

## LİSANSÜSTÜ ÖĞRENİMDE DERS SEÇİMİNE YÖNELİK BİR MODEL ÖNERİSİ

**Dr.Filiz ERSÖZ\***  
**Dr.Mehmet KABAK\*\***  
**Zafer YILMAZ\*\*\***

### ÖZET

Lisans ve lisansüstü eğitimde ders seçimi, öğrencilerin akademik kariyerlerini, meslekte uzmanlaşmalarını etkileyen önemli kararlardan birisidir. Öğrenciler kendi ilgi ve yetenekleri doğrultusunda, en fazla fayda sağlayacak dersleri seçmek ister. Özellikle seçmeli derslerden seçim yapmak çok kriterli karar verme problemi olarak değerlendirilir. Bu çalışmada öğrencilerin seçim sürecinde yeterli bilgiye sahip olmasını sağlamak amacıyla lisansüstü eğitim veren bir kurumun Harekât Araştırması Bölümü bir örnek çalışma olarak incelenmiştir. Ders seçiminde önemli olan kriterler için literatürde çok fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Eğitim bilimleri konusunda uzman kişilerle görüşülerek ders seçiminde etkili olan kriterler tespit edilmiştir. Kriter ağırlıkları ANP (Analitik Ağ Süreci) tekniği kullanılarak ağırlıklandırılmış ve aday dersler TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemiyle akademik kariyere, meslekte uzmanlaşmaya etkisi fazla olandan az olana göre sıralanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ders seçimi, ANP, TOPSIS, Çok Kriterli Karar Verme

### A MODEL PROPOSAL FOR COURSE SELECTION FOR POSTGRADUATE STUDENTS

#### ABSTRACT

Course selection for graduate or undergraduate students is an important decision for their academic carrier and job proficiency.

---

\* Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü-Harekât Araştırması AD.

\*\* Kara Harp Okulu, Sistem Yönetim Bilimleri Bölümü

\*\*\* Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü-Harekât Araştırması AD.

Students want to choose most useful courses for their ability and interests. Especially choosing a course between optional courses is accepted as a multi-criteria-decision-making problem. In this study in order to give information to the students while choosing courses an undergraduate university's operations research program is examined as an example. There are not many studies about the criteria which are important while choosing the courses. The criteria that are effective while choosing courses are determined by conversations with professional people about educational sciences. To determine weights of the criteria the ANP (Analytic Network Process) and to obtain final ranking according to impact on academic carrier and job profession TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) methods are used.

**Keywords:** Course selection, ANP, TOPSIS, Multi-criteria-decision-making(MCDM)

## 1. GİRİŞ

Öğrenciler çeşitli sebeplere bağlı olarak bazı konularla daha fazla ilgilenmektedir. Üniversitelerde bu ihtiyacın giderilmesine yönelik, öğrencilerine çok sayıda seçmeli ders alternatifi sunmaktadır. Öğrenciler için alternatif dersler arasından en uygun olanlarının seçimi, birden fazla faktör ve kriterin dikkate alınmasını gerektiren karmaşık bir karar problemidir.

Takehita ve Maeda<sup>1</sup> ders seçimi için internet ile bütünlük bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistem öğrencinin haftalık ders programını oluşturulmasında ve aynı zamanda öğrenci ders kayıtlarının yapılmasına ve gerek duyulan haftalık minimum saat gereksiniminin tespit edilmesinde kullanılmıştır. Miler<sup>2</sup> (1996) yaptığı çalışmada ders seçimi, öğretmen seçimi ve sınıf atama problemlerinde

---

<sup>1</sup>Toru TAKESHITA, Kazuaki MAEDA, An Integrated Web Computing Application for Tasks Related to Course Selection and Registration, *Information and Software Technology*, 1991, 41, s.995-1004.

<sup>2</sup> Miler JAMES, *Mistakes to Avoid in the Introduction of Compressed Video*, S/G CSE Bulletin, 1996, 28, s.150-152.

başarılı uygulamaların geliştirilmesi aşamasında karşılaşılabilecek potansiyel problemler ve çözümlerine ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Marbury ve diğ.<sup>3</sup> (1991) yaptıkları çalışmada, bilgi patlamasının yaşandığı bir dönemde mühendislik eğitimi için bir plan geliştirmişler ve bu planda ders seçimi, ders öncelikleri ve ders içerikleri faktörlerine ve bu faktörlerin önemine değinmişlerdir. Dağdeviren<sup>4</sup>'in (2007) bir çalışmasında bir öğrencinin kendi belirlediği faktörlere bağlı olarak, en uygun dersleri seçmesini sağlayacak matematiksel bir model geliştirilmiştir. Modelin geliştirilmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve 0-1 Hedef Programlama (HP) yöntemleri kullanılmıştır.

ÇKKV, karar vericiler (kişiler, organizasyonlar, yöneticiler) açısından günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlerin çözümlenme çabasıdır. Bir diğer yönüyle de; rasyonel karar vermeye yardımcı olmak için analist veya bazen karar vericinin kendisi tarafından problemin modellenmesi ve yöntemler kullanılması yolu ile en yüksek tatminin sağlanabileceği çözümlere ulaşılma çabasıdır.

Bu çalışmada da ders seçiminde önemli olan kriterlere bağlı olarak bölüme en uygun derslerin seçilmesi probleminde çok amaçlı karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu yöntemlerden; ders seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıkları Analitik Network Prosesi (ANP) ve dersler içinde meslekte uzmanlaşmaya etkisi en fazla olandan en aza olana göre sıralamak amacıyla TOPSIS yöntemi birleştirilmiş, birden fazla faktör ve kriter dikkate alarak, bölüme yönelik ders seçme problemi çözülmeye çalışılmıştır.

## 2. YÖNTEM

### A. ANALİTİK AĞ PROSESİ (ANP)

Son yıllarda etkin ve süratli karar verme her alanda çok önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde karar verme

---

<sup>3</sup> Frank S, BARNES, Nancy C. NICHOLSON, C.H. MARBURY, L. LAWSİNE. (1991) A One-Room Schoolhouse Plan for Engineering Education, *IEEE Transaction on Education*, 34(4), 303-309.

<sup>4</sup> Metin DAĞDEVİREN. (2007) “Ders Seçimi Sürecinin Çok Amaçlı Karar Verme yöntemleri ile Bütünleşik Modellenmesi ve Bir Uygulama”, ÇKKV Ders Ödevi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

problemlerinde kullanılan yöntemlerden biri de Thomas L. Saaty tarafından geliştirilip literatüre kazandırılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemidir<sup>5</sup> (Saaty, T.L, 1980). AHP, karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda tek yönlü olarak modellemekte, aynı seviyede bulunan kriterlerin birbirinden bağımsız olarak kabul etmekte ve kriterlerin birbirine olan etkilerinin dikkate almamaktadır. Karar verme sürecinde kriterler arasındaki ilişkileri dikkate alan ve problemin tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldıran yöntem yine Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Ağ(Network) Prosesi (ANP) yöntemidir<sup>6</sup> (Dağdeviren,2005). ANP yönteminde problem, ağ yapısı kullanılarak modellenmekte, bu esnada tüm kriter kümelerindeki(aynı kümeyle ait veya değil) alt kriterler arasındaki bağımlılıklar ve her kriter kümesindeki alt kriterler arasındaki o kümeyle ait içsel bağımlılıklar göz önüne alınmaktadır. İçsel bağımlılıkları ve kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimleri içerebilmesi nedeniyle ANP metodu, karar verme problemlerinin daha etkili ve gerçekçi bir biçimde çözümlenmesini sağlamaktadır<sup>7</sup> (Saaty, T.L,2001,2005).

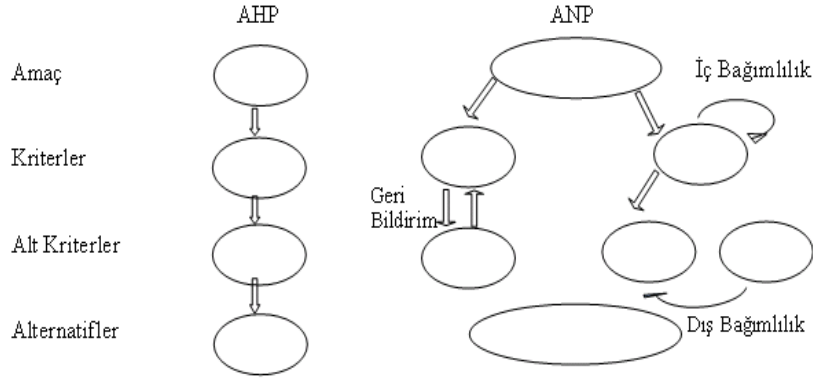
---

<sup>5</sup> Thomas. L. SAATY. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, A.B.D.

<sup>6</sup> Metin DAĞDEVİREN, Ergün ERASLAN, Mustafa KURT. (2005) Çalışanların Toplam İş Yükü Seviyelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model ve Uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 20, No 4, 517-525.

<sup>7</sup> Thomas. L. SAATY. (2005) "*Theory and Applications of the Analytic Network Process*", USA: RWS Publications.

Thomas. L. SAATY. (2001) "*Decision Making with Dependence and Feedback The Analytic Network Process*", USA: RWS Publications, Second Edition.



### Şekil I. AHP ve ANP karşılaştırması

Şekil I'de görüldüğü üzere ANP yönteminde kriterler kendi içinde birbirlerini etkileyebileceği gibi diğer kriterlere de etkisi olabilir. ANP yöntemi için genel olarak dört temel adımı sıralayabiliriz.

1'nci Adım: Problemin tanımlanarak Modelin kurulması: Bu adımda karar problemi tanımlanır. Amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler açık biçimde ifade edilir.

2'nci Adım: Kriterler arasındaki etkileşim belirlenerek İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması ve Öncelik Vektörünün belirlenmesi: Kriterler arasındaki etkileşimler belirlenir. İç ve dış bağımlılıklar ve varsa kriterler arasındaki geri bildirimler ilişkilendirilir. Karar vericiler ikili karşılaştırmalarda seri şekilde bir takım sorulara cevap vererek iki faktörü aynı zamanda karşılaştırır ve bunların hedefe olan katkılarının nasıl olduğunu belirler (Dağdeviren,2005). ANP'de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve nispi önem ağırlıklarının belirlenmesinde Saaty'nin Tablo 1'deki 1-9 önem skalası kullanılır<sup>8</sup> (Saaty, T.L,1996).

3'ncü Adım: Süper Matrisin Oluşturulması: Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için,

<sup>8</sup> Thomas. L. SAATY, (1996) *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburgh, A.B.D.

lokal öncelik vektörleri süper matris olarak bilinen matrisin kolonlarına yazılır. Süper matris, parçalı bir matristir ve buradaki her matris bölümü bir sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir. Kriterlerin birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süper matrisin kuvveti alınarak belirlenir. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper matrisin  $(2k+1)$  kuvveti alınır, burada  $k$  rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süper matris olarak isimlendirilir<sup>9</sup> (Görener, 2009).

**Tablo I. Değerlendirme Ölçeği (Saaty, 1989)**

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faaliyet de amaca eşit katkıda bulunur
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü Derecede Önemde	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok Güçlü Derecede Önemde	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır.
9	Son Derece Önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara Değerler	

4'ncü Adım: Limit süpermatris ile alternatiflere veya karşılaştırılan kriterlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenmiş olur. Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en

<sup>9</sup> Ali GÖRENER, (2009) "Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı," *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Ocak 2009, Cilt 4, Sayı 1, 99-110.

iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter karar sürecini etkileyen en önemli kriterdir.

ANP yöntemi, karmaşık karar problemlerinin var olduğu birçok farklı alanda uygulama sahası bulmuş ve çözüm metodu olarak kullanılmıştır. Dağdeviren, M., Eraslan E., Kurt M., çalışanların toplam iş yükü seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir model ve uygulaması olarak<sup>10</sup>, Karsak ve arkadaşları<sup>11</sup> (2002) ile Partovi ve Corredoira<sup>12</sup> (2002), kalite işlev konuşlandırma sürecinde ANP yöntemini kullanmışlardır. Meade ve Sarkis<sup>13</sup> (1998) üretim hızının iyileştirilmesi için geliştirdikleri bir yöntemde ve lojistik stratejilerinin değerlendirilmesinde (1999) ANP yöntemini kullanmışlardır. Lee ve Kim<sup>14</sup> (2001) tarafından yapılan iki farklı çalışmada Bilgi Sistemi Proje seçimi sürecinde ANP kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmalara ek olarak; Bayazıt<sup>15</sup> (2002) bir üretim işletmesi için en uygun üretim yönetimi sisteminin belirlenmesinde, Meade ve Presley<sup>16</sup> (2002)

---

<sup>10</sup> Metin DAĞDEVİREN, Ergün ERASLAN, Mustafa KURT. (2005) Çalışanların Toplam İş Yükü Seviyelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model ve Uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 20, No 4, 517-525.

<sup>11</sup> E.Ertuğrul KARSAK, Sevin SOZER, S.Emre ALPTEKİN. (2002) "Production planning in quality function deployment using a combined analytical network process and goal programming approach", *Computers&Industrial Engineering*, 44(1), 171-190.

<sup>12</sup> Fariborz.Y PARTOVI, Rafael.A. CORREDOIRA. (2002) "Quality function deployment for the good of soccer", *European Journal of Operational Research*, 137(3), 642-656.

<sup>13</sup> Laura.M. MEADE, Joseph SARKİS. (1998) "Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34, 201-215.

<sup>14</sup> Jin-Woo LEE, Soung-Hie KİM. (2001) "An integrated approach for independent information system Project selection", *International Journal of Project Management*, 19(2), 111-118.

Jin-Woo LEE, Soung-Hie KİM, (2001) "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection", *Computers&Operations Research*, 27(4), 367-382.

<sup>15</sup> Özden BAYAZIT. (2002) "A new methodology in multiple criteria decision-making systems: analytical network process and an application", *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 57(1), 15-34.

<sup>16</sup> Laura.M MEADE, A. PRESLEY, (2002) "R&D Project selection using the analytic network process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 59-66.

alternatif Ar-Ge projelerinin değerlendirilmesinde, Sarkis<sup>17</sup> (2002) stratejik tedarikçi seçimine yönelik olarak geliştirdiği modelde, Yurdakul<sup>18</sup> (2003) üretim işletmelerinin uzun dönemli performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak geliştirdiği modelde, Mikhailov ve Singh<sup>19</sup> (2003) bir karar destek isteminin geliştirilmesi sürecinde, Momoh ve Zhu<sup>20</sup> (2003) en iyi üretim çizelgesinin belirlenmesinde, Niemira ve Saaty<sup>21</sup> (2004) finansal kriz tahmini, Chung ve arkadaşları<sup>22</sup> (2004) ürün karışımı için geliştirdikleri modelde ANP yöntemini kullanmışlardır.

## B. TOPSIS

Hwang ve Yoon<sup>23</sup> (1981) tarafından geliştirilen TOPSIS metodu en etkili Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden bir tanesidir. ‘m’ sayıda alternatifi ve ‘n’ sayıda kriteri olan çok kriterli karar verme problemi n-boyutlu uzayda m noktaları ile gösterilebilir. Hwang ve Yoon (1981) TOPSIS yöntemini, çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafe düşüncesine göre oluşturmuşlardır.

---

<sup>17</sup> Joseph SARKIS. (2002) "A model for strategic supplier selection", *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 18-28.

<sup>18</sup> Mustafa YURDAKUL. (2003) "Measuring long-term performance of a manufacturing firm using the analytical network process (ANP) approach", *International Journal of Production Research*, 41(11), 2501-2529.

<sup>19</sup> Ludmil MIKHAILOV, M.S. SINGH, (2003) "Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, 33(1), 33-41.

<sup>20</sup> James A. MOMOH, Jizhong ZHU. (2003) "Optimal generationscheduling based on AHP/ANP", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, 33(3), 531-535.

<sup>21</sup> Michael.P NIEMIRA, Thomas.L. SAATY, (2004) "An analytical network process model for financial-crisis forecasting", *International Journal of Forecasting*, Article in Pres.

<sup>22</sup> Shin Ho CHUNG. (2004) "Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator", *International Journal of Production Economics*, In pres.

<sup>23</sup> Ching Lai HWANG. Paul YOON. "Multiple Attribute Decision Making In:Lecture Notes In Economics and Mathematical Systems", Springer-Verlag Berlin, 1981, s. 7.



Daha sonraları bu düşünce Zeleny<sup>24</sup> (1982) ve Hall (1989) tarafından da uygulanmış ve Yoon (1987) ve Hwang, Lai ve Liu (1993) tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yöntemi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Adım 1:  $i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j = 1, 2, \dots, n$  olduğu temel matriste veriler vektör normalizasyonu kullanılarak normalleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

Satırlar seçenekleri, sütunlar ise kriterleri temsil etmektedir.

$$W_J = [w_1, w_2, \dots, w_n] : \begin{matrix} \left[ \begin{array}{cccccc} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & X_{mn} \end{array} \right] \\ \sum_{j=1}^n W_j = 1 \\ \vdots \end{matrix}$$

Adım 2: Kriter ağırlıkları; toplamı 1 olacak şekilde tespit edilir.

Veriler kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış matris elde edilir.

Adım 3: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler kümesi tespit edilir. Pozitif ideal çözümler kümesi her kriterdeki en iyi ağırlıklandırılmış

$$= \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_J^-, \dots, V_n^-\}$$

$$V_{ij} = W_j r_{ij}$$

değerler, negatif ideal çözümler kümesi ise en kötü ağırlıklandırılmış

$$A^- = \{(\min_i V_{ij} / j \in J) / i = 1, 2, \dots, m\} = \{(\max_i V_{ij} / j \in J) / i = 1, 2, \dots, m\}$$

değerlerin oluşturdukları kümelerdir.

<sup>24</sup> Milan ZELENY. "Multi Criteria Decision Making", a.g.e., 1982, s.185-186.

$$A^* = \left\{ \left( \max_i V_{ij} / j \in J \right) \right\} = \left\{ \left( \min_i V_{ij} / j \in J' \right) / i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

$$= \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_J^*, \dots, V_n^*\}$$

Adım 4: Alternatiflerin pozitif ideal ve negatif ideal noktalardan

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}$$

uzaklıkları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

Adım 5: Alternatiflerin negatif ideal noktadan göreceli uzaklıkları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-}$$

Adım 6: Alternatifler negatif ideal noktadan göreceli uzaklıklarına göre büyükten küçüğe sıralanır. En büyük değere sahip olan alternatif diğerlerine göre en iyisidir.

TOPSIS Yöntemi'nin adımları ve detaylı uygulamaları Yurdakul ve Coğun<sup>25</sup> (2003), Yurdakul ve İç<sup>26</sup> (2003), Yurdakul<sup>27</sup> vd. (2003), çalışmalarında verilmektedir. TOPSIS analizinde hangi kriterlerin kullanılacağını belirleme, yeni kriterler ekleme/silme ve kriterlerin ağırlıklarını değiştirme işlemlerini gerçekleştirmek mümkündür. TOPSIS analizi tamamlanıp sonuçları listelendikten sonra kullanıcı bu analiz sırasında sırayla oluşturulan tüm matrislerin değerlerini inceleyebilir. Bu analizde TOPSIS sonucu C isimli sütunda

<sup>25</sup> Mustafa YURDAKUL, Can ÇOĞUN. (2003) "Development of a Multiattribute Selection Procedure for Non-traditional Machining Processes", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers-Part B: *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 217, Issue 7, 993-1009.

<sup>26</sup> Mustafa YURDAKUL, Yusuf İÇ TANSEL. (2003) "Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 18, No 1, 1-18.

<sup>27</sup> Mustafa YURDAKUL, Yusuf İÇ TANSEL. (2003) "Topsis Yöntemi İle Robot Seçimi". UMTS 2003 11. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Bildiri Kitabı* 2, 633-642, 4-6 Eylül 2003.

belirtilmekte ve alternatifler C değerlerinin büyükten küçüğe doğru değişimine göre sıralanmaktadır<sup>28</sup> Yurdakul M., 2005). Birçok karar probleminin çözümünde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Boran, F. E. vd. <sup>29</sup> (2009) üretici seçiminde çok kriterli karar vermek için, Dağdeviren, M., vd. <sup>30</sup> (2009) en iyi tabanca modelinin seçiminde TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Yine Demireli, E<sup>31</sup>. (2010) Türkiye'deki kamu bankaları üzerine bir uygulama olarak, Ustasüleyman T.<sup>32</sup>(2009) bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde, Chu, T. C.<sup>33</sup> (2002) Fabrika yeri seçiminde, Ertugrul, \_I., & Karakaşoğlu, N<sup>34</sup>. (2007) Türk çimento fabrikalarının performans değerlendirmesinde, Wang, T. C., & Chang, T. H.<sup>35</sup>(2007) Eğitim uçaklarının başlangıç değerlendirmesinde, Lai, Y. J., Liu, T. Y., & Hwang, C. L.<sup>36</sup> (1994) Çok Kriterli Karar Verme Sisteminin bir modeli olarak TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

---

<sup>28</sup> Mustafa YURDAKUL, Ahmet Özgür İPEK (2005) "Malzeme Taşıma Sistemlerinin Seçilmesine Yönelik Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi" *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 20, No 2, 171-181.

<sup>29</sup> Fatih Emre BORAN, Serkan GENÇ, Mustafa KURT, Diyar AKAY. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36, 11363–11368.

<sup>30</sup> Metin DAĞDEVİREN, Serkan YAVUZ, Nevzat KILINC. (2009). Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 36, 8143-8151.

<sup>31</sup> Erhan DEMİRELİ. (2010) "Topsis Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir uygulama," *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi* (5:1).

<sup>32</sup> Talha USTASÜLEYMAN. (2009), "Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi" , *Bankacılar Dergisi*, Sayı 69, ss 33-43.

<sup>33</sup> Tieh- Chi CHU. (2002). Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 20, 859–864.

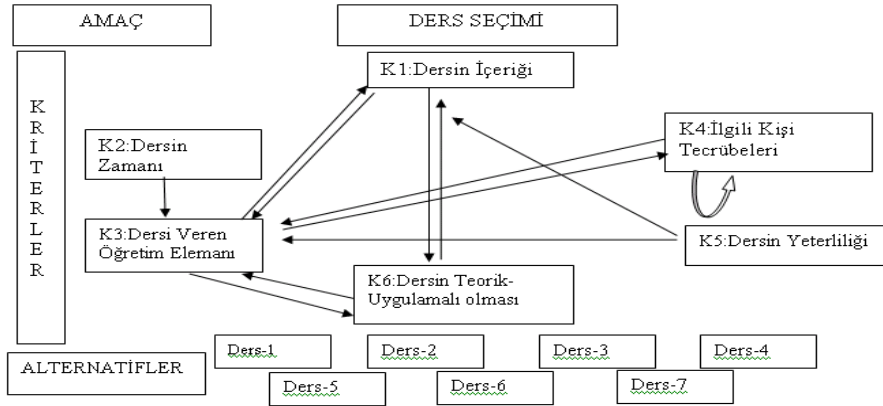
<sup>34</sup> İrfan ERTUGRUL, Nilsen KARAKAŞOĞLU. (2007). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702–715.

<sup>35</sup> Tien-Chin WANG, Tsung-Han CHANG. (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 33, 870–880.

<sup>36</sup> Young-Jou LAI, Ting-Yun LIU, Ching-Lai HWANG. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76, 486–500.

### 3. BULGULAR

Ders seçimi modelinin oluşturulması ve faktörler arasındaki iç ve dış bağımlılığı etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve elde edilen sonuçlar ile ders önceliklerinin belirlenmesi amacıyla yöneylem alanında yüksek lisans ve doktora yapan katılımcılara, üç farklı anket uygulanmıştır. ANP yönteminin birinci adımı olan ders seçiminde etkili olan kriterlerin belirlenmesi amacıyla, yapılan literatür araştırmasına göre ders seçiminde etkili olan kriterler tespit edilmiş ve 18 katılımcıya bir anket uygulanmıştır. Anket formunda katılımcıların daha iyi anlaması için söz konusu kriterlere ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Kriterler arasındaki bağımlılıklar ANP yönteminde başlangıç süpermatrisinin düzenlenmesinde önemlidir. Ders seçimi modelinin oluşturulması ve kriterler arasındaki iç ve dış bağımlılıkların belirlenmesinden sonra izleyen aşama, modeldeki bu bağımlılıklar dikkate alınarak ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve faktörlere ilişkin nispi önem ağırlıklarının belirlenmesidir. İkinci adım olarak kriterlerin ikili karşılaştırılmasını yapmak maksadıyla 25 katılımcıya uygulanan yine yeni bir anket formu uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile ders seçiminde etkili olan kriterlerin ikili kıyaslamaları yapılarak, her bir kriterin diğer kriterlere göre önem derecesine ilişkin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Kriterlerin birbirleriyle olan ilgisini gösteren ANP modeli Şekil II’de gösterilmiştir.



Şekil II. Ders Seçimi ANP Modeli

İkili karşılaştırma matrisleri yardımıyla elde edilen kriterlere ilişkin ağırlıklar Tablo II’de sunulmuştur.

**Tablo II. Faktörler Temelinde Oluşturulan Ağırlıklandırılmış Matris**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,000	0,000	0,316	0,000	0,669	0,658
K2	0,000	0,000	0,050	0,000	0,000	0,000
K3	0,333	1,000	0,000	0,771	0,331	0,342
K4	0,000	0,000	0,195	0,229	0,000	0,000
K5	0,308	0,000	0,208	0,000	0,000	0,000
K6	0,360	0,000	0,231	0,000	0,000	0,000

K1: Dersin içeriği(Tez / bilimsel çalışmalarda kullanılabilirliği)

K2: Dersin Zamanı (Dersin gün ve saati)

K3: Dersi veren öğretim elemanı (Akademik unvanı, dersi anlatım şekli vb.)

K4: İlgili kişilerin tecrübeleri (Ders seçiminde akademik danışman, bölüm bşk., arkadaş, doktora yapanlardan geri bildirimden alınan bilgileri)

K5: Dersin Yeterliliği (Bologna sürecinde öğrenim çıktılarını karşılayabilme durumu)

K6: Dersin Uygulama/Teorik olması (önemliliği)

MATLAB programı ile ağırlıklandırılmış matris analiz edilmiş ve yaklaşık 20. kuvveti ile limit süpermatris elde edilmiştir. Limit süpermatris sonuçları Tablo III’de sunulmuştur.

**Tablo III. Limit Süpermatris**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
K2	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
K3	0,267	0,267	0,267	0,267	0,267	0,267
K4	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
K5	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
K6	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167

Limit süpermatrisden elde edilen sonuçlar ile Yüksek Lisans ve Doktora programındaki derslerin önceliklerinin belirlemek amacıyla TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile ders seçiminde hangi dersin daha önemli olduğuna ilişkin önceliklerin belirlenmesi, sıralama yapılması maksadıyla 11 katılımcıya anket uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre derslerin kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu ağırlıklar ANP yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıkları ile çarpılarak Yüksek Lisans ders seçimi kriter ve normalize edilmiş ağırlıkları Tablo IV’de verilmiştir.

**Tablo IV. Yüksek Lisans Ders Seçimine İlişkin Ağırlıklar**

Kriter	<u>K1</u>	<u>K2</u>	<u>K3</u>	<u>K4</u>	<u>K5</u>	<u>K6</u>
Ağırlıkları/Dersler	<u>0,291</u>	<u>0,062</u>	<u>0,267</u>	<u>0,068</u>	<u>0,145</u>	<u>0,167</u>
<u>Ders1</u>	0,0924	0,0185	0,0891	0,0213	0,0441	0,0289
<u>Ders2</u>	0,0822	0,0139	0,0535	0,0160	0,0331	0,0289
<u>Ders3</u>	0,1027	0,0185	0,0891	0,0239	0,0551	0,0577
<u>Ders4</u>	0,0822	0,0185	0,0891	0,0266	0,0441	0,0577
<u>Ders5</u>	0,0719	0,0185	0,0535	0,0160	0,0441	0,0289
<u>Ders6</u>	0,0924	0,0139	0,0802	0,0213	0,0441	0,0144
<u>Ders7</u>	0,0616	0,0185	0,0891	0,0213	0,0331	0,0577
<u>Ders8</u>	0,1027	0,0185	0,0713	0,0266	0,0551	0,0577
<u>Ders9</u>	0,0822	0,0231	0,0891	0,0213	0,0441	0,0721
<u>Ders10</u>	0,1027	0,0231	0,0891	0,0239	0,0331	0,0577
<u>Ders11</u>	0,0822	0,0185	0,0802	0,0213	0,0441	0,0577

Derslere ait normalize edilmiş kriter ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS bölümünde izah edilen adım 3’deki formüller kullanılarak pozitif ve negatif ideal çözüm kümeleri oluşturulmuştur. Adım 4’teki formüller kullanılarak da alternatiflerin pozitif ideal ve

negatif ideal noktalardan uzaklıkları tespit edilmiştir. Alternatiflerin negatif ideal noktadan göreceli uzaklıkları adım 5'teki formül yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra alternatifler negatif ideal noktadan göreceli uzaklıklarına göre büyükten küçüğe sıralanmıştır. En büyük değere sahip olan alternatif diğerlerine göre en iyisidir. Yüksek lisans ders seçimine ilişkin TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralama aşağıda Tablo V'de verilmiştir.

**Tablo V. Yüksek Lisans Ders Seçimi Sıralaması**

<u>Ders3</u>	0,8269	<u>Ders7</u>	0,534
<u>Ders9</u>	0,7520	<u>Ders1</u>	0,5237
<u>Ders8</u>	0,7414	<u>Ders6</u>	0,4102
<u>Ders10</u>	0,7271	<u>Ders2</u>	0,278
<u>Ders4</u>	0,6896	<u>Ders5</u>	0,2447
<u>Ders11</u>	0,6552		

Doktora Programı ders seçimi kriter ve normalize edilmiş ağırlıkları Tablo VI'da verilmiştir. Doktora derslerine ait normalize edilmiş kriter ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS bölümünde izah edilen adım 3,4 ve 5'deki formüller Yüksek Lisans derslerinin sıralanmasında izah edildiği şekilde burada da uygulanmış ve alternatifler negatif ideal noktadan göreceli uzaklıklarına göre büyükten küçüğe sıralanmıştır. En büyük değere sahip olan alternatif diğerlerine göre en iyisidir. Doktora Programı ders seçimine ilişkin TOPSIS yöntemiyle elde edilen sıralama aşağıda Tablo VII'de verilmiştir.

**Tablo VI. Doktora Programı Ders Seçimine İlişkin Ağırlıklar**

<b>Kriter</b>	<b><u>K1</u></b>	<b><u>K2</u></b>	<b><u>K3</u></b>	<b><u>K4</u></b>	<b><u>K5</u></b>	<b><u>K6</u></b>
<b>Ağırlıkları/Dersler</b>	<b><u>0,291</u></b>	<b><u>0,062</u></b>	<b><u>0,267</u></b>	<b><u>0,068</u></b>	<b><u>0,145</u></b>	<b><u>0,167</u></b>
<i>Ders1</i>	0,0865	0,0180	0,0812	0,0174	0,0417	0,0253
<i>Ders2</i>	0,0769	0,0135	0,0487	0,0130	0,0313	0,0253
<i>Ders3</i>	0,0769	0,0180	0,0649	0,0174	0,0417	0,0380
<i>Ders4</i>	0,0577	0,0135	0,0649	0,0130	0,0261	0,0380
<i>Ders5</i>	0,0769	0,0180	0,0812	0,0217	0,0417	0,0506
<i>Ders6</i>	0,0769	0,0180	0,0649	0,0217	0,0365	0,0633
<i>Ders7</i>	0,0769	0,0180	0,0812	0,0217	0,0417	0,0506
<i>Ders8</i>	0,0577	0,0135	0,0649	0,0130	0,0313	0,0380
<i>Ders9</i>	0,0673	0,0135	0,0487	0,0130	0,0208	0,0253
<i>Ders10</i>	0,0865	0,0135	0,0731	0,0174	0,0417	0,0127
<i>Ders11</i>	0,0673	0,0045	0,0649	0,0217	0,0417	0,0506
<i>Ders12</i>	0,0769	0,0113	0,0649	0,0152	0,0417	0,0380
<i>Ders13</i>	0,0577	0,0180	0,0649	0,0152	0,0417	0,0569
<i>Ders14</i>	0,0961	0,0225	0,0812	0,0196	0,0313	0,0506
<i>Ders15</i>	0,0769	0,0180	0,0731	0,0174	0,0417	0,0506

**Tablo VII. Doktora Programı Ders Seçimi Sıralaması**

<i>Ders14</i>	0,801357	<i>Ders3</i>	0,546727
<i>Ders5</i>	0,717745	<i>Ders12</i>	0,524704
<i>Ders7</i>	0,717745	<i>Ders10</i>	0,454667
<i>Ders6</i>	0,699727	<i>Ders8</i>	0,391215
<i>Ders15</i>	0,686321	<i>Ders4</i>	0,376147
<i>Ders1</i>	0,5664	<i>Ders2</i>	0,324113
<i>Ders13</i>	0,553948	<i>Ders9</i>	0,22592
<i>Ders11</i>	0,547109		



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Üniversitelerdeki önemli problem sahalarından bir tanesi de lisans ve lisansüstü öğrenciler için hangi derslerinin verileceğinin belirlenmesidir. Her alanla ilgili değişik üniversitelerde birçok alan dersi okutulmaktadır. Bir bölümün öncelikle açacağı derslere ait kriterleri belirlemesi ve bu kriterlere uygun alternatifleri sıralayarak buna uygun derslerin planlanması günümüzde mezun olduklarında öğrencilerin ve o alana ait ihtiyaçların karşılanması için çok önemlidir.

Bu çalışmada da ders seçiminde önemli olan kriterlere bağlı olarak yöneylem araştırması bölümüne en uygun derslerin seçilmesi probleminde çok amaçlı karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada Yöneylem Araştırması yüksek lisans ve doktora programındaki ders seçimine ilişkin bir model oluşturulmuş, ANP ve TOPSIS yöntemi ile ders seçimi metodolojisi anlatılmıştır. Öncelikle ders seçiminde kullanılabilir olan alternatif ders seçim sürecine ilişkin kriterler oluşturulmuş ve kriterler arasındaki etkileşimi dikkate alarak ders seçim kriterlerine ilişkin ağırlıklar tespit edilmiştir. En son aşamada ise TOPSIS yönteminin adımları sırayla uygulanarak yüksek lisans ve doktora programına ilişkin ders seçimi sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen ders seçim modeli bu alanda eğitim faaliyetlerini yürüten eğitim kurumlarına bir model olabileceği gibi diğer alanlarda eğitim faaliyetlerini sürdüren kurumlar için de izlenecek adımların neler olduğuna dair başlangıç oluşturmaktadır.

## KAYNAKÇA

- BARNES, Frank S, NICHOLSON, Nancy C, MARBURY, C.H, LAWSİNE, L.(1991) A One-Room Schoolhouse Plan for Engineering Education, *IEEE Transaction on Education*, 34(4), 303-309.
- BAYAZIT, Özden. (2002) "A new methodology in multiple criteria decision-making systems: analytical network process and an application", *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 57(1), 15-34.
- BORAN, Fatih Emre, GENC, Serkan, KURT, Mustafa, AKAY, Diyar. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36, 11363–11368.
- CHU, Tieh- Chi. (2002). Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 20, 859–864.
- CHUNG, Shin Ho. (2004) "Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator", *International Journal of Production Economics*, In pres.
- DAĞDEVİREN, Metin. (2007) "Ders Seçimi Sürecinin Çok Amaçlı Karar Verme yöntemleri ile Bütünleşik Modellenmesi ve Bir Uygulama", ÇKKV Ders Ödevi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- DAĞDEVİREN, Metin, ERASLAN Ergün, KURT Mustafa. (2005) Çalışanların Toplam İş Yükü Seviyelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model ve Uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 20, No 4, 517-525.

- DAĞDEVİREN, Metin, YAVUZ, Serkan, KILINC, Nevzat. (2009). Weapon selection using the AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 36, 8143-8151.
- DEMİRELİ, Erhan. (2010) "Topsis Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir uygulama," *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi* (5:1).
- ERTUGRUL, İrfan, & KARAKAŞOĞLU, Nilsen. (2007). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702–715.
- GÖRENER, Ali. (2009) "Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı," *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Ocak 2009, Cilt 4, Sayı 1, 99-110.
- HWANG, Ching Lai. ve YOON, Paul. "Multiple Attribute Decision Making In:Lecture Notes In Economics and Mathematical Systems", Springer-Verlag Berlin, 1981, s. 7.
- KARSAK, E.Ertuğrul, SOZER, Sevin, ALPTEKİN, S.Emre. (2002) "Production planning in quality function deployment using a combined analytical network process and goal programming approach", *Computers&Industrial Engineering*, 44(1), 171-190.
- KEENEY, Ralph.L. & RAIFFA, Howard. "Decision Analysis with Multiple Conflicting Objectives", a.g.e., 1976, s. 41.
- LAI, Young-Jou, LIU, Ting-Yun, HWANG, Ching-Lai. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76, 486–500.

- LEE, Jin-Woo, KİM, Soung-Hie. (2001) "An integrated approach for independent information system Project selection", *International Journal of Project Management*, 19(2), 111-118.
- LEE, Jin-Woo, KİM, Soung-Hie. (2001) "Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection", *Computers&Operations Research*, 27(4), 367-382.
- MEADE, Laura.M, SARKİS, Joseph. (1998) "Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34(3), 201-215.
- MEADE, Laura.M, SARKİS, Joseph. (1999) "Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach", *International Journal of Production Research*, 37(2), 241-261.
- MEADE, Laura.M, PRESLEY, A. (2002) "R&D Project selection using the analytic network process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 59-66.
- MIKHAILOV, Ludmil, SINGH, M.S. (2003) "Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, 33(1), 33-41.
- MILER, James. E. (1996) *Mistakes to Avoid in the Introduction of Compressed Video*, S/G CSE Bulletin, 28, 150-152.
- MOMOH, James.A, ZHU, Jizhong. (2003) "Optimal generationscheduling based on AHP/ANP", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, 33(3), 531-535.

- NIEMIRA, Michael.P, SAATY, Thomas.L. (2004) "An analytical network process model for financial-crisis forecasting", *International Journal of Forecasting*, Article in Pres.
- PARTOVI, Fariborz.Y, CORREDOIRA, Rafael.A. (2002) "Quality function deployment for the good of soccer", *European Journal of Operational Research*, 137(3), 642-656.
- SAATY, Thomas. L. (1980) "*The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill", New York, A.B.D.
- SAATY, Thomas. L. (2005) "*Theory and Applications of the Analytic Network Process*", USA: RWS Publications.
- SAATY, Thomas. L. (2001) "*Decision Making with Dependence and Feedback The Analytic Network Process*", USA: RWS Publications, Second Edition.
- SAATY, Thomas. L. (1996) "*Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*", RWS Publications, Pittsburgh, A.B.D.
- SARKIS, Joseph. (2002) "A model for strategic supplier selection", *Journal of Supply Chain Management*, 38(1), 18-28.
- STILLWELL, William.G, WINTERFELDT, Detlof Von, JOHN, Richard.S. (1987) "Comparing Hierarchical and Nonhierarchical Weighting Methods for Eliciting Multiattribute Value Models", *Management Science*, C. 33, S. 4, ss.441.
- TAKESHITA, Toru, MAEDA, Kazuaki. (1999) An Integrated Web Computing Application for Tasks Related to Course Selection and Registration, *Information and Software Technology*, 41, 995-1004.

- USTASÜLEYMAN Talha. (2009), “Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi” , *Bankacılar Dergisi*, Sayı 69, ss 33-43.
- WANG, Tien-Chin, CHANG, Tsung-Han. (2007). Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 33, 870–880.
- WINTERFELDT, Detlof Von, EDWARDS, Ward. “*Decision Analysis and Behavioral Research*,” a.g.e., 1986, s. 38-40.
- YURDAKUL, Mustafa. (2003) ”Measuring long-term performance of a manufacturing firm using the analytical network process (ANP) approach”, *International Journal of Production Research*, 41(11), 2501-2529.
- YURDAKUL, Mustafa, ÇOĞUN Can.(2003 ) “Development of a Multiattribute Selection Procedure for Non-traditional Machining Processes”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers-Part B:Journal of Engineering Manufacture, Vol.217, Issue7, 993-1009.
- YURDAKUL, Mustafa, İÇ TANSEL Yusuf. (2003 ) “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 18, No 1, 1-18.
- YURDAKUL, Mustafa, İÇ TANSEL Yusuf. (2003) “Topsis Yöntemi İle Robot Seçimi”. UMTS 2003 11. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Ankara, Bildiri Kitabı* 2, 633-642, 4-6 Eylül 2003.
- YURDAKUL, Mustafa, İPEK, Ahmet Özgür. (2005) “Malzeme Taşıma Sistemlerinin Seçilmesine Yönelik Bir Karar Destek

Sistemi Geliştirilmesi” *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 20, No 2, 171-181.

ZELENY, Milan. “*Multi Criteria Decision Making*”, a.g.e., 1982, s.185-186.