63	66.6	1109.65	2458.23	8	206	290	0.0423	0.0990	0.0975	0.0031	0.1283	0.0061	0.1275	0.1973	0.6074	2
		$\sum_{i=1}^m a_{ij}^2$	268.18	2384.19	3218.30	435.41	341.56	5054.54	$\sqrt{0.0944}$	$\sqrt{0.0990}$	$\sqrt{0.0975}$	$\sqrt{0.1009}$	$\sqrt{0.1302}$	$\sqrt{0.0692}$				
									$\sqrt{-0.0045}$	$\sqrt{0.0123}$	$\sqrt{0.0084}$	$\sqrt{0.0031}$	$\sqrt{0.0174}$	$\sqrt{0.0013}$				

Kaynak: TÜİK [1]; $\sqrt{A_i^}$; $\sqrt{A_i^-}$

Tablo 4. Ekonomik Faaliyet gruplarının farklı senaryolara göre performans sıralaması analizi

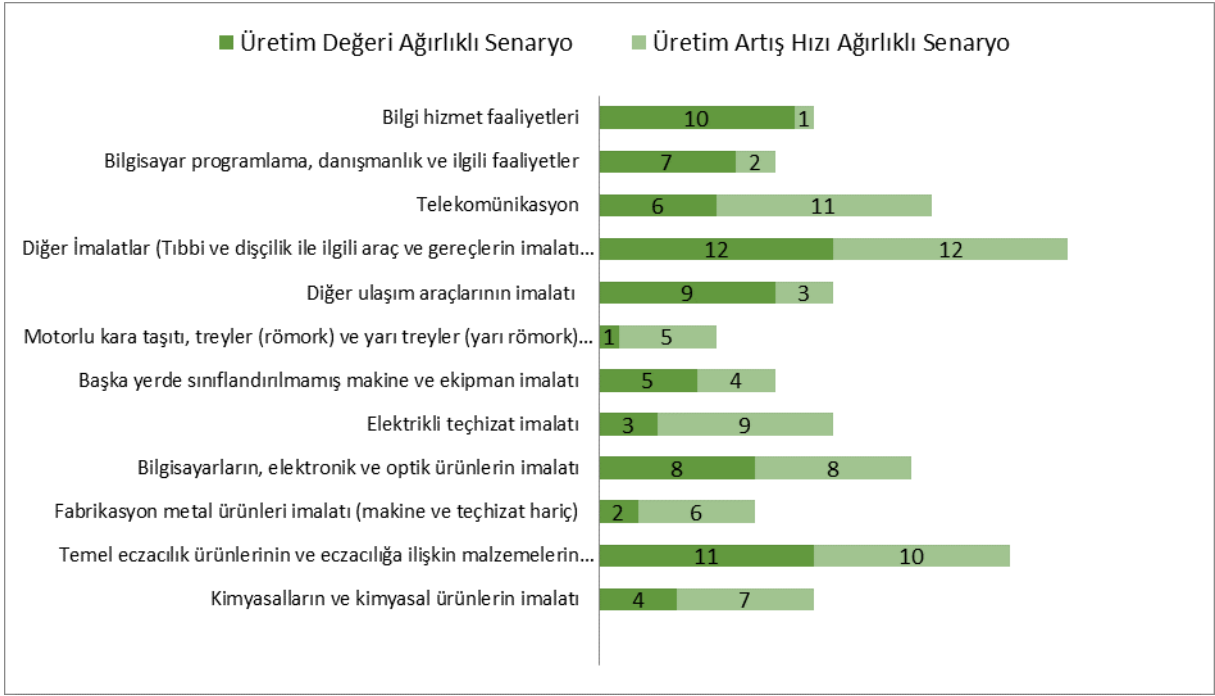
Tek. Sınıfı	Ekonomik faaliyet grubu (sektör)	Üretim Değeri Ağırlıklı Senaryo	Üretim Artış Hızı Ağırlıklı Senaryo	İstihdam ve Girişim Kriteri Ağırlıklı Senaryo	Ekonomik hareketlilik	Eşit Ağırlıklı Senaryo	Orijinal Sıralama	1.Çeyrek (Kartil-Q1) Değeri	Sıra
OY	Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı	4	7	10	8	8	9	7.25	10
Y	Temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı	11	10	4	4	6	6	4.5	5
OD	Fabrikasyon metal ürünleri imalatı (makine ve teçhizat hariç)	2	6	9	10	7	8	6.25	8
Y	Bilgisayarların, elektronik ve optik ürünlerin imalatı	8	8	3	3	4	4	3.25	4
OY	Elektrikli teçhizat imalatı	3	9	6	9	9	7	6.25	8
OY	Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı	5	4	5	7	5	5	5	6
OY	Motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı	1	5	7	5	3	3	3	3
Y	Diğer ulaşım araçlarının imalatı	9	3	8	6	10	10	6.5	9
OY	Diğer İmalatlar (Tıbbi ve dişçilik ile ilgili araç ve gereçlerin imalatı dahil)	12	12	11	11	11	12	11	12
N/A	Telekomünikasyon	6	11	12	12	12	11	11	12
N/A	Bilgisayar programlama, danışmanlık ve ilgili faaliyetler	7	2	1	2	1	1	1	1
N/A	Bilgi hizmet faaliyetleri	10	1	2	1	2	2	1.25	2

Diğer taraftan, Şekil 3'te üretim değeri ağırlıklı senaryo ile üretim artış hızı ağırlıklı senaryoların sıralama sonuçları aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Buna göre, üretim değeri ağırlıklı sıralama ile üretim artış hızı ağırlıklı sıralamalar arasında tutarlı bir ilişki gözükmemektedir. Örneğin bilgi hizmetleri sektörü üretim değeri ağırlıklı senaryoda 10. sırada yer alırken, üretim artış hızı ağırlıklı senaryoda 1. sırada yer almıştır. Diğer taraftan, elektrikli teçhizat imalatı sektörü üretim değeri ağırlıklı senaryoda 3. sırada iken, üretim artışı ağırlıklı senaryoda 9. sırada yer almıştır. Buna göre üretim değeri ağırlıklı senaryoda ortanın altında yer alan bilgi hizmet faaliyetleri, bilgisayar programlama ve diğer ulaşım araçları imalatı sektörleri üretim artış hızı ağırlıklı senaryolarda ilk sıralarda yer alabilmişlerdir. Şekil 4'te verilen grafikte ise ekonomik hareketlilik ağırlıklı senaryo ile istihdam ve girişimcilik kriteri ağırlıklı senaryoda hemen hemen aynı sıralamalar elde edilebildiği görülmektedir.

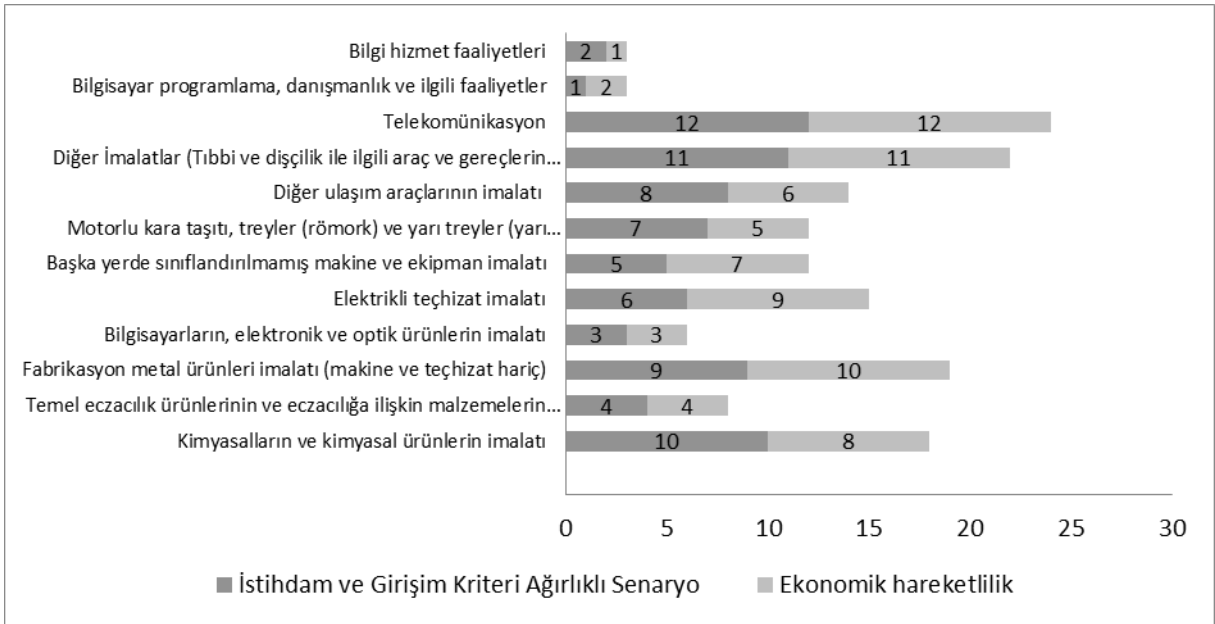
Bu durumun analiz edilmesine yönelik olarak, kriter değerleri için MINITAB 14 programı kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır (Şekil 5). MINITAB programının korelasyon analizi aracı, ikiden fazla değişken olduğunda, korelasyon matrisinin alt üçgeninde korelasyon katsayılarını ekranda gösterir.

Örneğin Şekil 5'te, b ve a kriterleri arasındaki Pearson korelasyonu 0,660, c ve a arasında 0,262 ve c

ve b arasında 0,727'dir. MINITAB, ayrıca p değerlerini yazdırır. P değerlerinin %95 güven düzeyi için 0,05'ten küçük olması ($\alpha \leq 0,05$), korelasyonların sıfır olmadığına dair yeterli kanıt gösterir. Buna göre; b ile a, c ile b, e ile b, ve e ile c kriter değerleri arasında korelasyon bulunduğu Şekil 5'ten izlenebilmektedir. Bu durumda, TOPSIS sonuçlarında ekonomik hareketlilik ağırlıklı senaryo ile istihdam ve girişimcilik kriteri ağırlıklı senaryoda hemen hemen aynı sıralamaların elde edilebilmiş olması doğaldır. Çünkü aralarında korelasyon bulunan kriterler (c ile e) aynı senaryolarda yüksek ağırlık değerleri ile TOPSIS yönteminde kullanılmıştır. TOPSIS yönteminde kriterlerin birbirinden bağımsız olması gerekmektedir. Bu nedenle bu koşulu sağlamak üzere b ve c kriterleri değerlendirmeden çıkartılarak diğer kriterlerle ve aynı kriter ağırlıkları kullanılarak yeniden sıralama yapılmıştır. Bu durumda Şekil 5'e göre a, d, e ve f kriterleri arasında korelasyon bulunmadığından bağımsız bir kriter seti elde edilebilmiştir. Elde edilen yeni sıralama sonuçları orijinal sıralama sonuçları ile karşılaştırılmıştır (Şekil 6). Elde edilen yeni sıralama ile orijinal sıralama arasında önemli bir farklılık gözlenmemektedir. Buna göre, çalışmada ulaşılan sıralama sonuçlarının kullanılabilir nitelikte olduğu söylenebilir. Öte yandan, b ve d kriterleri arasında korelasyon bulunmadığı için, üretim değeri kriteri (d) ağırlıklı senaryo ile, üretim artış hızı kriteri (b) ağırlıklı senaryolarda farklı sıralama sonuçlarının elde edilmesi de beklenen bir sonuç olmaktadır.



Şekil 3. Üretim kriteri ağırlıklı senaryoların değerlendirilmesi



Şekil 4. İstihdam ve ekonomik hareketlilik kriteri ağırlıklı senaryoların değerlendirilmesi

Correlations: a; b; c; d; e; f*

	a	b	c	d	e
b	0,660 0,020				
c	0,262 0,411	0,727 0,007			
d	0,051 0,875	-0,051 0,875	-0,228 0,476		
e	0,545 0,067	0,744 0,005	0,650 0,022	-0,425 0,168	
f	0,462 0,130	0,151 0,640	-0,398 0,200	-0,127 0,695	0,226 0,479

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

*a: Ücretli çalışan sayısı artışı

*b: Üretim Değeri Artışı

*c: Üzerinde değişiklik yapılmadan satılmak üzere alınan mal ve hizmetlerin satın alışı artışı

*d: Üretim Değeri

*e: Girişim Sayısı Artış

*f: Mal ve Hizmet Stokundaki değişim artışı

Şekil 5. Kriter değerleri için korelasyon analizi MINITAB çıktısı

SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye ekonomisinin son 10 yıllık periyodunda aktif olan orta yüksek ve yüksek teknoloji ürünleri üreten imalat sektörlerinin bir değerlendirilmesi sunulmuştur. İlgili sektörler alternatif, makroekonomik göstergeler ise kriter olarak alınarak TOPSIS yöntemi ile bir sıralama yapılmış, sektörler gelişme potansiyeli en yüksek olandan en düşük olana doğru sıralanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, geçtiğimiz 10 yıllık periyotta gerek üretim artışı, gerekse ekonomik hareketlilik açısından en fazla öne çıkan sektörlerin temelinde bilgisayar programlama, motorlu kara taşıtları, bilgisayar, elektrikli ve optik aletler üretimi ve temel eczacılık ürünlerinin imalatı sektörleri (ekonomik grupları) olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan NACE sınıflaması genel sektör sınıflamasını temsil etmekte olup, alt sektör veya ürün bazlı detaya yönelik bir çalışmayı yansıtmamaktadır.

İleriki çalışmalarda bu çalışmada belirlenen temel sektörler bazında alt sektör gruplarının kendi aralarında bir sıralaması yapılabilir. Bu tür bir sıralama halen sektörde aktif rol üstlenen ve ileride bu aktivitesini daha da ileriye taşıyabilecek olan alt sektörlerin tespit edilebilmesini sağlayabilecektir. Yapılacak olan değerlendirmelerde birbirinden bağımsız kriterlerle değerlendirme yapılmalıdır. Bu sayede kriter ağırlıklarının sonuçlara yansımaları daha anlamlı hale gelebilecektir.

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF THE MANUFACTURING SECTORS PRODUCING MEDIUM AND HIGH TECHNOLOGY PRODUCTS IN THE LAST TEN YEARS

In parallel with the economic developments, the development of the manufacturing sectors continues. The Turkish economy has been focusing on the production of high-tech products and their exporting in the last ten years. In this context, manufacturing sectors are grouped as a low, medium, and high technology producing sectors and especially

the sectors producing high technology products are tried to be supported. We evaluate the performance of the manufacturing sectors that produce medium and high technology. We analyzed the macroeconomic indicators of the Turkish manufacturing sectors in the last ten years. For this purpose, the TOPSIS method, one of the multi-criteria decision-making methods, was used to rank the Turkish manufacturing sectors. With the TOPSIS method, alternative manufacturing sectors are ranked according to different scenarios based on macroeconomic indicators.

Keywords: Manufacturing sectors, Turkish economy, high-tech products, TOPSIS.

KAYNAKLAR

1. Türkiye İstatistik Kurumu- TÜİK. <https://data.tuik.gov.tr/>
2. Vieira, L. C., Longo, M., & Mura, M. (2021). Are the European manufacturing and energy sectors on track for achieving net-zero emissions in 2050? An empirical analysis. *Energy Policy*, 156, 112464.
3. Chaurey, S., Kalpande, S. D., Gupta, R. C., & Toke, L. K. (2021). A review on the identification of total productive maintenance critical success factors for effective implementation in the manufacturing sector. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, (In Press). DOI 10.1108/JQME-11-2020-0118
4. Jin, Z., Hewitt-Dundas, N., & Thompson, N. J. (2004). Innovativeness and performance: evidence from manufacturing sectors. *Journal of Strategic Marketing*, 12(4), 255-266.
5. Terziowski, M. (2010). Innovation practice and its performance implications in small and medium enterprises (SMEs) in the manufacturing sector: a resource-based view. *Strategic Management Journal*, 31(8), 892-902.
6. Dewangan, D. K., Agrawal, R., & Sharma, V. (2015). Enablers for competitiveness of Indian manufacturing sector: an ISM-fuzzy MICMAC analysis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 189, 416-432.
7. Bickauske, D., Simanaviciene, Z., Jakubavicius, A., Vilys, M., & Mykhalchyshyna, L. (2020). Analysis and perspectives of the level of enterprises digitalization (Lithuanian manufacturing sector case). *Independent Journal of Management & Production*, 11(9), 2291-2307.
8. Yurdakul, M., & İç, Y. T. (2018). Development of a multi-level performance measurement model for manufacturing companies using a modified version of the fuzzy TOPSIS approach. *Soft Computing*, 22(22), 7491-7503.
9. İç, Y. T., & Yurdakul, M. (2021). Development of a new trapezoidal fuzzy AHP-TOPSIS hybrid approach for manufacturing firm performance measurement. *Granular Computing*, 6(4), 915-929.
10. Mandal, P., & Bagchi, K. (2016). Strategic role of information, knowledge and technology in manufacturing industry performance. *Industrial Management & Data Systems*, 116(6)1259-1278.
11. Kwak, J. K. (2019). Analysis of inventory turnover as a performance measure in manufacturing industry. *Processes*, 7(10), 760.
12. Bhatia, M. S., & Kumar, S. (2020). Critical success factors of Industry 4.0 in automotive manufacturing industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, (In Press). DOI: 10.1109/TEM.2020.3017004.
13. Xu, J., & Li, J. (2022). The interrelationship between intellectual capital and firm performance: evidence from China's manufacturing sector. *Journal of Intellectual Capital* 23(2)313-341.
14. Abdel-Basset, M., Ding, W., Mohamed, R., & Metawa, N. (2020). An integrated plithogenic MCDM approach for financial performance evaluation of manufacturing industries. *Risk Management*, 22(3), 192-218.
15. Yasmin, M., Tatoglu, E., Kilic, H. S., Zaim, S., & Delen, D. (2020). Big data analytics capabilities and firm performance: An integrated MCDM approach. *Journal of Business Research*, 114, 1-15.
16. Gavalas, D., Syriopoulos, T., & Tsatsaronis, M. (2021). Assessing key performance indicators in the shipbuilding industry; an MCDM approach. *Maritime Policy & Management*, 1-29.
17. Kung, J. Y., Chuang, T. N., & Ky, C. M. (2011). A fuzzy MCDM method to select the best company based on financial report analysis. In 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2011) (pp. 2013-2017). IEEE.
18. Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.