

**Makale
(Article)**

TOPSIS Metodu Kullanılarak Kesici Takım Malzemesi Seçimi

Halil ÇALIŞKAN*, **Bilal KURŞUNCU***, **Cahit KURBANOĞLU****, **Şevki Yılmaz GÜVEN*****

*Bartın Üniversitesi Müh. Fak. Mak. Müh. Böl., 74100 Bartın/TÜRKİYE

**İstanbul Medeniyet Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Mak. Müh. Böl., 34730 İstanbul/TÜRKİYE

***Süleyman Demirel Üniversitesi Müh. Fak. Mak. Müh. Böl., 32100 Isparta/TÜRKİYE

hcaliskan@bartin.edu.tr

Özet

Makine parçaları ve kalıpların talaşlı olarak işlenmesinde birçok kesici takım malzemesi kullanılmaktadır. Konvansiyonel işleme yöntemlerinden farklı olarak yüksek hızda kesme, kuru kesme ve sert metal işleme gibi talaşlı işleme yöntemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır ve bu yüzden, işleme yöntemine uygun özelliklere sahip kesici takım malzemesinin seçilmesi önem arz etmektedir. Ancak, her kesici takım malzemesi her bir özellik için farklı performans göstermektedir ve uygulanan talaşlı işlemeye en uygun kesici takım malzemesinin seçilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaç doğrultusunda, bu çalışmada, 19 adet alternatif kesici takım malzemesi ve 10 adet seçim kriterinden oluşan bir karar matrisi ele alınmıştır. Kesici takım malzemelerinin yoğunluk, sertlik, akma dayanımı, elastisite modülü, basma dayanımı, kayma dayanımı, Charpy darbe dayanımı, termal iletkenlik, termal genleşme katsayısı ve maliyet değerleri seçim kriterleri olarak kullanılmıştır. Bu karar matrisindeki veriler kullanılarak, kesici takım malzemesi seçimi problemini çözmek amacıyla TOPSIS metodu uygulanmıştır. Suni tek kristalli elmas ve suni çok kristalli elmasın, en uygun kesici takım malzemesi olduğu belirlenmiştir. AISI O2, ASTM A2, AISI A11 ve ASTM A6, uygun olan diğer kesici takım malzemeleridir. Elde edilen sıralamanın, literatürde diğer malzeme seçim metodları ile elde edilenler ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kesici Takım, Malzeme Seçimi, TOPSIS Metodu, Sıralama.

Cutting Tool Material Selection Using TOPSIS Method

Abstract

In machining of machine components and molds several cutting tool materials are used. As distinct from conventional machining methods, the usage of machining methods such as high speed machining, dry machining and hard machining becomes widespread; and hence, the selection of cutting tool material with properties suitable to used machining method has importance. However, each cutting tool material shows different performance for each property and the most suitable cutting tool material for the machining method applied must be selected. For this purpose, in this study, a decision matrix composed of 19 cutting tool materials and 10 selection criteria was utilized. The density, hardness, yield tensile strength, modulus of elasticity, compressive strength, shear strength, Charpy impact strength, thermal conductivity, coefficient of thermal expansion and cost of cutting tool materials were used as selection criteria. Using the data in the decision matrix, TOPSIS method was applied to solve the cutting tool material selection problem. Synthetic single crystal diamond and synthetic polycrystal diamond, followed by AISI O2, ASTM A2, AISI A11 and ASTM A6, were determined to be the most suitable cutting tool materials. It was seen that the rank was in good agreement with those of obtained by other selection methods in literature

Keywords : Cutting Tool, Material Selection, TOPSIS Method, Ranking.

Bu makaleye atf yapmak için

Çalışkan H., Kurşuncu B., Kurbanoğlu C., Güven Ş.Y., "TOPSIS Metodu Kullanılarak Kesici Takım Malzemesi Seçimi" Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi 2012, (9)35-42

How to cite this article

Çalışkan H., Kurşuncu B., Kurbanoğlu C., Güven Ş.Y., "Cutting Tool Material Selection Using TOPSIS Method" Electronic Journal of Machine Technologies, 2012, (9)35-42

1. GİRİŞ

Çoğu makine parçasının son şekli talaşlı işleme ile elde edilmektedir. Tornalama, frezeleme ve delme gibi kesme işlemlerinde, kullanılan kesici takımlar sayesinde parçaların istenilen şekil, boyut ve yüzey kalitesinde elde edilmesi sağlamaktadır [1]. Günümüzde kullanılmakta olan birçok kesici takım malzemesi bulunmaktadır. Bu malzemeler, üretkenliğin ve kalitenin artırılması, iyi yüzey hassasiyetinin elde edilmesi ve işleme maliyetinin azaltılmasında büyük etkiye sahiptirler [2]. Konvansiyonel işleme yöntemlerinden farklı olarak, yüksek hızda kesme [3], kuru kesme ve sert metal işleme [4] gibi talaşlı işleme yöntemleri, üretim miktarının artırılabilmesini ve çevreye verilen zararın azaltılabilmesini sağlamaktadır. Kullanılan işleme yöntemi ve işlenen malzemeye göre kesici takım malzemesinin seçilmesi gerekmektedir.

Kesici takımların, kesilen malzemeden daha sert bir malzemeden yapılması ve metal kesme işlemi sırasında oluşan sıcaklıklara dayanabilmesi gerekmektedir. İdeal bir kesici takım malzemesinin; yüksek sertlik, yüksek sıcaklık stabilitesi, plastik ya da termal deformasyon direnci, iş parçası malzemesine ve kesme sıvısına karşı inertlik ve stabil takım geometrisi gibi karakteristiklere sahip olması istenmektedir [5]. Ayrıca, imalatçılar arasında rekabeti sağlayabilmek amacıyla ucuz olması da aranan özellikler arasındadır. Bu taleplerin hepsini birden karşılayan bir kesici takım malzemesi bulunmamaktadır. Bu yüzden, kesici takım malzemelerinin özelliklerini değerlendirerek en uygun kesici takım malzemesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, malzeme seçimi için çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde, karar verme işlemlerinde, problem tanımlandıktan sonra alternatifler ve kriterler belirlenmekte, değerlendirilmekte ve en iyi alternatif belirlenmektedir [6]. Chatterjee ve Chakraborty [7], EXPROM2, COPRAS-G, ORESTE ve OCRA yöntemlerini kullanarak bir dişli malzemesi seçimi problemini çözmüşlerdir. Maity v.d. [5], yaptıkları çalışmada, COPRAS-G metodunu kullanarak 19 kesici takım malzemesi arasından en uygun olanları belirlemişlerdir. Jeya Girubha ve Vinodh [8], VIKOR metodunu kullanarak bir otomobil parçasının malzeme seçimini yapmışlardır. Çalışkan v.d. [9], EXPROM2, TOPSIS ve VIKOR metodlarını kullanarak, sert malzemelerin frezelenmesinde kullanılan bir takım tutucu için malzeme seçimi yapmışlardır. Shanian ve Savadogo [10], ELECTRE metodunu kullanarak, termal yüke maruz bir iletken için malzeme seçimi yapmışlardır. Bu çalışmada, kesici takım malzemesi seçimi problemi, TOPSIS metodu (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) kullanılarak çözülmüştür. Metot hakkında detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde verilmektedir.

2. TOPSIS METODU

TOPSIS metodu, ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözümden ise en uzak olan bir çözüm elde etmek için kullanılmaktadır. Bu metot, bir parça için malzeme seçimi işleminde çok etkin ve verimli bir tekniktir. Metodun uygulanabilmesi için, seçim işleminde düşünülen özelliklerin birbirlerine göre izafi önemi hakkında bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır [11].

TOPSIS metodu aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır [12]:

(a) Alternatifler ve bunların her bir kriter için performanslarından oluşan karar matrisi normalize edilir:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m \quad (1)$$

(b) Normalize edilmiş karar matrisinin sütunları, Entropi metodu [13] veya tecrübeye dayalı olarak belirlenen w_j ağırlıkları ile çarpılır. Ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş karar matrisi,

$$V_{ij} = n_{ij}w_j \quad j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m \quad (2)$$

olarak bulunmaktadır.

(c) İdeal ve negatif ideal çözümler sırasıyla Eşitlik (3) ve (4) kullanılarak belirlenmektedir:

$$\{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\} = \left\{ \left(\text{Max}_i V_{ij} \mid j \in K \right), \left(\text{Min}_i V_{ij} \mid j \in K' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (3)$$

$$\{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\} = \left\{ \left(\text{Min}_i V_{ij} \mid j \in K \right), \left(\text{Max}_i V_{ij} \mid j \in K' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (4)$$

Burada, K , faydalı kriterlerin indeks kümesini ve K' faydalı olmayan kriterlerin indeks kümesini göstermektedir.

(d) İdeal ve negatif ideal çözümlerden olan sapmalar ölçülmektedir. Her bir alternatif için iki Euclidean mesafesi sırasıyla Eşitlik (5) ve (6)'dan hesaplanmaktadır:

$$S_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{0.5} \quad j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m \quad (5)$$

$$S_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{0.5} \quad j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m \quad (6)$$

(e) İdeal çözüme izafi yakınlık,

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i=1,2,\dots,m; 0 \leq C_i \leq 1 \quad (7)$$

olarak hesaplanmaktadır. Alternatifler C_i değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük C_i değerine sahip olan alternatif, en uygun alternatif olarak belirlenir.

3. KESİCİ TAKIM MALZEMESİ SEÇİMİ

Kesici takım malzemelerinin, takımların kesme performansı üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Uygun malzeme seçimi ile kesici takımın aşınma miktarı azaltılabilmekte, yüksek kesme hızlarında çalışılabilmekte ve tezgâh durma süreleri azaltılabilmektedir [5]. Bu yüzden, en iyi performansın elde edildiği kesici takımın seçilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, kesici takım malzeme seçimi problemini çözmek amacıyla TOPSIS metodu kullanılmıştır. Alternatif kesici takım malzemelerinin listesi Tablo 1'de gösterilmektedir. Bu malzemeler arasında seçim yapabilmek için malzemelerin sahip oldukları bazı özellikler seçim kriteri olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Yoğunluk, sertlik, akma dayanımı, elastisite modülü, basma dayanımı, kayma dayanımı, Charpy darbe dayanımı ve termal iletkenlik değerlerinin yüksek olması istenmektedir. Lineer termal genleşme katsayısı ve takım malzemesi maliyeti ise faydalı olmayan özelliklerdir ve bu özellik değerlerinin düşük olması talep edilmektedir. Tablo 3'de, alternatif kesici takım malzemeleri ve özellik değerlerinden oluşan karar matrisi verilmektedir. Alternatif kesici takım malzemelerinin hiçbirinin, bu talepleri tam olarak karşılamadığı görülmektedir. Dolayısıyla, bütün bu özellikler için en yüksek tatmin derecesine sahip en iyi alternatifi belirlemek amaçlanmaktadır.

Tablo 1. Alternatif kesici takım malzemeleri [5]

Kesici takım malzemesi	Sembol
Toz metal takım çeliği (AISI A11)	A ₁
Yağda suverilmiş takım çeliği (AISI O2)	A ₂
Kobalt içermeyen süper yüksek hız çeliği	A ₃
Havada sertleştirilmiş takım çeliği (ASTM A2)	A ₄
Takım çeliği (ASTM A6)	A ₅
Darbe dirençli takım çeliği (ASTM S7)	A ₆
Tungsten-molibden yüksek hız çeliği (W-Mo HSS)	A ₇
Sinterlenmiş silisyum nitrür	A ₈
Titanyum karbür	A ₉
Sermet	A ₁₀
Tungsten karbür	A ₁₁
Mono-tungsten karbür	A ₁₂
Stellit (döküm kobalt alaşımı)	A ₁₃
Sialon	A ₁₄
Kübik bor nitrür (CBN)	A ₁₅
Alümina (%99.9 saflıkta)	A ₁₆
Suni çok kristalli elmas	A ₁₇
Suni tek kristalli elmas	A ₁₈
Sıcak preslenmiş silisyum nitrür	A ₁₉

Tablo 2. Kesici takım malzemesi seçim kriteri [5]

Kesici takım malzemesi seçim kriteri	Sembol
Yoğunluk (gm/cc)	Y
Sertlik (HK)	S
Akma dayanımı (MPa)	AD
Elastisite modülü (GPa)	EM
Basma dayanımı (MPa)	BD
Kayma dayanımı (MPa)	KD
Charpy darbe dayanımı (J)	CDD
Termal iletkenlik (W/mK)	Tİ
Lineer termal genleşme katsayısı ($\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$)	TGK
Takım malzemesi maliyeti (USD/kg)	M

TOPSIS metodunu uygulayabilmek için, ilk olarak, her bir alternatif kesici takım malzemesi için farklı değerlendirme kriterlerinin izafi ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla, Maity v.d. [5] tarafından Entropy metodu [14] ile belirlenen ağırlık değerleri kullanılmıştır. Böylece, bu yazarların farklı metotlar ile aynı problemin çözümü için elde ettiği sonuçların, TOPSIS metodu ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılması mümkün olmaktadır. Kullanılan ağırlık değerleri şunlardır [5]: $w_Y=0.0232$, $w_S=0.0766$, $w_{AD}=0.0549$, $w_{EM}=0.0380$, $w_{BD}=0.0248$, $w_{KD}=0.0424$, $w_{CDD}=0.2227$, $w_{TI}=0.2939$, $w_{TGK}=0.0212$, $w_M=0.2023$. Bu ağırlık değerlerinden, en önemli kriterlerin Charpy darbe dayanımı, termal iletkenlik ve takım malzemesi maliyeti olduğu anlaşılmaktadır. En az önemli kriter ise termal genleşme katsayısıdır ($w_{TGK}=0.0212$).

Ağırlıklar belirlendikten sonra, Tablo 3'de verilen karar matrisi, Eşitlik (1) kullanılarak normalize edilmiştir. Normalizasyon işleminden sonra, karar matrisi, yukarıda belirtilen ağırlıklar ile çarpılmıştır. Ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş karar matrisi V_{ij} Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 3. Kesici takım malzeme seçimi problemi için karar matrisi [5]

Malzeme	Y	S	AD	EM	BD	KD	CDD	Tİ	TGK	M
A ₁	7.40	754	1975	220	2190	1684	65.00	22.00	11.40	1.65
A ₂	7.61	624	1751	140	1890	1492	105.00	39.00	10.30	1.25
A ₃	8.17	908	2228	235	3145	1899	18.00	46.00	10.67	9.70
A ₄	7.86	822	2090	204	2357	1782	67.80	26.00	14.00	1.90
A ₅	7.83	788	2012	204	2200	1715	40.70	14.70	13.10	5.30
A ₆	7.83	677	1874	204	1976	1597	16.90	28.50	12.40	2.15
A ₇	8.14	826	2065	208	3000	1760	23.00	37.00	11.30	10.85
A ₈	3.30	2550	128	310	1035	410	0.10	42.00	3.10	400.00
A ₉	4.94	1800	237	451	3475	756	1.24	17.00	7.70	18.00
A ₁₀	14.95	1276	1324	600	6150	4219	1.35	60.00	4.60	78.60
A ₁₁	15.00	1387	415	690	4975	1324	1.35	98.00	6.50	60.00
A ₁₂	15.70	1167	316	696	2683	1008	1.27	82.00	5.20	65.00
A ₁₃	8.77	806	379	243	2300	1210	1.25	8.40	11.47	87.50
A ₁₄	3.25	1959	381	345	3450	1216	1.07	13.00	3.50	557.00
A ₁₅	8.60	5000	481	850	6900	1532	0.50	13.00	4.80	864.00
A ₁₆	9.36	1700	276	370	3000	879	0.10	30.00	5.43	152.12
A ₁₇	4.00	7000	1472	953	6700	4688	0.10	1200.00	3.80	1300.00
A ₁₈	3.80	8000	1794	1050	6900	5713	0.20	1500.00	4.80	1500.00
A ₁₉	3.20	2730	506	310	3450	1612	0.12	39.00	10.71	337.00

Tablo 4. Ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş karar matrisi, V_{ij}

Malzeme	Y	S	AD	EM	BD	KD	CDD	Tİ	TGK	M
A ₁	0.00451	0.00441	0.01796	0.00372	0.00312	0.00697	0.09618	0.00335	0.00623	0.00014
A ₂	0.00464	0.00365	0.01592	0.00237	0.00269	0.00617	0.15537	0.00594	0.00563	0.00011
A ₃	0.00498	0.00531	0.02026	0.00397	0.00448	0.00786	0.02663	0.00701	0.00583	0.00085
A ₄	0.00479	0.00481	0.01900	0.00345	0.00336	0.00737	0.10032	0.00396	0.00765	0.00017
A ₅	0.00477	0.00461	0.01829	0.00345	0.00314	0.00710	0.06022	0.00224	0.00715	0.00047
A ₆	0.00477	0.00396	0.01704	0.00345	0.00282	0.00661	0.02501	0.00434	0.00677	0.00019
A ₇	0.00496	0.00483	0.01878	0.00352	0.00428	0.00728	0.03403	0.00564	0.00617	0.00095
A ₈	0.00201	0.01491	0.00116	0.00524	0.00148	0.00170	0.00015	0.00640	0.00169	0.03510
A ₉	0.00301	0.01052	0.00215	0.00762	0.00495	0.00313	0.00183	0.00259	0.00421	0.00158
A ₁₀	0.00911	0.00746	0.01204	0.01014	0.00877	0.01746	0.00200	0.00914	0.00251	0.00690
A ₁₁	0.00914	0.00811	0.00377	0.01166	0.00709	0.00548	0.00200	0.01493	0.00355	0.00526
A ₁₂	0.00957	0.00682	0.00287	0.01176	0.00382	0.00417	0.00188	0.01249	0.00284	0.00570
A ₁₃	0.00534	0.00471	0.00345	0.00411	0.00328	0.00501	0.00185	0.00128	0.00626	0.00768
A ₁₄	0.00198	0.01145	0.00346	0.00583	0.00492	0.00503	0.00158	0.00198	0.00191	0.04887
A ₁₅	0.00524	0.02923	0.00437	0.01437	0.00984	0.00634	0.00074	0.00198	0.00262	0.07581
A ₁₆	0.00570	0.00994	0.00251	0.00625	0.00428	0.00364	0.00015	0.00457	0.00297	0.01335
A ₁₇	0.00244	0.04092	0.01338	0.01611	0.00955	0.01940	0.00015	0.18281	0.00208	0.11407
A ₁₈	0.00232	0.04677	0.01631	0.01775	0.00984	0.02364	0.00030	0.22851	0.00262	0.13162
A ₁₉	0.00195	0.01596	0.00460	0.00524	0.00492	0.00667	0.00018	0.00594	0.00585	0.02957

Eşitlik (3) ve (4) kullanılarak elde edilen ideal ve negatif ideal çözümler Tablo 5’de verilmektedir.

Tablo 5. İdeal ve negatif ideal çözümler

	Y	S	AD	EM	BD	KD	CDD	Tİ	TGK	M
V^+	0.00957	0.04677	0.02026	0.01775	0.00984	0.02364	0.15537	0.22851	0.00169	0.00011
V^-	0.00195	0.00365	0.00116	0.00237	0.00148	0.00170	0.00015	0.00128	0.00765	0.13162

İdeal (S_i^+) ve negatif ideal (S_i^-) çözümlere olan mesafeler ve ideal çözüme izafi yakınlık (C_i) değerleri sırasıyla Eşitlik (5), (6) ve (7) kullanılarak elde edilmiştir ve bunlar Tablo 6’da gösterilmektedir. Kesici takım malzemeleri, izafi yaklaştırma derecesine göre sıralanmıştır. Buna göre, en iyi alternatif malzemeler suni tek kristalli elmas ve suni çok kristalli elmas, en kötü alternatif ise CBN olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. S_i^+ , S_i^- ve C_i

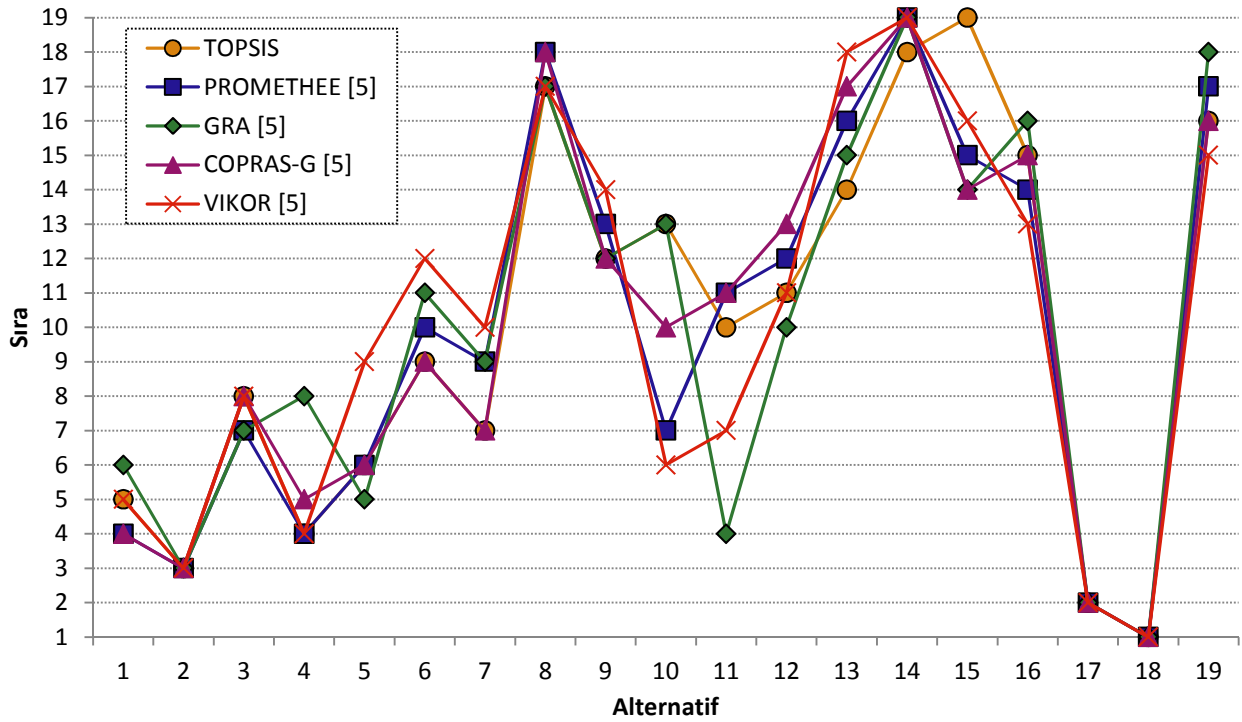
Malzeme	S_i^+	S_i^-	C_i	Sıra
A ₁	0.23783	0.16381	0.40785	5
A ₂	0.22814	0.20411	0.47220	3
A ₃	0.26050	0.13514	0.34158	8
A ₄	0.23618	0.16639	0.41331	4
A ₅	0.25021	0.14542	0.36756	6
A ₆	0.26397	0.13486	0.33815	9
A ₇	0.25826	0.13639	0.34560	7
A ₈	0.27712	0.09753	0.26033	17
A ₉	0.27722	0.13045	0.31999	12
A ₁₀	0.27093	0.12725	0.31958	13
A ₁₁	0.26704	0.12799	0.32400	10
A ₁₂	0.26945	0.12719	0.32066	11
A ₁₃	0.27915	0.12410	0.30775	14
A ₁₄	0.28185	0.08356	0.22868	18
A ₁₅	0.28609	0.06365	0.18199	19
A ₁₆	0.27689	0.11875	0.30015	15
A ₁₇	0.19830	0.18814	0.48686	2
A ₁₈	0.20349	0.23353	0.53436	1
A ₁₉	0.27609	0.10318	0.27205	16

4. TARTIřMA

şekil 1’de, TOPSIS metodu ile diğer çok kriterli karar verme metotlarının karşılaştırması gösterilmektedir. Kesici takım malzemesi seçimi için TOPSIS metodu ile elde edilen sıralama sonuçlarının Maity v.d tarafından PROMETHEE, GRA, COPRAS-G ve VIKOR metotları kullanılarak elde edilen sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Suni tek kristalli elmas ve suni çok kristalli elmas bütün metotlarda en iyi kesici takım malzemeleri olarak seçilmişlerdir. Bunun sebebi, bu malzemelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin, diğer alternatif malzemelerden çok daha iyi olmasıdır. Ancak, maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı kullanım imkânları kısıtlıdır. Ayrıca, elmas malzemeler, boyutları küçük olduğundan ve çelik malzemeleri işlerken grafit oluşumu problemine sahip olduklarından dolayı çoğu talaşlı imalat işleminin için uygun değildir [5]. AISI O2, ASTM A2, AISI A11 ve ASTM A6, sahip oldukları yüksek Charpy darbe dayanımı ve düşük maliyetlerinden dolayı, elmas malzemelerden sonraki en iyi kesici takım malzemeleridir. Eğer bu malzemelerin kullanılması, herhangi bir teknik nedenden dolayı mümkün olmadığı durumlarda, Tablo 6’daki sıralama takip edilerek, diğer malzemeler

kullanılabilir. TOPSIS metodunda en kötü malzeme CBN olarak seçilmesine rağmen, diğer çok kriterli karar verme metotlarında Sialon seçilmiştir.

Çalışmada, kesici takım malzemesi seçimi için TOPSIS metodu kullanılarak elde edilen sıralama, bu malzemelerin mekanik, fiziksel özellikleri ile maliyetleri dikkate alınarak yapılmıştır. Ancak, kesme işlemi esnasında, kesici takım performansını etkileyen en önemli faktörlerden ikisi, kesici takım malzemesi ile iş parçası arasındaki kimyasal etkileşim ve kesici takım malzemelerinin kızıl sertliğidir. Kimyasal etkileşimden dolayı, difüzyon ve adezyon gibi aşınma mekanizmaları meydana gelerek, takımlar daha erken ömürlerini tamamlayabilmektedirler [1]. Kesici takım malzemelerinin yüksek sıcaklıklarda sertliklerinde meydana gelen azalma da, bu takımların performansları üzerinde büyük etkiye sahiptir [15]. Bu yüzden, TOPSIS metodu ile elde edilen sıralamaya göre kesici takım seçimi yapılırken, kimyasal etkileşim ve kızıl sertlik faktörlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.



Şekil 1. TOPSIS metodu ile diğer çok kriterli karar verme metotlarının karşılaştırması

Sıralamalar arasında Spearman'ın sıra korelasyon katsayısı [13] hesaplanmıştır. Tablo 7'den görüldüğü gibi, TOPSIS metodu ile diğer metotlar arasında yüksek bir ilişki bulunmaktadır. En yüksek benzerlik ise TOPSIS metodu ile COPRAS-G metodu arasındadır ($R_s=0.95$).

Tablo 7. Spearman'ın sıra korelasyon katsayısı değerleri, R_s

Metot	PROMETHEE	GRA	COPRAS-G	VIKOR
TOPSIS	0.94	0.92	0.95	0.89

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, kesici takım malzemesi seçimi problemi, TOPSIS metodu kullanılarak çözülmüş ve bu metodun uygulanabilirliği, kullanılabilirliği ve doğruluğu gösterilmiştir. Bu metot kullanarak kesici takım malzemeleri arasında yapılan sıralama, literatürde elde edilenler ile çok iyi derecede uyumaktadır. Suni tek kristalli elmas ve suni çok kristalli elmas, en uygun kesici takım malzemeleri olarak belirlenmiştir. Ancak, elmas malzemelerin yüksek maliyetleri ve çelikleri işlerken grafit oluşumu problemi, bu

malzemelerin kullanımını kısıtlamaktadır. AISI O2, ASTM A2, AISI A11 ve ASTM A6, sahip oldukları yüksek Charpy darbe dayanımı ve düşük maliyetlerinden dolayı, elmas malzemelerden sonraki en iyi kesici takım malzemeleridir. TOPSIS çok kriterli karar verme metodu, alternatif malzemelerin belirlenmesi durumunda, diğer malzeme seçim problemlerine de uygulanabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Altıntaş, Y., 2000, "Manufacturing Automation", Cambridge University Press, Vancouver, 275.
2. Davis, J.R., 1995, "ASM specialty handbook: tool materials", ASM International Handbook Committee.
3. Aslan, E., 2005, "Experimental investigation of cutting tool performance in high speed cutting of hardened X210 Cr12 cold-work tool steel (62 HRC)", *Materials & Design*, 26, 1, 21-7.
4. Çalışkan, H., Kurbanoglu, C., Panjan, P., Kramar, D., 2012, "Investigation of the performance of carbide cutting tools with hard coatings in hard milling based on the response surface methodology", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. DOI:10.1007/s00170-012-4374-y.
5. Maity, S.R., Chatterjee, P., Chakraborty, S., 2012, "Cutting tool material selection using grey complex proportional assessment method", *Materials & Design*, 36, 0, 372-8.
6. Tzeng, G.-H., Huang, J.-J., 2011, "Multiple attribute decision making: Methods and applications", CRC Press, USA, 335 sayfa.
7. Chatterjee, P., Chakraborty, S., 2012, "Material selection using preferential ranking methods", *Materials & Design*, 35, 0, 384-93.
8. Jeya Girubha, R., Vinodh, S., 2012, "Application of fuzzy VIKOR and environmental impact analysis for material selection of an automotive component", *Materials & Design*, 37, 0, 478-86.
9. Çalışkan, H., Kurşuncu, B., Kurbanoglu, C., Güven, Ş.Y., 2012, "Material selection for the tool holder working under hard milling conditions using different multi criteria decision making methods", *Materials & Design*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2012.09.042>.
10. Shanian, A., Savadogo, O., 2006, "A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making", *Materials & Design*, 27, 4, 329-37.
11. Sharma, P.K., Aggarwal, A., Gupta, R., Suryanarayan, 1993, "A expert system for aid in material selection process", *Engineering Management Conference*, 27-31.
12. Shanian, A., Savadogo, O., 2006, "TOPSIS multiple-criteria decision support analysis for material selection of metallic bipolar plates for polymer electrolyte fuel cell", *Journal of Power Sources*, 159, 2, 1095-104.
13. Raju, K.S., Kumar, D.N., 1999, "Multicriterion decision making in irrigation planning", *Agricultural Systems*, 62, 2, 117-29.
14. Rao, R.V., 2007, "Decision Making in the Manufacturing Environment: Using Graph Theory and Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods", Springer-Verlag London Limited, 373 sayfa.
15. Davim, J.P., 2008, "Machining: fundamentals and recent advances", Springer-Verlag London Limited, London.