

YÜKSEK VE ORTA-YÜKSEK TEKNOLOJİ ALANINDAKİ SEKTÖRLERİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

Araştırma Makalesi

Samet ARSLAN¹
Önder BELGİN²

ARSLAN, S. ve BELGİN, Ö., (2020), **Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Önceliklendirilmesi**, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 4, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını.

ÖZET

Bir ülkenin kalkınmasında ve uluslararası rekabet gücü kazanmasında sanayi politikası önemli bir yere sahiptir. Yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanlarında yer alan sektörlerin ekonomik kalkınma ve rekabet gücü üzerindeki olumlu etkisi ise yaygın olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemi ile imalat sanayindeki yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanları önceliklendirilmiştir. GİA Yönteminde kullanılan değişkenlerin ağırlıklandırılmasında ise Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yönteminden faydalanılmıştır. Kullanılan yöntemler sonucunda yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanında yer alan 36 alt sektör önem derecelerine göre sıralanmıştır.

Anahtar Sözcükler: İmalat Sanayi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Gri İlişkisel Analiz, Çok Kriterli Karar Verme.

¹ **Samet ARSLAN**, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü, Sanayi ve Teknoloji Uzmanı. ORCID: 0000-0003-1796-1003

² **Önder BELGİN**, Doç. Dr., T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Stratejik Araştırmalar ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Sanayi ve Teknoloji Uzmanı. ORCID: 0000-0001-6702-2608

* Makale Gönderim Tarihi: 21.04.2019 Kabul Tarihi: 09.05.2019

PRIORITIZING HIGH AND MEDIUM-HIGH TECHNOLOGY SECTORS USING MULTI-CRITERIA DECISION TECHNICIS

ABSTRACT

Industry policy has an important role in development and competitive advantage framework for all countries. It is widely known that high and medium-high technology sectors have positive impact on economic development and competitive advantage. In this study, high and medium-high technology sectors are ranked using Grey Relational Analysis (GRA) as one of the multi-criteria decision-making methods. In weighting the variables in GRA, Analytic Hierarchy Process (AHP) is utilized. As a result, 36 subsectors in high and medium-high technology sectors are ranked in terms of their importance degree.

Keywords: *Manufacturing Industry, Analytic Hierarchy Process, Grey Relational Analysis, Multi-Criteria Decision Making.*

1. GİRİŞ

Bir ülkenin gelişme sürecindeki en temel göstergesi, imalat sanayisinin ekonomi içindeki yeridir. Ülkelerin gelişmişliği arttıkça sektörlerin ekonomideki payları da değişmektedir. Önceleri tarım gibi doğal kaynaklara dayalı sektörler ekonomide daha fazla pay sahibiyken ülke gelişmişliğinin artmasıyla bu pay yerini imalat sektörüne bırakır ve hizmet sektörünün payı da artmaya başlar. Kalkınma literatüründe doğal ve yapısal bir dönüşüm olarak adlandırılan bu dönüşüme ek olarak gelişme sürecinde sanayinin yapısı da değişmekte; gelir arttıkça imalat sanayinin yapısı, “hafif sanayiden ağır sanayiye” doğru kaymaktadır. Günümüzde ise, imalat sanayinin yapısındaki değişimi ifade etmek için sektörlerin kullandıkları teknoloji, işgücü kalitesi ve bilgi düzeylerine göre ayrımlar yapılmaya başlanmıştır (TÜSİAD, 2008).

Firmaların ve ülkelerin rekabet gücünü artırmada önemli bir etkiye sahip olan Ar-Ge çalışmalarındaki artışla beraber imalat ve hizmet sektörlerinde Ar-Ge harcamalarının yoğunluğuna bağlı olarak teknoloji alanları ortaya çıkmıştır. Çeşitli sınıflamalar altında toplanan imalat sanayi sektörleri yüksek, orta-yüksek, orta-düşük ve düşük teknoloji alanları altında OECD ve Eurostat tarafından yapılan çalışmalar sonucunda gruplandırılmışlardır.

Bu çalışmada, Türkiye imalat sanayindeki yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanında yer alan sektörler belirlenen göstergeler açısından önceliklendirilmiştir. Bu önceliklendirmenin amacı, politika yapıcılara hangi sektörlerin öncelikli olarak desteklenmesi konusunda yol gösterici olabilmektir. Bu amaçla, birden fazla değişkenin bir arada değerlendirilmesine olanak veren Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemi kullanılmıştır. GİA, gri teoremin dallarından biridir ve Deng (1982) tarafından ortaya atılmıştır. GİA Yönteminin faydası yetersiz ve zayıf bilgi içeren yüksek miktardaki ham veriye karşı duyarsızlığı ve yansız tahminler gerçekleştirebilmesidir (Wu vd., 2018). Önceliklendirmede kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılmasında ise Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yönteminden faydalanılmıştır. AHP Yöntemi Saaty (1990) tarafından geliştirilmiş ve karar vermede subjektif yargıları içeren çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu çalışmada gerçekleştirilen analizlerde ilk olarak yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanında yer alan 36 sektörün öncelik sırası belirlenmiş daha sonra yüksek teknoloji alanında yer alan 11 sektör ve orta-yüksek teknoloji alanında yer alan 25 sektör kendi içerisinde ayrı ayrı önceliklendirilmiştir.

İmalat sanayi sektörlerinin performanslarına göre sıralanmasına ilişkin literatürde yer alan şu çalışmalardan bahsetmek mümkündür: Sun vd. (2019) Çin imalat sanayi ve alt sektörlerindeki enerji tüketimini analiz ve

tahmin etmek için GİA Yönteminden yararlanmıştır. Xu ve Wang (2016), yüksek teknoloji endüstrisinin gelişmesi ile patent kaynakları tahsisi arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için GİA Yöntemini kullanmıştır. Sungur ve Maden (2016), TR61 bölgesinde yer alan imalat sanayi sektörlerini PROMETHEE Yöntemi ile sıralamıştır. Ömürbek ve Mercan (2014), imalat alt sektörlerinin finansal performanslarını TOPSIS ve ELECTRE Yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Hacıevliyagil ve Şit (2016), imalat sanayi alt sektörlerini finansal oranlar açısından karşılaştırmıştır.

Gerçekleştirilen literatür taramalarında Türkiye'de yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanında yer alan sektörlerin ÇKKV teknikleri kullanılarak performanslarına göre sıralanmasına ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, literatürde yer alan bu eksikliği tamamlayacaktır.

Çalışmanın ilerleyen kısımları şu şekilde organize edilmiştir: Giriş kısmının ardından ikinci bölümde, ele alınan sektörlerin sınıflandırılmasında kullanılan yöntemlere ilişkin ayrıntılı açıklamalara yer verilmiş ve üçüncü bölümde çalışmanın sonuçlarına yer verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve değerlendirmeler sunulmuştur.

2. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. Gri İlişkisel Analiz

GİA, Gri Sistem Teorisinin önemli araçlarından biridir (Deng, 1989). Bu yaklaşımda, bir sistemi tanımlamak için gerekli olan bilginin düzeyini belirtmek amacıyla *siyah*, *beyaz* ve *gri* tanımlamaları kullanılmaktadır. *Siyah* tanımlaması sistemi tanımlamak için gerekli olan bilginin var olmadığını, *beyaz* tanımlaması sistemi tanımlamak için gerekli olan bilginin tamamen var olduğunu; *gri* tanımlaması ise sistemi tanımlamak için gerekli olan bilginin eksik ve büyük oranda bilinmez olduğunu ayrıca *siyah* ile *beyaz* tanımlamaları arasında bir konumda olduğunu belirtir (Huang vd., 2007). GİA, tam veri seti olmadan geçmiş deneyimler üzerinde çalışma yapılmasına olanak tanır. GİA, gri ilişkisel katsayı ve gri ilişki derecesini kullanarak veri demetleri arasındaki benzerliği değerlendirir (Hsu ve Huang, 2007).

GİA, ayrıntıları verilen 3 temel adımdan oluşur:

Adım 1. Normalizasyon: GİA Yöntemi ile analiz edilecek olan veriler ilk olarak 0-1 arasındaki değerlere normalize edilir ve bu aşama gri ilişkisinin oluşturulması olarak da tanımlanır. Normalizasyon için 3 farklı yaklaşımdan biri kullanılabilir. Bunlar; daha büyük daha iyi, daha küçük daha iyi ve hedeflenen değere en yakın durumlarıdır. Her bir duruma ait normalizasyon yaklaşımı için kullanılan eşitlikler Eş.1-Eş. 3'te verilmektedir.

Daha büyük daha iyi durumu:

$$x_{ik} = \frac{y_i(k) - \min y_i(k)}{\max y_i(k) - \min y_i(k)} \quad (1)$$

Daha küçük daha iyi durumu:

$$x_{ik} = \frac{\max y_i(k) - y_i(k)}{\max y_i(k) - \min y_i(k)} \quad (2)$$

Hedeflenen değere en yakın durumu:

$$x_{ik} = \frac{|y_i(k) - y_{ob}(k)|}{\max y_i(k) - \min y_i(k)} \quad (3)$$

Adım 2. Gri Oransal Katsayının Hesaplanması: Gri oransal katsayı ideal ve mevcut normalize edilmiş deneysel sonuçlar arasındaki ilişkiyi ifade eder. Bu katsayı, Eş. 4'te yer alan ifade kullanılarak hesaplanır.

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \delta \Delta_{\max}}{\Delta_{ij} + \Delta_{\max}} \quad (4)$$

Bu eşitlikte yer alan Δ_{ij} , x_{ok} ile x_{ik} arasındaki mutlak fark değerini ifade etmekte olup, δ değeri ayırım katsayısıdır ve genellikle bu katsayı için 0,5 değeri kullanılır. Bu katsayının amacı, katsayının aralığını genişletmek veya daraltmaktır. 1'e yakın değerler, aralığı genişletirken, 0'a yakın değerler, aralığı daraltmaktadır.

Adım 3. Gri İlişkisel Derecenin Hesaplanması: Gri ilişkisel derece, x_0 referans veri demeti ile x_j karşılaştırmalı veri demetleri arasındaki benzerliği hesaplamak için kullanılır. Gri ilişkisel derece 0 ile 1 arasında bir değer alır ve bu değer 1'e yakın ise iki veri demetinin büyük oranda benzer oldukları, 0'a yakın ise benzer olmadıkları değerlendirilir. Gri ilişkisel derece, gri ilişkisel katsayı değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanır (Eş. 5).

$$\tau_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \varepsilon_i(k) \quad (5)$$

Bunun yanında kullanılan göstergelerin farklı ağırlıklara sahip olması durumunda Eş. 6 kullanılır. Eşitlikte yer alan $w_{i'}$ gri ilişkisel katsayı değerine ait ağırlık değeridir.

$$\tau_i = \sum_{i=1}^n w_i \varepsilon_i(k) \quad (6)$$

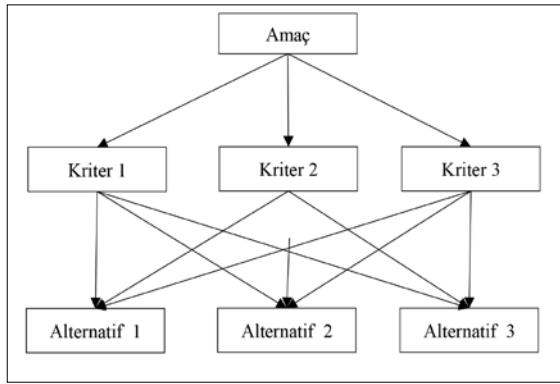
Her bir göstergenin ağırlıklandırması literatürde yer alan farklı yöntemler aracılığıyla yapılabilir. Bu çalışmada göstergelerin ağırlıklandırılmasında AHP Yöntemi kullanılmıştır.

2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemidir. AHP, belli ölçütlere göre, faktörlerin ikili karşılaştırmaları sonucunda oluşan öncelik sıralamasını temel alan bir yöntemdir ve karar vericinin sübjektif yargılarını içerir. AHP, birbirinden bağımsız faktörlerin kendi seviyelerinde hiyerarşik bir yapıda değerlendirilmesinde kullanılır (Mecit ve Alp, 2010).

AHP'nin adımları şu şekilde sıralanır:

Adım 1: Ele alınan Karar Verme Problemi tanımlanarak kriter ve alternatifleri içeren hiyerarşik yapı oluşturulur (Şekil 1).



Şekil 1. AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

Adım 2: Kriterler arası karşılaştırmalar için ikili karar matrisi oluşturulur. Bu matris boyutunda bir matristir ve oluşturulmasında Çizelge 1'de verilen Saaty'nin 1-9 önem ölçeği kullanılır (Saaty, 2008).

Çizelge 1. Önem Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derece önemli
5	Kuvvetli derecede önemli

7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Mutlak derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

İkili karşılaştırmalar sonucunda boyutunda A matrisi elde edilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Kriterlerin önem dereceleri hesaplanır. Öncelikle A matrisinde yer alan değerlerin normalizasyonu gerçekleştirilir ve bu amaçla Eş. 7 kullanılır.

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (7)$$

Sonrasında normalize edilmiş değerleri içeren C matrisi elde edilir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisinden yararlanılarak, her bir kriterin ağırlığını (w_j) belirlemede Eş. 8 kullanılır.

$$w_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (8)$$

Adım 4: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları hesaplanır. Bu amaçla, Saaty tarafından geliştirilen ve Çizelge 2'de verilen Rassal İndeks Tablosu kullanılır. Tutarlılık oranının hesaplanmasında Eş. 9 kullanılır.

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad (9)$$

Burada TI tutarlılık göstergesidir ve Eş. 10 kullanılarak elde edilir.

$$TI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (10)$$

RI ise Rassal İndeks Tablosunda n boyuta karşılık gelen indeks sayısıdır. Tutarlılık oranı 0,10 değerinden küçükse, ikili karşılaştırma matrisi tutarlıdır.

Çizelge 2. Rassel İndeks Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

3. UYGULAMA

Çalışmanın bu kısmında Türkiye'deki imalat sanayindeki yüksek ve orta-yüksek teknoloji sınıfındaki sektörlerin GİA Yöntemi ile önceliklendirilmesine ilişkin yapılan uygulamanın detaylarına yer verilmiştir. İlk olarak çalışmada kullanılan değişkenler hakkında bilgi verilmiş, daha sonra çalışmada kullanılan metodolojiden bahsedilmiş ve son olarak GİA Yöntemi ile elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.1. Kullanılan Değişkenler

Çalışmada imalat sanayinde yüksek teknoloji ve orta-yüksek teknoloji sınıfında yer alan sektörlerin önceliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla çalışmaya NACE Rev.2 koduna göre OECD ve EUROSTAT tarafından kullanılan ve 3 haneli kodlama altında yer alan sektörler dahil edilmiştir. Bu sektörlerin listesi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmada Analize Dahil Edilen Sektörler

No	NACE Rev.2 Kodu	Sektör Adı
1	20.1	Temel Kimyasal Maddelerin, Kimyasal Gübre ve Azot Bileşikleri, Birincil Formda Plastik ve Sentetik Kauçuk İmalatı
2	20.2	Haşere İlaçları ve Diğer Zirai Kimyasal Ürünlerin İmalatı
3	20.3	Boya, Vernik ve Benzeri Kaplayıcı Maddeler ile Matbaa Mürekkebi ve Macun İmalatı
4	20.4	Sabun ve Deterjan, Temizlik ve Parlatıcı Maddeleri; Parfüm; Kozmetik ve Tuvalet Malzemeleri İmalatı
5	20.5	Diğer Kimyasal Ürünlerin İmalatı
6	20.6	Suni veya Sentetik Elyaf İmalatı
7	21.1	Temel Eczacılık Ürünleri İmalatı
8	21.2	Eczacılığa İlişkin İlaçların İmalatı
9	25.4	Silah ve Mühimmat (Cephane) İmalatı
10	26.1	Elektronik Bileşenlerin ve Devre Kartlarının İmalatı
11	26.2	Bilgisayar ve Bilgisayar Çevre Birimleri İmalatı
12	26.3	İletişim Ekipmanlarının İmalatı

13	26.4	Tüketici Elektronik Ürünlerinin İmalatı
14	26.5	Ölçme, Test ve Seyrüsefer Amaçlı Alet ve Cihazlar İle Saat İmalatı
15	26.6	Işınlama, Elektro Medikal ve Elektro Terapi İle İlgili Cihazların İmalatı
16	26.7	Optik Aletlerin ve Fotografik Ekipmanların İmalatı
17	26.8	Manyetik ve Optik Kaset, Bant, CD, vb. Ortamların İmalatı
18	27.1	Elektrik Motoru, Jeneratör, Transformatör İle Elektrik Dağıtım ve Kontrol Cihazlarının İmalatı
19	27.2	Akümülatör ve Pil İmalatı
20	27.3	Kablolamada Kullanılan Teller ve Kablolar İle Gereçlerin İmalatı
21	27.4	Elektrikli Aydınlatma Ekipmanlarının İmalatı
22	27.5	Ev Aletleri İmalatı
23	27.9	Diğer Elektrikli Ekipmanların İmalatı
24	28.1	Genel Amaçlı Makinelerin İmalatı
25	28.2	Genel Amaçlı Diğer Makinelerin İmalatı
26	28.3	Tarım ve Ormancılık Makinelerinin İmalatı
27	28.4	Metal İşleme Makineleri ve Takım Tezgâhları İmalatı
28	28.9	Diğer Özel Amaçlı Makinelerin İmalatı
29	29.1	Motorlu Kara Taşıtlarının İmalatı
30	29.2	Motorlu Kara Taşıtları Karoseri İmalatı; Treyler ve Yarı Treyler İmalatı
31	29.3	Motorlu Kara Taşıtları İçin Parça ve Aksesuar İmalatı
32	30.2	Demiryolu Lokomotifleri ve Vagonlarının İmalatı
33	30.3	Hava Taşıtları ve Uzay Araçları ile Bunlarla İlgili Makinelerin İmalatı
34	30.4	Askeri Savaş Araçlarının İmalatı
35	30.9	Başka Yerde Sınıflandırılmamış Ulaşım Araçlarının İmalatı
36	32.5	Tıbbi ve Dişçilik İle İlgili Araç ve Gereçlerin İmalatı

Söz konusu sektörlerin önceliklendirilmesinde kriter olarak kullanılan değişkenler ve bu değişkenlere ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Katma Değer: Bir firmanın satın aldığı mal ve hizmetlerini, satın alınabilir ürünlere dönüştürerek elde ettiği değerleri ifade etmektedir. Bu değerlerin hesaplanması, firmaların faaliyet kârı ile ödedikleri maaşların toplanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerin 2012-2016 yılı katma değer tutarlarının ortalaması alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Çalışan Başına Ar-Ge Harcaması: Bir firmanın yapmış olduğu Ar-Ge harcamalarının çalışan kişi başına düşen miktarını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler ilgili sektörlerin 2012-2016 yılları arasında çalışan başına düşen Ar-Ge harcama tutarlarının ortalaması alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

İhracat: Bir firmanın ürettiği mal ve hizmetlerin yurtdışı satışından elde ettiği toplam geliri ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki toplam ihracat tutarları alınarak analizlere dâhil edilmiştir. Bu değışkene ait tutarlar Amerikan Doları (\$) cinsindedir.

İşgücü Verimliliği: Bir işletmede çalışan kişi başına üretilen ürün sayısı veya iş miktarını ifade etmektedir. Bu değer, yurtiçi satışlar ile yurtdışı satışların toplamının toplam çalışan sayısına oranlanmasıyla elde edilmiştir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki işgücü verimliliklerinin ortalaması alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Patent Sayısı: Firmaların tescil edilen patent sayılarını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki toplam tescil edilen patent sayıları alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Faydalı Model Sayısı: Firmaların tescil edilen faydalı model sayılarını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki toplam tescil edilen faydalı model sayıları alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Tasarım Tescil Sayısı: Firmaların tescil edilen tasarım sayılarını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki toplam tescil edilen tasarım sayıları alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Marka Başvuru Sayısı: Firmaların marka başvuru sayılarını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler, ilgili sektörlerde yer alan firmaların 2012-2016 yıllarındaki toplam marka başvuru sayıları alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Birim Yurtdışı Satış Fiyatı: Satılan ürünün bir metre, bir kilo veya bir

adedinin yurtdışı satış fiyatını ifade etmektedir. Çalışmada bu değerler ilgili sektörlerin 2012-2016 yılı birim yurtdışı satış fiyatlarının ortalaması alınarak analizlere dâhil edilmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ele alınan değişkenlerin kısaltmaları kullanılmıştır. Değişkenlere ilişkin kısaltmalar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Çalışmada Kullanılan Değişken İsimlerinin Kısaltmaları

Değişkenler	Kısaltma
Katma Değer	KD
Çalışan Başına Ar-Ge Harcaması	ÇBAH
İhracat	İHR
İşgücü Verimliliği	VER
Patent Sayısı	PS
Faydalı Model Sayısı	FMS
Tasarım Tescil Sayısı	TTS
Marka Başvuru Sayısı	MBS
Birim Yurtdışı Satış Fiyatı	BYSF

3.2. Değişken Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bir önceki bölümde ayrıntıları verilen değişkenlerin ağırlıkları AHP Yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla 9 uzman tarafından doldurulan ve tutarlılık oranı 0,1'den küçük olan ikili karşılaştırma matrisleri kullanılmıştır. Uzmanlar tarafından doldurulan karşılaştırma matrislerinin tek bir matris olarak birleştirilmesi amacıyla her bir matristeki değerlerin geometrik ortalaması alınmıştır. Çizelge 5'te değişkenlere ait ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Çizelge 5. İkili Karşılaştırma Matrisi

	KD	ÇBAH	İHR	VER	PS	FMS	TTS	MBS	BYSF
KD	1,00	2,82	1,90	2,83	2,36	4,75	4,60	5,90	2,65
ÇBAH	0,36	1,00	0,57	0,74	0,65	1,24	1,06	2,46	0,99
İHR	0,53	1,77	1,00	1,53	1,35	2,10	2,39	3,24	1,94
VER	0,35	1,35	0,66	1,00	0,82	1,87	1,98	3,56	1,46
PS	0,42	1,54	0,74	1,22	1,00	2,19	2,25	3,73	2,25
FMS	0,21	0,81	0,48	0,53	0,46	1,00	1,49	2,25	1,17
TTS	0,22	0,94	0,42	0,50	0,45	0,67	1,00	1,51	1,22
MBS	0,17	0,41	0,31	0,28	0,27	0,45	0,66	1,00	0,88
BYSF	0,38	1,01	0,51	0,69	0,45	0,85	0,82	1,14	1,00

AHP Yöntemine ilişkin adımlar izlenerek elde edilen değişken ağırlıkları ise Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Değişken Ağırlıkları

Kriterler	Ağırlık
Katma Değer (KD)	% 27,14
İhracat (İHR)	% 14,96
Patent Sayısı (PS)	% 13,55
İşgücü Verimliliği (VER)	% 11,35
Çalışan Başına Ar-Ge Harcaması (ÇBAH)	% 8,35
Faydalı Model Sayısı (FMS)	% 7,22
Birim Yurtdışı Satış Fiyatı (BYSF)	% 6,96
Tasarım Tescil Sayısı (TTS)	% 6,36
Marka Başvuru Sayısı (MBS)	% 4,09

3.3. Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanında Yer Alan Sektörlerin Öncelik Sıralarının Belirlenmesi

Bu bölümde GİA Yöntemi ile Türkiye'deki imalat sanayindeki yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanındaki sektörlerin önceliklendirilmesine ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. İlk olarak analizde kullanılan verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 7'de sunulmuştur. Çizelgenin birinci sütununda değişken isimleri, diğer sütunlarda sırasıyla değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri yer almıştır.

Çizelge 7. Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
KD	1.021.218.667	1.121.424.000	5.934.222	4.532.951.769
ÇBAH	2800	2451	20	11.441
İHR	903.973.584	2.083.064.111	1.929.418	12.083.233.024
VER	450.504	291.024	156.739	1.242.012
PS	201	409	0	2088
FMS	91	132	0	600
TTS	345	459	0	1724
MBS	741	974	16	4466
BYSF	196.265.766	380.017.410	27.606	1.636.583.517

Elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak ulaşılan gri ilişkisel derece değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre sıralamanın birincisi

motorlu kara taşıtlarının imalatı sektörü olurken, ikinci sırada *motorlu kara taşıtları için parça ve aksesuar imalatı sektörü*, üçüncü sırada ise *ev aletleri imalatı sektörü* gelmektedir. Son sırada *manyetik ve optik kaset, bant, CD, vb. ortamların imalatı sektörü* yer almıştır. Yüksek ve orta-yüksek teknoloji imalat sanayinde elde edilen gri ilişkisel katsayılarının ortalaması 0,403 olmuştur. Analiz kapsamındaki 36 sektörün 12 tanesinin genel ortalamasının üzerinde, geri kalan 24 tanesinin ise genel ortalamasının altında kaldığı görülmüştür.

Çizelge 8. Yüksek ve Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Öncelik Sırası

Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece	Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece
1	29.1	0,701	19	26.3	0,382
2	29.3	0,573	20	27.3	0,379
3	27.5	0,549	21	30.3	0,374
4	20.1	0,460	22	25.4	0,367
5	26.4	0,455	23	20.2	0,367
6	21.2	0,453	24	30.4	0,363
7	28.9	0,444	25	27.2	0,362
8	28.2	0,440	26	32.5	0,359
9	20.4	0,432	27	28.4	0,358
10	26.2	0,414	28	26.6	0,357
11	26.5	0,408	29	29.2	0,354
12	20.6	0,403	30	26.1	0,350
13	28.1	0,402	31	27.9	0,348
14	27.1	0,400	32	30.2	0,344
15	27.4	0,396	33	26.7	0,342
16	20.3	0,392	34	30.9	0,340
17	28.3	0,386	35	21.1	0,339
18	20.5	0,384	36	26.8	0,335

Tüm sektörlerin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen sıralamaya ilave olarak yüksek teknoloji alanında yer alan sektörler ile orta-yüksek teknoloji alanında yer alan sektörler ayrı ayrı gruplar halinde de değerlendirilmiştir.

Çizelge 9'da yüksek teknoloji alanında yer alan sektörlerin GİA Yöntemi kullanılarak elde edilmiş öncelik sırası yer almaktadır.

Çizelge 9. Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Öncelik Sırası

Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece	Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece
1	21.2	0,808	7	26.1	0,539
2	26.5	0,666	8	26.6	0,524
3	30.3	0,632	9	26.7	0,509
4	26.4	0,612	10	21.1	0,507
5	26.3	0,583	11	26.8	0,502
6	26.2	0,565			

Elde edilen bulgulara göre sıralamanın birincisi *eczacılığa ilişkin ilaçların imalatı sektörü* olurken, ikinci sırada ölçme, test ve seyrüsefer amaçlı alet ve cihazlar ile saat imalatı sektörü, üçüncü sırada ise *hava taşıtları ve uzay araçları ile bunlarla ilgili makinelerin imalatı sektörü* gelmektedir. Son sırada *manyetik ve optik kaset, bant, CD, vb. ortamların imalatı sektörü* yer almıştır. Yüksek teknoloji imalat sanayinde elde edilen gri ilişkisel katsayılarının ortalaması 0,586 olmuştur. Analiz kapsamındaki 11 sektörün 4 tanesinin genel ortalamanın üzerinde, geri kalan 7 tanesinin ise genel ortalamanın altında kaldığı görülmüştür.

Çizelge 10'da orta-yüksek teknoloji alanında yer alan sektörlerin GİA Yöntemi kullanılarak elde edilmiş öncelik sırası yer almaktadır.

Çizelge 10. Orta-Yüksek Teknoloji Alanındaki Sektörlerin Öncelik Sırası

Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece	Sıra No	Sektör Kodu	Gri İlişkisel Derece
1	29.1	0,771	14	28.3	0,390
2	29.3	0,577	15	30.4	0,383
3	27.5	0,561	16	20.2	0,380
4	20.4	0,470	17	27.3	0,378
5	20.1	0,464	18	25.4	0,378
6	28.9	0,447	19	27.2	0,372
7	28.2	0,444	20	32.5	0,360
8	20.6	0,409	21	28.4	0,359
9	20.3	0,408	22	29.2	0,355
10	27.1	0,404	23	27.9	0,351
11	28.1	0,403	24	30.2	0,349
12	27.4	0,398	25	30.9	0,339
13	20.5	0,391			

Elde edilen bulgulara göre sıralamanın birincisi *motorlu kara taşıtlarının imalatı sektörü* olurken, ikinci sırada *motorlu kara taşıtları için parça ve aksesuar imalatı sektörü*, üçüncü sırada ise *ev aletleri imalatı sektörü* yer almıştır. Son sırada *başka yerde sınıflandırılmamış ulaşım araçlarının imalatı sektörü* yer almıştır.

Orta-yüksek teknoloji imalat sanayinde elde edilen gri ilişkisel katsayılarının ortalaması 0,422 olmuştur. Analiz kapsamındaki 25 sektörün 7 tanesinin genel ortalamanın üzerinde, geri kalan 18 tanesinin ise genel ortalamanın altında kaldığı görülmüştür.

Literatürde Türkiye’de yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlarla karşılaştırma yapıldığında Sungur ve Maden (2016), *kimyasal ve kimyasal ürünlerin imalatı sektörünü* (20) 2. sırada, *temel eczacılık ürünlerinin ve eczacılığa ilişkin malzemelerin imalatı sektörünü* (21) 5. sırada elde etmiştir. Ömürbek ve Mercan (2014), *motorlu kara taşıtı, treyler ve yarı treyler imalatı sektörünü* (29) 1. sırada elde etmiştir. Yapılan bu çalışmada, orta-yüksek teknoloji alanındaki sektörlerin öncelik sıralamasında 29 numaralı sektör 1. sırada; 20 numaralı sektör 4. sırada; yüksek teknoloji alanındaki sektörlerin öncelik sıralamasında 21 numaralı sektör 1. sırada elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların benzer çalışmalarla da tutarlı olduğu söylenebilir.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Türkiye imalat sanayisinin teknoloji alanları değerlendirildiğinde, Türkiye ekonomisinin uzun dönemde sağlıklı büyümesi ve gerekli teknolojik dönüşümü sağlayabilmesi için yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanlara yönelik politika geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanlarında yer alan sektörlerin performansları katma değer, çalışan başına Ar-Ge harcaması, ihracat, işgücü verimliliği, patent sayısı, faydalı model sayısı, tasarım tescil sayısı, marka başvuru sayısı ve birim yurtdışı satış fiyatı kriterleri bakımından AHP ile ağırlıklandırılmış GİA Yöntemi kullanılarak sıralanmıştır.

Yüksek ve orta-yüksek teknoloji alanlarında bulunan 36 alt sektöre göre analiz yapıldığında 29.1 – *motorlu kara taşıtlarının imalatı sektörünün*, yüksek teknoloji alanında bulunan 11 alt sektöre göre analiz yapıldığında 21.2 – *eczacılığa ilişkin ilaçların imalatı sektörünün*, orta-yüksek teknoloji alanında bulunan 25 alt sektöre göre analiz yapıldığında ilk sırada 29.1 – *motorlu kara taşıtlarının imalatı sektörünün* yer aldığı görülmüştür.

Çalışma sonucunda elde edilen sıralamaya göre ilgili sektörlerle sağlanan Ar-Ge ve yenilik ve girişimcilik desteklerinde öncelik tanınabilir. Bu tür destek

programlarında bu sektörlere yönelik tematik desteklerin artırılması yoluna gidilebilir. Bu sayede daha fazla ekonomik faydaya sahip olan sektörlerin daha yüksek katkı sağlamasının önü açılabilir. Böylelikle kamu kaynaklarının verimli kullanımı sağlanmış olacak ve bu desteklerin etki düzeylerinin artırılması sağlanacaktır.

Bu sektörlerdeki nitelikli teknik personel sayısının artırılmasına yönelik çalışmaların da gerekli olacağı düşünülmektedir. Bu sektörlerde çalışan niteliklerini artırarak kalite, verimlilik ve rekabet gücünün yükseltilmesini sağlamak amacıyla meslek liseleri düzeyinde ve üniversiteler düzeyinde müfredatların güncellenmesi yapılabilir. Üniversite-sanayi işbirliğinin bir unsuru olan bu tür uygulamalar sayesinde paydaşlar arasında etkili bir sinerjinin oluşması sağlanabilir.

Mevcut durumda ulusal kaynaklarla üretilme kapasitesine sahip olunan ancak yurtdışından temin edilen teknolojik ürün ya da bunlara ait ara malların varlığı düşünüldüğünde imalat sanayindeki yerlileştirme projelerinde bu sektörlerle öncelik verilmesi Türkiye ekonomisine olumlu katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu sektörlerle verilecek olan öncelikler diğer sektörlerdeki yerlileştirme oranlarını da olumlu düzeyde etkileyecektir.

KAYNAKÇA

- DENG, J., (1989), **Introduction to grey system theory**, Journal of Grey System, 1, 1-24.
- DENG, J. L., (1989), **Introduction grey system theory**, Journal of Grey Systems, 1, 191-243.
- HACIEVLİYAGİL, N., ŞİT, A., (2016), **İmalat Sanayi Alt Sektörlerinde Sektör Farklılıklarının Finansal Oranlar Açısından Karşılaştırılması**, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7 (1), 107-122.
- HSU, C. J., HUANG, C. Y., (2007), **Improving effort estimation accuracy by weighted grey relational analysis during software development**, 14th Asia-Pacific Software Engineering Conference, 534-541.
- HUANG, S. J, CHIU, N. H, CHEN L. W., (2007), **Integration of the grey relational analysis with genetic algorithm for software effort estimation**, European Journal of Operational Research, 188, 898-909.
- MECİT, E. D., ALP, İ., (2010), **Analitik Hiyerarşi Süreci ve Veri Zarflama Analizi İle Bir Üniversitenin Bölümlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Yeni Bir Model Önerisi**, Verimlilik Dergisi, 2, 7-22.
- ÖMÜRBEK, N., MERCAN, Y., (2014), **İmalat Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının TOPSIS ve Electre Yöntemleri İle Değerlendirilmesi**, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İİBF Dergisi, 4 (1), 237-266.
- SAATY, T. L., (1990), **How to make a decision: The analytic hierarchy process**, European Journal of Operational Research, 48 (1), 9-26.
- SAATY, T. L., (2008), **Decision making with the Analytic Hierarchy Process**, International Journal of Services Sciences, 1 (1), 83-98.
- SUN, W., HOU, Y. F., GUO, L. J., (2019), **Analyzing and forecasting energy consumption in China's manufacturing industry and its subindustries**, Sustainability, 11 (1), 1-26.
- SUNGUR, O., IŞIK MADEN, S., (2016), **TR61 Bölgesi (Antalya, Isparta, Burdur) İmalat Sanayi Sektörlerinin PROMETHEE Yöntemi İle Sıralanması**, Ege Akademik Bakış, 16, 641-654.
- TÜSİAD, (2008), **Türkiye Sanayine Sektörel Bakış**, İstanbul.
- WU, D., YANG, Z., WANG, N., LI, C., YANG, Y., (2018), **An integrated multi-criteria decision-making model and AHP weighting uncertainty analysis for sustainability assessment of coal-fired power units**, Sustainability, 10, 1-27.
- XU, R., WANG, G. J., (2016), **Grey Relational Analysis on the development of high-tech industry and patent resources allocation in Jiangsu Province**, Proceedings of the 2016 3rd International Conference on Management, Education Technology and Sports Science (Metss 2016), 25, 138-143.