



Received : 05.03.2018 & Accepted : 22.05.2018 & Published (online) : 26.06.2108

## Performance Measurement System (PSM) and Balanced Scorecard (BSC) Strategies Used in the Process Related with Ramp Handling Services of Ground Handling Management

Tüzün Tolga İNAN\*

Gelisim University, Civil Aviation Vocational School, Department of Civil Aviation Management, İstanbul

### Abstract

In civil aviation sector, the design of airports is divided into two as air side and ground side. The latter part of second security gate in terminal building at the airports is defined as air side in the literature [which is defined as customs area]. The air side is also divided into; ground service and airspace. In this research, the concept of ramp services which constitutes basic content of ground service management process is examined. One of the two most important causes of delays in civil air traffic is that ramp services can not be planned effectively [the other reason is that airport capacity is extremely dense], so this concept needs to be well analyzed and evaluated. The performance measurement system (PMS) and balanced scorecard (BSC) methods in this review are examined in terms of the conceptual background within design, measurement and implementation phases for effective ramp services process in ground handling management.

**Keywords:** Performance Measurement System (PMS), Balanced Scorecard (BSC), Conceptual Background, Ground Handling Management, Ramp Handling Services.

### 1. Introduction

Today's civil aviation industry is highly dynamic and has a systematic job definition where flights are scheduled on regular basis [3, 4]. Civil aviation has a high growth potential on one hand [1, 9] and profit margins on the other as competition intensifies [7, 27]. Changes in the civil aviation sector affects all members in the value chain [6]. Competitive

pressures are not only affect air side of the value chain but also affect ground services [18]. In this context, logistics of ground services is one of the biggest difficulties and the main factor determining sustainable success [11, 20].

For this reason, efficient and privatized processes in passenger, baggage, mail and cargo forwarding areas mean great importance for airports

\*Corresponding Author: Dr. Öğr. Üyesi Tüzün Tolga İNAN  
[ttinan@gelisim.edu.tr](mailto:ttinan@gelisim.edu.tr), [tolgainan83@gmail.com](mailto:tolgainan83@gmail.com)

Citation : İnan, T.T. (2018). Performance Measurement System (PSM) and Balanced Scorecard (BSC) Strategies Used in the Process related with Ramp Handling Services of Ground Handling Management. Journal of Aviation, 2 (1), 1-9. DOI: 10.30518/jav.401511

and other logistics service providers [14]. There is a tendency towards liberalization in ground handling market exists at European level such as EU (European Union) Directive 96/67/EC which is developed through liberalization and increases competition and cost pressures especially in the area of ramp services [31, 8]. Ramp services which is an important part of ground handling management in general terms, seem to cover all transportation activities as one of the main functions of airports. Ramp services including loading and unloading of aircrafts and activities of passengers, crew, baggage, mail and cargo transportation between aircrafts and terminal buildings represent the interface of the airline on the one hand and the interface to the airport infrastructure on the other. Historically civil air transportation has become an increasingly regular sector. This order has also been used for public interest and is required for state regulation. The EU directive 96/67/EG forms the basis of today's market structure and was published in early 1990's to liberate air transport in Europe.

Main theme of this directive is to initiate step by step liberalization process and to provide an integrated system understanding of ground handling management which is referred to as ramp services especially affecting air side. Another aim is to reduce operating costs of air transportation and to increase quality of using aircrafts. The EU directive sets the number of ground handling services that must be activated to enter the market [13]. Exceptional cases are related with enforcing certain rules on ground handling operations. In addition changes to the EU directive have made the process of liberalization in ground handling operations even more difficult [22]. Because of this increasing competitive pressure, employees in the ramp area of ground handling services have had to rethink their strategies and structures as well as their working principles to achieve long term competitive advantage [37].

As seen other areas in civil aviation sector, ramp services system approach needs to be more competitive, market oriented and customer focused [23]. For this reason, it is very important for ground handling companies to develop their ability for evaluate their own performance according to their competitors [14]. To achieve this development,

appropriate approaches should be used to allow for a holistic analysis of performance measurement, productivity and efficiency measures [16, 4]. In these approaches measurement system for performance use (PMS) does not answer question of "what are our competitors doing?" which is one of the most basic questions [4]. Benchmarking is considered to be a suitable tool that must be combined with performance measurement to identify best practice solutions across the industry [26]. Performance gaps create a fundamental understanding of not only targeting radical changes but also aiming to provide both continuous improvement and long term competitive advantage.

Benchmarking is criticized for being limited but it helps to exchange information in parallel with other businesses [15]. Nonetheless, taking the first step in positioning businesses under strategic grounds is linked for setting a firm's competitive position and taking the foundations to achieve sustainable competitive advantage [17]. Within this context performance measurement system (PMS) is described as an integrative approach that serves as a source of information for benchmarking activities. Nevertheless, such a system has not yet been developed for the ramp services process. For this reason, the research objectives of this article are twofold: The first objective is to develop a PMS sufficient to analyze productivity and efficiency of ramp services operations. The second objective is to test applicability of PMS developed to perform a comparison.

## **2. Theoric Method - Performance Measurement System Required for Effective Use of Ramp Services**

Although it is claimed that a PMS is required, how to adapt an undetermined strategy and implement such a system in order to increase the efficiency of ramp services. Scope of ramp services are classified; logistics services as passenger, crew, baggage, freight and postal transportation as well as loading and unloading of aircraft among terminal buildings of aircrafts. This service is provided by a third-party location operator, airline (self-processing) or an airport ramp services unit [32]. In this research, the role of integrated ramp service in airports is emphasized.

Today's airport performance measurement approaches deal with airports as a whole organization, not with ramp services in particular [26]. In the context of airports; numerous studies have been conducted focusing on financial, qualitative, political or ecological perspectives and most researches have focused on financial performance indicators [45, 58, 17, 35, 13, 19, 39] or quality based performance measures [53, 54, 30, 29, 16, 18]. Some researchers follow a combination of economic and qualitative perspectives [7, 21, 74]. However, analysis of ecological effects such as noise or exhaust emissions at airports is also important [12, 15], in direction of liberalization from current research subjects [8, 57]. Under current research, researchers have the opinion that there is no fully developed PMS that can be implemented in context of ramp services management. Therefore, the next section provides the necessary conceptual background of PMS's.

### **3. Findings and Discussions - Conceptual Background**

Performance measurement is a process that often discussed but rarely defined [2]. While performance can be observed in variety of ways, a measurement method must be available to assess performance. Particularly the distinction must be made between concepts of logistics, productivity and efficiency [33, 2, 14]. Efficiency is a measure of how much the customer's needs are met and productivity is how much the company's resources are used economically by providing a certain level of customer satisfaction [36, 2]. That is why we support the decision making process of the company by assessing main objective effectiveness and efficiency of performance measurement [44] and providing reliable information about performance measurement [41]. For this reason, strategies called performance measures can be arranged with a PMS system to measure the efficiency and productivity of company's actions [2]. In this research in order to get an overview of the interpretation of holistic performance related with measurement table 1 shows; design, measurement and implementation of a three stage performance measurement process (developed by Bredrup in 1995) [28].

#### **3.1. Targets and values which are related to the performance of the Ground Operation as Design Phase**

Selected performance indicators must be added to a valid, robust and integrated system and only have different metrics [10, 14]. For example, financial performance reflects not only the development process but also the conclusion [43]. Focusing too much on financial or cost oriented systems can be seen as inadequate as it neglects the ongoing analysis to manage a logistics service provider. Therefore, it is very important to continue the process analysis of the logistics phase successfully [76]. Logistics performance is seen as a subset of company or organizational performance in the general past approach [24]. However, this is not sufficient to measure the logistical performance of logistics service providers (for example, ramp services operator). Because logistics services are seen as the main function of these organizations, there is a need for a stronger logistics and organizational efficiency relationship to be reflected in PMS for these organizations.

Ramp services is one of the most important activity definitions for the continuous execution of ground handling management. Because service demand requires to be realized instantaneously, customers (such as airline) or customer's products (such as luggage, mail and Cargo) must be integrated into service process. This configurable process is called airline and customer integration because production and consumption occur simultaneously in the literature [55, 77]. For this reason, these strategies need to be taken into account when designing a PMS for effective use of ramp services. Based on these strategies, more transaction and value chain oriented performance is absolutely needed. Linking to measurement approaches that take into account strategically well planned processes affects the company's development process positively [34, 2, 42]. As the development progresses positively, the PMS process for ramp services management includes performance parameters [input, process, output and result] structured with its own dimensions along the basic logistics value chain [48].

The loading and unloading of freights in ramp services is done according to service process system [55]. For this reason while PMS is designed for using of ramp services, the service process needs to be accounted for. More service and value chain oriented performances are needed with service process participation in account. Strategically the most important processes need to be applied to measurement approaches that add value to account and link with company activity [34, 5, 42]. For this reason, the PMS process for ramp services management includes performance [input, process, output and result] criterias that is structured with its own dimensions in basic logistics value chain process [48]. It seems that the start and finish process of ramp services [55, 13] is closely related to process of service [46, 6]. While the processes and outputs from dimensions that make up input process represent efficiency with result size more generally for describing efficiency of the ramp services organization. Several concepts have been used to achieve the goal of structuring PMS throughout previously established logistics value chain and there are many accepted definitions for PMS's available in the literature [40, 52].

One of the reasons for selecting Balanced Scorecard (BSC) practice associated with PMS process is to identify the single performance indicator used to reflect organization's internal value chain with cause and effect relationship [64]. BSC also offers a multi dimensional study of measured performance. BSC varies depending on the performance indicators of company's past and future critical success factors by taking into account processes under financial details [38]. BSC evaluate; customer, business process, learning and growth with financial perspective [64, 67]. The system used in this study to meet the demand for a PMS that reflects the logistics value chain examines the perspectives of the BSC according to cause and effect relationships under value chain benchmark.

Learning and growth perspectives focus on inputs and ensure that key operations represent staff and infrastructure of the company for continue. This perspective concerns with suppliers (individuals who perform certain pre determined actions). In the business process perspective, transformation process helps to define actions required to

determine desired outcome for customer and company related with concentrate on output. From a customer perspective, the financial or fiscal perspective concentrates on outputs that are then used to evaluate [41]. This combination of BSC perspectives and service value chain dimensions is shown table 1 [input to output] in the design phase. Designed for effective use of ramp services in PMS system, this structure also fulfills need to direct more processes in airport surveys [26, 25, 4]. This model which was designed for detailed development of PMS process during ramp services, has been devised by Kaplan and Norton [14, 67].

In this model, it is aimed that the mission, vision and strategies of corporate units are transparent and understandable for everyone [65, 63]. In BSC model, the processes such as indicators in cockpit of an aircraft is intended to precisely manage process under complex information by managers [64].

The following transactions explain steps in this process [64]:

- 1) Strategies in all units of corporate enterprises are clearly defined.
- 2) Strategic sub-targets have been identified for each BSC phase.
- 3) Sub targets are converted into performance metrics and included in the process of logistics value chain.

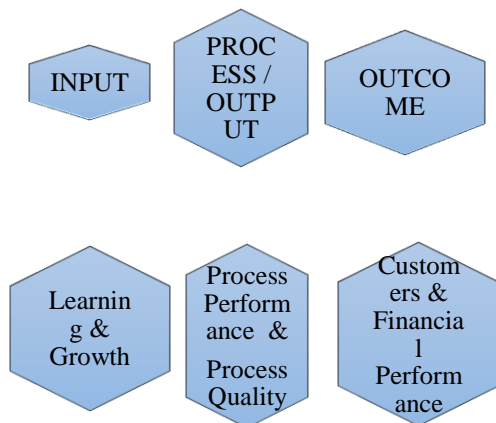
The first step is to plan negotiations that will be carried out in line with strategic priorities of companies so as to positively influence the working process [47, 62]. The second step is to divide corporate strategy into sub targets for each BSC perspective. In the third step, the aim is to make results operationally obtainable [15, 17, 67]. Thus, BSC can bring the system to a better analysis by integrating operational strategies into company's job description [62, 16] and assessing cause and effect relationship [61, 66]. In this article, processes in BSC system are evaluated in terms of input, process / output and result dimensions. This evaluation is aimed at obtaining process oriented PMS requirements.

### 3.2. Targets and values which are related to the performance of the Ground Operation as Measurement and Implementation Phases

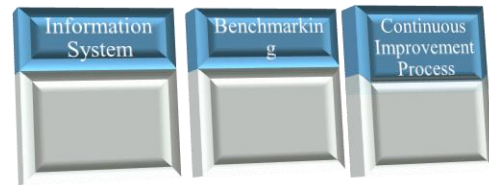
The measurement of overall performance period is carried out in order to make an advanced comparison for PMS. Thus, it will be easier to improve ground handling management process in central airports across European Continent where civil aviation is the most active outside the United States of America. The conversion of performance measurement into a benchmarking exercise to facilitate this improvement is due to the fact that using a single PMS alone does not provide enough information about company's ultimate competitive performance [3]. For this reason, comparisons can be seen as an indispensable part of performance measurement. As a result of the application of PMS process prepared in line with measurable performance that can be obtained by comparison made, ground handling process can be successfully managed in many airports especially in European Continent [56].

To Show the relevant PMS application:

**Table 1.** Performance measurement application [72]



DESIGN	MEASUREMENT	IMPLEMENTATION
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification of Strategic Goals</li> <li>• Development of the Performance Measurement System</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification of Improvement Potentials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of Improvement Actions</li> <li>• Reporting</li> <li>• Incentivisation</li> </ul>



### 4. Conclusion

In the airports ground handling management which constitute a major part of civil aviation sector is necessary to adopt performance measurement system (PMS) and balanced scorecard (BSC) method. To perform airport strategies in a planned way, these methods are significant in order to reduce delays in ramp services field and to plan the processes more effectively. BSC concept is shown in table 1 and PMS system is concerned with the most effective planning of design, measurement and application phases in the context of conceptual background concept in this table. With a well analyzed PMS application, ramp handling process in ground handling management can be managed in a more planned approach and costs will be reduced by this way. The equipment used in the process of ground handling management is quite expensive and depreciation is also decreasing over time. For this reason, a well planned PMS system can also adopt a control oriented approach for airport's ground handling management with cost and funding process.

### Acknowledgement

In ground handling management related with the ramp services; performance measurement system and balances scorecard methods are significant for examine. Because of this I am lucky for finding enough information from the researchers to write this research article.

### References

- [1] Air Transport Association, "ATA Economic Report 2006", Air Transport Association of America, Washington, DC., 2006.
- [2] A. Neely, J. Mills, K. Platts, M. Gregory, and H. Richards, "Performance measurement design: Should process based approaches be adopted?", International Journal of Production Economics, 46-47, 423-431, 1996.

- [3] A. Neely, J. Gregory, and K. Platts, "Performance measurement system design: A literature review and research agenda", *International Journal of Operations and Production Management*, 15(4), 80-116, 1995.
- [4] A. Neely, J. Mills, K. Platts, R. Huw, M. Gregory, M. Bourne, and M. Kennerley, "Performance measurement system design: Developing and testing a process-based approach", *International Journal of Operations and Production Management*, 20(10), 1119-1145, 2000.
- [5] A. Schwolgin, "Stand und Entwicklungsperspektiven des Controllings von Logistikdienstleistern. In: Schneider, C. (Ed.)", *Controlling für Logistikdienstleister: Konzepte, Instrumente, Anwendungsbeispiele, Trends*. Deutscher Verkehrsverlag, Hamburg, 17-50, 2004.
- [6] A. Stainer, "Logistics: A productivity and performance perspective", *Supply Chain Management*, 2(2), 53-62, 1997.
- [7] ATRS, "Airport Benchmarking Report. Air Transport Research Society", University of British Columbia, Vancouver, 2003.
- [8] B. Graham, and C. Guyer, "Environmental sustainability, airport capacity and European air transport liberalization: Irreconcilable goals?", *Journal of Transport Geography*, 7, 165-180, 1999.
- [9] C. Bernabai, "Airports: An integral part of the air traffic management system", *Air and Space Europe*. 3(1/2), 25-27, 2001.
- [10] C. Caplice, and Y. Sheffi, "A review and evaluation of logistics metrics", *The International Journal of Logistics Management*, 5(2), 11-28, 1994.
- [11] C. Gonnord, and F. Lawson, "Airports: A precious resource of the aviation network", *Air and Space Europe*, 2(5), 33-39, 2000.
- [12] Civil Aviation Authority, "The use of benchmarking in airport reviews", Civil Aviation Authority, London, 2000.
- [13] C. Murillo-Melchor, "An analysis of technical efficiency and productivity changes in Spanish airports using the malmquist index", *International Journal of Transport Economics*, 26(2), 271-292, 1999.
- [14] C. Rafele, "Logistic service measurement: a reference framework", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(3), 280-290, 2004.
- [15] C. Templin, "Deregulation of ground handling on six European airports", Paper presented at the German Aviation Research Society Workshop, Bremen, 2005.
- [16] C. Tyler, "Pleasing the passenger", *Airport World*, 5(3), 19-22, 2000.
- [17] D. Gillen, and A. Lall, "Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis", Paper presented at the Aviation Transport Research Group Conference, Vancouver, 1997.
- [18] C.-H. Yeh, and Y.-L. Kuo, "Evaluating passenger services of Asia-Pacific international airports", *Transportation Research E*, 39, 35-48, 2003.
- [19] D. Parker, "The performance of BAA before and after privatization. *Journal of Transport Economics and Policy*", 33, 133-145, 1999.
- [20] D. Wyld, M. Jones, and J. Totten, "Where is my suitcase?, RFID and airline customer service", *Marketing Intelligence and Planning*, 23(4), 382-394, 2005.
- [21] E. Pels, P. Nijkamp, and P. Rietveld, "Inefficiency and scale economics of European airport operations. *Transportation Research Part E*", 39, 341-361, 2003.
- [22] European Commission, "Ground handling market at community airports [revision on the directive 96/67/EC]", 2003, [http://ec.europa.eu/transport/air\\_portal/consultation/2003\\_06\\_01\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/air_portal/consultation/2003_06_01_en.htm), Date of Access 21.02.2018.
- [23] F. Chan, H. Chan, H. , Lau, and R. Ip, "An AHP approach in benchmarking logistics performance of postal industry", *Benchmarking: An International Journal*. 13(6), 636-661, 2006.
- [24] G. Chow, T. Heaver, and L. Henriksson, "Logistics performance: Definition and

- measurement systems”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(1), 17-28, 1994.
- [25] G. Francis, I. Humphreys, and J. Fry, “An international survey of the nature and prevalence of quality management systems in airports”, *TQM and Business Excellence*, 14(7), 819-829, 2003.
- [26] G. Francis, I. Humphreys, and J. Fry, “The benchmarking of airport performance”, *Journal of Air Transport Management*, 8(4), 239-247, 2002.
- [27] G. Francis, , I. Humphreys, and J. Fry, “The nature and prevalence of the use of performance measurement techniques by airlines”, *Journal of Air Transport Management*, 11(4), 207-217, 2005.
- [28] H. Bredrup, “Background for performance management. In: Rolstadas, A. (Ed.), *Performance Management: A Business Process Benchmarking Approach*”, Chapman & Hall, London, 61-87, 1995.
- [29] H. Hegendorfer, and C. Tyler, “Who’s top in passenger satisfaction”, *Airport World*, 4(3), 39-41, 1999.
- [30] H. Hegendorfer, and P. Morris, “Competition hots up for top airport ratings”, *Airport World*, 5(3), 26-29, 2000.
- [31] J. Fuhr, “Deregulation of European ramp handling market: Lessons to be learned from an institutional perspective?”, Working Paper, Center for Network Industries and Infrastructure CNI, Berlin, 2006.
- [32] J. Fuhr, and T. Beckers, “Vertical governance between airlines and airports: A transaction cost analysis”, *Review of Network Economics*, 5(4), 386-412, 2006.
- [33] J. Glaeson, and D. Barnum, “Toward valid measures of public sector productivity: Performance measures in urban transit”, *Management Science*, 28(4), 379-386, 1986.
- [34] J. Leyk, and J. Kopp, “Unternehmensplanung bei Logistikdienstleistern mit Advanced Budgeting. In: Schneider, C. (Ed.)”, *Controlling für Logistikdienstleister: Konzepte, Instrumente, Anwendungsbeispiele*, Trends, Deutscher Verkehrsverlag, Hamburg, 361-377, 2004.
- [35] J. Martin, and C. Roman, “An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization”, *Journal of Air Transport Management*, 7(3), 149-157, 2001.
- [36] J. Mentzer, and B. Konrad, “An efficiency/effectiveness approach to logistics performance analysis”, *Journal of Business Logistics*, 12(1), 33-61, 1991.
- [37] J. Müller, V. Kamp, and H. Niemeier, “Can we learn from benchmarking studies of airports and where do we want to go from here?”, Paper presented at the German Aviation Research Society Workshop on Benchmarking, Wien, 2005.
- [38] J. Sandström, and J. Toivanen, “The problem of managing product development engineers: Can the balanced scorecard be an answer?”, *International Journal of Production Economics*, 78, 79-90, 2002.
- [39] J. Sarkis, “An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States”, *Journal of Operations Management*, 18, 335-351, 2000.
- [40] J. Schmitz, and K. Platts, “Supplier performance measurement: Indications from a study in the automotive industry”, *International Journal of Production Economics*, 89, 231-243, 2004.
- [41] J. Ukko, J. Tenhunen, and H. Rantanen, “Performance measurement impacts on management and leadership: Perspectives of management and employees”, *International Journal of Production Economics*, 110, 39-51, 2007.
- [42] J. Wahler, and J. Cox, “Competitive factors and performance measurement: Applying the theory of constraints to meet customer needs”, *International Journal of Production Economics*, 37, 229-240, 1994.
- [43] K. Hafeez, Y. Zhang, and N. Malak, “Determining key capabilities of a firm using analytic hierarchy process”, *International Journal of Production Economics*, 76, 39-51, 2002.

- [44] K.-H. Lai, E. Ngai, and T. Cheng, “An empirical study of supply chain performance in transport logistics”, *International Journal of Production Economics*, 87, 312-331, 2004.
- [45] M. Abbott and S. Wu, “Total factor productivity and efficiency of Australian airports”, *The Australian Economic Review*, 35(3), 244-260, 2002.
- [46] M. Balle’, “The Business Process Re-engineering Action Kit”, Kogan Page, London, 1995.
- [47] M. Bourne, J. Mills, M. Wilcox, A. Neely, and K. Platts, “Designing, implementing and updating performance measurement systems”, *International Journal of Operations and Production Management*, 20(7), 754-771, 2000.
- [48] M. Brown, “Keeping Score: Using the Right Metrics to Drive World Class Performance”, Productivity Press, New York, 1996.
- [49] M. Garvens, “The airport of the future against backdrop of dramatic changes in the aviation sector. In: Delfmann, W., Baum, H., Auerbach, S., Albers, S. (Eds.)”, *Strategic Management in the Aviation Industry*, Ashgate, Aldershot, 2005.
- [50] M.J. Gregory, “Integrated performance measurement: A review of current practice and emerging trends”, *International Journal of Production Economics*, 30-31, 281-296, 1993.
- [51] M. Kennerley, and A. Neely, “A framework of the factors affecting the evolution of performance measurement systems”, *International Journal of Operations and Production Management*, 22(11), 1222-1245, 2002.
- [52] M. Smith, and D. Smith, “Implementing strategically aligned performance measurement in small firms”, *International Journal of Production Economics*, 106, 393-408, 2007.
- [53] N. Adler, and J. Berechman, “Measuring airport quality from the airlines viewpoint: An application of data envelopment analysis”, *Transport Policy*, 8, 171-181, 2001.
- [54] N. Ashford, M. Stanton, and C. Moore, “Airport Operations”, Wiley, New York, 1995.
- [55] P. Hill, “Tangibles, intangibles and services: A new taxonomy for the classification of output”, *Canadian Journal of Economics*, 32(2), 426-446, 1999.
- [56] P. Lawson, “Performance management: An overview. In: Walters, M. (Ed.)”, *The Performance Management Handbook*, Institute of Personnel & Development, London. 1-13, 1995.
- [57] P. Upham, and J. Mills, “Environmental and operational sustainability of airports: Core indicators and stakeholder communication”, *Benchmarking: An International Journal*, 12(2), 166-179, 2005.
- [58] R. Doganis, A. Graham, and A. Lobbenberg, “The economic performance of European airports (No. 3). Department of Air Transport Research”, Cranfield University, Bedford, UK., 1995.
- [59] R. Doganis, “Flying off Course: The Economics of International Airlines”, Routledge, London, 2002.
- [60] R. Doganis, “The Airline Business in the Twenty-First Century”, Routledge, London, 2001.
- [61] R. Kaplan, and D. Norton, “Linking the balanced scorecard to strategy”, *California Management Review*, 39(1), 53-79, 1996b.
- [62] R. Kaplan, and D. Norton, “Putting the balanced scorecard to work”, *Harvard Business Review*, 71(5), 134-147, 1993.
- [63] R. Kaplan, and D. Norton, “Strategic learning and balanced scorecard”, *Strategy and Leadership*, 24(5), 18-24, 1996c.
- [64] R. Kaplan, and D. Norton, “The balanced scorecard: Measures that drive performance”, *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79, 1992.
- [65] R. Kaplan, and D. Norton, “The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action”, Harvard Business School Press, Boston, MA, 1996a.
- [66] R. Kaplan, and D. Norton, “Transforming the balanced scorecard from performance



- measurement to strategic management: part I”, *Accounting Horizons*, 15(1), 87-104, 2001.
- [67] R. Kaplan, and D. Norton, “Using the balanced scorecard as a strategic management system”, *Harvard Business Review*, 74(1), 75-85, 1996d.
- [68] R. McIvor, “Outsourcing: Insights from the telecommunications Industry”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 8(4), 380-394, 2003.
- [69] S. Albers, B. Koch, and C. Ruff, “Strategic alliances between airlines and airports”, *Journal of Air Transport Management*. 11(2), 49-58, 2005.
- [70] SAS, “The SAS Group’s Annual Report and Sustainability Report”, *Scandinavian Airlines*, Stockholm, 2005.
- [71] SH&E, “Study on the quality. London”: SH&E, 2002.
- [72] S. Schmidberger, L. Bals, E. Hartmann, and C. Jahns, “Ground handling services at European hub airports: Development of a performance measurement system for benchmarking”, *International Journal of Production Economics*, 117, 104-116, 2009.
- [73] T. Oum, C. Yu, and X. Fu, “A comparative analysis of productivity performance of the world’s major airports: Summary report of the ATRS global airport benchmarking research report-2002”, *Journal of Air Transport Management*, 9(5), 285-297, 2003.
- [74] TRL, “Airport performance indicators”, *Research Report, Transport Research Laboratory*, Wokingham, 2003.
- [75] T. Soames, “Ground handling liberalization”, *Journal of Air Transport Management*, 3(2), 83-94, 1997.
- [76] T. Wegelius-Lehtonen, “Performance measurement in construction logistics”, *International Journal of Production Economics*, 69, 107-116, 2001.



Geliş/Received : 16.05.2018 & Kabul/Accepted : 25.06.2018 & Yayınlanma/Published (online) : 26.06.2108

## Hava Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme Ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması

Yunus AYDIN<sup>1</sup>, Tamer EREN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> TÜBİTAK/SAGE, Pk. 16 Mamak 06261 Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE

### Özet

Tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi tartışmasız bir organizasyonun başarısı için en kritik fonksiyonlardan biridir. Tedarikçi seçimlerini doğru yapan işletmeler pek çok alanda tasarruf sağlayıp, pazarda rekabet avantajı da elde etmektedirler. Doğru tedarikçi seçimi farklı firmalar için farklı anlamlar ifade edebilmekte, seçim yaparken kimi zaman sadece tek bir amaca yoğunlaşan işletmeler kimi zaman da birden çok amacı aynı anda eniyilemek istemektedirler. Bu çalışma, savunma sektöründe etkili tedarikçi seçimi ve sipariş verme süreçlerini mümkün kılan karar desteği için melez bir değerlendirme yaklaşımını sunmaktadır. Çalışmadaki entegre değerlendirme yöntemi bulanık AHP ve hedef programlama yaklaşımlarından oluşan iki aşamayı içermektedir. Tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi hem nitel hem de nicel faktörleri içeren çok kriterli bir karar problemidir. Bundan dolayı çalışmada kalite, maliyet, tedarik süresi, insan gücü ve teknoloji kriterlerinin ağırlıklarını değerlendirmek için ilk olarak bulanık AHP yöntemi altında üçgen bulanık sayılarla ifade edilen dilsel değişkenler belirlenir. Daha sonra, bulanık küme teorisine dayalı bir hiyerarşi model kurularak ağırlıklar hesaplanmış olur. İkinci kısımda yani sırlamanın belirlenmesinde ise, kapasite kısıtı, üretim maliyet kısıtı, kaynağında kalite kontrol kısıtı, teslim süresi kısıtı, fire oranı kısıtı ve bulanık AHP öncelikleri kısıtlamaları ile oluşturulmuş bir hedef programlama modeli oluşturulur. Bulanık AHP’de elde edilen ağırlıklar hedef programlamada kısıt ve hedef olarak iki ayrı şekilde çözümlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Savunma Sanayi, Tedarikçi Seçimi Problemi, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Hedef Programlama

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Doç. Dr. Tamer EREN  
[tamereren@gmail.com](mailto:tamereren@gmail.com)

Alıntı/Citation : Aydın Y., Eren T. (2018). Hava Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme Ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. Journal of Aviation, 2 (1), 10-. DOI: 10.30518/jav.424231

## Multi Criteria Decision Making and Goal Programming Methods Using Fuzzy Logic in The Selection of Supplier in Air Defense Industries

### Abstract

Supplier selection and evaluation is one of the most critical functions for an organization's success unequivocally. Businesses working with the appropriate suppliers pass on huge savings in many expense items and getting a competitive edge on the market. Selection of the most suitable supplier can mean different meanings for the firms. In other words, while some firms concentrate to a single objective for the supplier selection problem, some may aim to optimize the multiple objectives simultaneously. This study presents a hybrid assessment approach for decision support, which enables efficient supplier selection and ordering processes in the defense sector. The integrated evaluation methodology in the study includes two phases, which are fuzzy AHP and goal programming approaches. Supplier evaluation and selection is a multi-criteria decision-making problem involving both qualitative and quantitative factors. Therefore, in order to evaluate the weights of quality, cost, duration of supply, human power and technology criteria, linguistic variables expressed by triangular fuzzy numbers are determined under the fuzzy AHP method in the first phase. Then, a hierarchical model based on the fuzzy set theory is established and weights are calculated. For determination of suppliers ranking which is the second phase, a goal programming model is proposed with the capacity constraints, production cost constraints, resource quality constraints, delivery time constraints, fire rate constraints, and fuzzy AHP prioritization constraints.

**Keywords:** Defense Industry, Supplier Selection Problem, Fuzzy AHP, Goal Programming

### 1. Giriş

Tedarikçi seçimi, kalite, maliyet, teslimat, güvenilirlik vb. gibi birden fazla birbiriyle çelişen kriteri değerlendirmeyi gerektirir. Ayrıca, karar vericinin seçebileceği birden fazla alternatif olduğu da göz önüne alındığında, tedarikçi seçim kararı çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınabilir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde birçok tedarikçi seçim modelinin geliştirilmiş olduğu görülmektedir [1]. Bu kapsamda tedarikçi seçimi işletmelerin ihtiyaç duymuş oldukları ürün veya hizmetin kimden, ne kadar ve nasıl alınacağı konularının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Yapılacak olan işe uygun tedarikçilerin seçilmesi işletmeler açısından kalite, maliyet ve pazarda rekabet sağlamak adına önemli bir yere sahiptir.

Çalışmada kullanılan bulanık analitik hiyerarşi prosesi (BAHP) yöntemi bütün ölçütler için en iyi olanı belirleyen, sözel belirsizliği sayısal verilere dönüştüren ve en iyi alternatifi bu sayısal veriler ışığında belirleyen bir yaklaşımdır [2]. BAHP yönteminde ilk olarak üçgen bulanık sayılarla ifade

edilen dilsel değişkenler belirlenir. Sonrasında bulanık küme teoresine göre ilgili hesaplamalar yapılır ve sonuca gidilir. Çalışmada kullanılan diğer bir yöntem olan Hedef Programlama (HP) ise günümüzde yaygın olarak kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Hedef Programlamanın amacı birbiri ile çelişen çok sayıdaki hedefin arasından uygun sonuçlara ulaşabilmeyi sağlamaktır.

Bu çalışmada ülkemizin önde gelen AR-GE kurumlarından olan TS firmasında üzerinde çalışılmakta olan füze sistemleri için mekanik bileşenlerin üretimi söz konusudur. Bu kapsamda bu bileşenlerin üretimi için tedarikçi seçim çalışmasının yapılması hedeflenmektedir. Yapılacak olan bu seçimin belirli kriterler altında yapılarak nihai sonuca ulaşılması beklenmektedir. Bu kriterler; kalite, maliyet, tedarik süresi, insan gücü ve teknoloji kriterleridir. Problemin çözülmesi için BAHP ve Hedef Programlama algoritmaları bir arada kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, tedarikçi seçim problemi ile ilgili literatürdeki çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde, tedarikçi seçim problemi ile ilgili tanımlar, en sık kullanılan kriterler hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, problemin çözümünde kullanılacak olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan BAHP yöntemi anlatılmış ve bulanık mantık hakkında kısa bir bilgi verilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde, problemin çözümünde kullanılacak olan hedef programlama yöntemi ilgili parametreleri ile anlatılmıştır. Çalışmanın altıncı bölümünde, buraya kadar anlatılan yöntemler kullanılarak gerçek bir problemin uygulama kısmı anlatılmıştır. Problemin tanıtılması, verilerin toplanması, alternatiflerin belirlenmesi, kriterlerin belirlenmesi ve gerçek bir problem çözümü sunulmuştur. Çalışmanın son bölümü olan yedinci bölümünde, yapılan bu çalışmaların sonuçları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

## 2. Literatürde Yapılan Çalışmalar

Tedarikçi seçimi ile ilgili literatürde yapılan bazı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir;

Schniederjans vd. [3] bu makalede, ev seçimi karar sürecine yardımcı olacak bir model sunulmaktadır. Özellikle bu yazı, mülkiyet özelliklerini değerlendirmek ve en uygun evi seçme kararı vermek için Analitik Hiyerarşi Süreci'ni kullanan bir Hedef Programlama modeli sunmaktadır. Ghodsypour ve O'Brien [4], bu makalede, analitik bir hiyerarşi sürecinin ve doğrusal programlamanın bütünleştirilmesi, en iyi tedarikçilerin seçiminde hem maddi hem de maddi olmayan faktörleri göz önünde bulundurmamak ve aralarındaki optimum sipariş miktarlarını satın alma toplamının maksimuma çıkacağı şekilde yerleştirilmesi önerilmektedir. Badri [5], uluslararası bir ortamda konum tahsisi sorununun çoklu ve çakışan nesnel doğasını kabul eden bu makale, konum tahsisi kararları vermede yardımcı olarak Analitik Hiyerarşi Süreci ve çok amaçlı hedef programlama metodolojisini kullanmayı önermektedir. Dağdeviren ve Eren [6], tedarikçi seçiminde AHP ve Hedef Programlama yöntemlerinin birlikte kullanılması araştırılmıştır.

Kağnıcıoğlu [7], bu çalışmada, hedef programlama ve bulanık hedef programlama tanıtıldıktan sonra hem sayısal bir örnek model hem de ana üretim planlaması ile ilgili bir örnek model hedef programlama ve bulanık hedef programlama ile çözümlenmiştir. Reddy vd. [8], bu makalede, yazılım mimarisi seçimi için AHP ve Hedef programlamanın bütünsel bir yaklaşımı olarak adlandırılan çok amaçlı fonksiyonlarla başa çıkmak için bir çerçeve çalışması önerilmektedir. Öztürk vd. [9], bu çalışmada, işletmelerin karar problemlerinde karar vericiler tarafından yapılan sözel değerlendirmelerde yer alan belirsizliği ele alabilmek için BAHP ve Bulanık TOPSIS (BTOPSIS) yöntemleri önerilmiştir. Girginer ve Kaygısız [10], bu çalışmada; ele alınan bir üniversitede gerek akademisyenlerin akademik çalışmalarında gerekse eğitimde kullanılacak olan en uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve 0-1 Hedef Programlama (HP) yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Aktepe ve Ersöz [11], tedarikçi seçimi için bir BAHP modeli ve bir vaka çalışması yapmışlardır. Kazançoğlu ve Ada [12], bu çalışmada BAHP ile perakende sektöründe tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır. Karpak vd. [13], bu çalışmada, görsel etkileşimli hedef programlama ile tedarikçi seçim çalışması yapılmıştır. [1] bu çalışmada, makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Doğru tedarikçi seçimi için birçok nitel ve nicel kriterin birlikte dikkate alınması gerektiğinden, tedarikçi seçimi için çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE yöntemleri bütünleşik bir şekilde uygulanmıştır. Junior vd. [14], bu çalışmada, BAHP ve BTOPSIS yöntemlerinin tedarikçi seçimi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Karimi ve Rezaeinia [15], tedarikçi seçimi, bu makalede incelenen karar verme açısından çok önemli kriterlerden biridir. Bu araştırma, hedef programlamadaki farklı pozisyonları göz önüne alan çok parçalı hedef programlama formülasyonu uygular. Kannan vd. [16], çalışmalarında Brezilya'da bir elektronik firması için BTOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır. Özder vd. [17], bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Problemi çözmek için

hedef programlama tekniği kullanılmıştır. Kar [18], çalışmada tedarikçi seçim problemi için bulanık küme teorisi, AHP ve yapay sinir ağları metotlarından oluşan melez bir yöntem önermişlerdir. Jadidi vd. [19], bu çalışmada, yeni birçok seçeneikli hedef programlama (MCGP) yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen modelin en önemli avantajlarından biri, karar vericilere tercihleri üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmasını sağlamak ve örnekleyici bir örnek ile önerilen modelin etkinliğini göstermektir. Sivrikaya [20], bu çalışmada, tekstil endüstrisinde etkili bir tedarikçi seçimi ve sipariş verme süreci sağlayan karar destek için entegre bir değerlendirme yaklaşımı sunulmaktadır. Galankashi vd. [21], çalışmalarında otomotiv sektöründe tedarikçileri değerlendirme ve seçmek için BAHF modeli önerilmiştir. Özder ve Eren [22], bu çalışmada, otomotiv üretiminde faaliyet gösteren tedarikçi seçimi sorunu tartışılmıştır. Sorunu çözmek için öncelikli hedef programlama kullanılmış ve ideal çözüm noktalarını belirlemek için ise TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Tavana vd. [23], çalışmalarında yöneticilere tedarikçilerin değerlendirme sürecinde yardımcı olması için melez bir uyarlamalı sinir bulanık çıkarım sistemi -Yapay Sinir Ağı modeli önerilmiştir. AHP aracılığıyla veri setini topladıktan sonra, tedarikçilerin performansı üzerindeki etkili kriterler uyarlamalı sinir bulanık çıkarım sistemi tarafından belirlenir. Ardından, tedarikçilerin performansını en etkili ölçütlere dayalı olarak öngörmek ve derecelendirmek için Çok Katmanlı Algılayıcı kullanılır. Ayrıca örnek bir vaka çalışması yapılmıştır. Aydın ve Eren [24], çalışmalarında savunma sanayinde geliştirilmekte olan füze sistemlerinde kullanılan mekanik parçaların üretimi için seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçiyi belirleyen hibrit bir yöntem (BAHF-HP) üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, tedarik süresi, insan gücü ve teknoloji kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır. Aydın ve Eren [25], çalışmalarında savunma sanayinde geliştirilmekte olan füze sistemleri için kritik ham malzeme sınıfında olan parçaların üretimi için en iyi tedarikçinin seçilmesi amacıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçiyi belirleyen bir BAHF-BTOPSIS melez yöntemi üzerinde durulmuş; kalite, fiyat uygunluğu, teslim süresi, uygun makine ve

yaşanılmış tecrübe kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır. Aydın ve Eren [26], çalışmalarında savunma sanayinde kritik bir alt bileşen için en iyi tedarikçinin seçilmesi amacıyla, seçilen kriterlere göre en iyi tedarikçi belirleyen bir AHP-TOPSIS melez yöntemi üzerinde durulmuş; kalite, maliyet, teslimat, makina parkuru, kalifiye işçilik ve teknik yeterlilik kriterleri doğrultusunda bir seçim yapılmaya çalışılmıştır.

Yapılan bu çalışmada literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak gerçek bir problem incelenmiş, işletme bünyesinde manuel olarak sürdürülmekte olan tedarikçi seçim çalışmaları bilimsel bir çalışma altında yapılacağına bilinci uyandırılmış olup gerekli alt yapı çalışmalarının oluşturulmasına müteakip çok kriterli karar verme yöntemleri ile daha sistemli bir şekilde yapılacağı vurgulanmıştır.

### 3. Tedarikçi Seçim Problemi

Tedarikçi seçimi, firmaların tedarikçileri tanımlama, değerlendirme ve sözleşme yapma sürecidir. Tedarikçi seçim süreci, bir firmanın finansal kaynaklarının muazzam miktarda dağılımını sağlar. Buna karşılık, firmalar, yüksek değer sunan tedarikçilerle sözleşme yapmaktan önemli fayda beklerler [27].

Tedarikçiler her zaman bir şirketin yönetim politikasının ayrılmaz bir parçası olmuştur; Bununla birlikte, şirketler ve tedarikçileri arasındaki ilişki geleneksel olarak uzak olmuştur. Günümüzde tam zamanında üretim (TZÜ) ve katma değer odaklı küresel ekonomide, bu tuhaf ilişkiyi, iş birliği ve kesintisiz entegrasyondan birine dönüştürmek kaçınılmaz hale gelmiş bulunmaktadır. TZÜ, satıcının belirli bir sürede malzemenin kesin talep edilen miktarını istenilen kalite, maliyet ve zamanında üretmesini ve teslim etmesini gerektirir. Dolayısıyla tedarikçinin performansı bir şirketin başarısı veya başarısızlığının önemli bir unsuru haline gelir. Düşük maliyetli, yüksek kalite, esneklik ve hızlı tepki hedeflerine ulaşmak için şirketler giderek daha iyi tedarikçi seçimi yaklaşımlarını düşünmektedir [28].

Bu yaklaşımlar, paylaşım masrafları, faydaları, uzmanlık alanlarında iş birliği yapmayı ve karşılıklı olarak tedarik, tedarikçi ve uzun vadeli ortaklıklar

oluşturan birbirinin güçlü ve zayıf yönlerini anlamaya çalışmaktadır [29].

Bununla birlikte, bu ortaklıkları geliştirmek çok fazla çalışma ve sabır gerektirir. Tedarikçi seçme süreci şirket içinde farklı işlevleri (satın alma, kalite, üretim vb.) kapsadığı için hiyerarşik olarak birçok maddi ve manevi unsuru içine alan çok amaçlı bir sorundur. Somut olmayan faktörlerin değerlendirilmesi uzman değerlendirmesini gerektirir ve hiyerarşik yapı bu faktörlerin parçalanmasını ve sentezini gerektirir.

Tarihsel olarak, alıcılar ve tedarikçiler arasında genellikle karşıt bir ilişki vardır. Bununla birlikte, son birkaç yılda bu ilişkide olumlu bir değişim gözlemlenmiştir. Kısa ömürlü ürün ömrü, artan teknolojik değişim oranları ve yabancı kaynak temini gibi eğilimler, alıcılar ve tedarikçiler arasında iletişim ve iş birliğinin geliştirilmesini ve tek kaynak alımları gibi yönetim uygulamalarına etkileri geliştirmiştir. Tedarikçi seçimi genellikle uzun bir değerlendirme sürecidir. Tedarikçiler maliyet, teslimat, kalite ve hizmet gibi çeşitli kriterlere göre değerlendirilir.

Sıklıkla, bu değerlendirme kriterleri birbiriyle örtüşmeleri içerir. Örneğin, bir tedarikçi ortalama kalitesinin biraz altındaki ucuz parçaları sunabilirken, başka bir tedarikçi belirsiz teslimat ile daha kaliteli parçalar sunabilir, böylece dengeleme kurabilir. Bununla birlikte, her kriterin önemi bir satın alımdan diğerine değişir ve bazı ölçütlerin niceliksel (fiyat, kalite, vb.) olması, diğerlerinin nitel (hizmet, esneklik, vb.) olması nedeniyle daha da karmaşıktır. Bu nedenle, karar vericinin her kriterin önemine yönelik tutumunu ayarlayabilen ve hem nitel hem de nicel faktörleri içeren bir teknik gereklidir. Çoğu alıcı, maliyeti birincil kaygısı olarak görürken, yeni interaktif ve birbirine bağımlı seçim kriterleri giderek daha fazla kullanılmaktadır [30].

İşletmelerde bir satın alma bölümünün hedefi, mümkün olan en iyi müşteri hizmetleri ve desteği ile en düşük toplam maliyet, en kaliteli ürünleri ve hizmetleri zamanında sağlamak olmalıdır.

#### 4. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Bireyler, işletmeler ve/veya organizasyonlar yaşamın her alanında çok boyutlu karar problemleri

ile karşılaşmaktadır. Yöneticiler çoğu zaman, birden fazla faktörün ve birbirleriyle çatışan amaçların (kriterlerin) gerçekleştirilmek istendiği durumlarda karar vermektedirler. Çok kriterli karar verme teknikleri, birbiri ile çatışan birden fazla kriteri karşılayan olası “en iyi/uygun” çözüme ulaşmaya çalışan yaklaşım ve yöntemlerden oluşmaktadır. Karar vericiler, bu tür problemlerin üstesinden gelmede çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanarak bilimsel ve daha b aşarılı kararlar verebilirler.

Çok kriterli karar verme yaklaşımlarında belirgin sayıda ve özellikteki aday, plan, politika, strateji, hareket biçimi alternatifleri karşılaştırılarak derecelendirilir ve bunların arasından en iyisi seçilmeye çalışılır. Çok kriterli karar verme yöntemleri kriterlere ilişkin ağırlık bilgisini kullanarak, çatışan niteliklere sahip karmaşık problemlerin çözülmesini sağlarlar. İlk olarak alternatiflerin ve niteliklerin tanımlaması yapılır. Sonrasında her bir alternatifin (ayrı ayrı), her kritere göre ölçümleri elde edilir, kriterlere göre ağırlıkları atanır. Atanan kriter ağırlıkları ve alternatiflerin tek-kriterli değer ölçümleri -bir bütüncülleştirme modeli ile- bir araya getirilerek alternatiflerin bütünsel (overall) değerleri saptanır. Son olarak duyarlılık analizleri gerçekleştirilir ve sonuç önerileri ile değerlendirmeleri ortaya konulur [31].

Uygulamada yaygın olarak kullanılan yöntemlerden BAHF yöntemi ve hedef programlama yöntemleri ele alınmıştır.

##### 4.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık Lotfi Zadeh tarafından 1965 yılında literatüre kazandırılmıştır. Bulanık mantık ilkeleri belirsizliği açıklama kabiliyeti açısından üstünlüğü ile öne çıkmaktadır. Teori, matematiksel işlemleri ve programlamayı bulanık alanda uygulamaya da elverişlidir. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon ile tanımlanır. Bu üyelik dereceleri, bir bulanık küme için süreklilik arz eder [32].

Bulanık mantık, belirsizlik ve kesin olmayan gerçek problemlerin tanımlanması ve çözülmesi için kullanışlı bir tekniktir. Bulanık mantık “evet” ya da “hayır”, “doğru” ya da “yanlış” gibi klasik değişkenler yerine “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi ortalama değerleri kullanan çok değişkenli bir teoridir [33].

#### 4.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

BAHP yöntemi Zadeh [34] tarafından ortaya konulan bulanık küme teorisi yaklaşımına dayanmaktadır [34]. Bulanıklığın söz konusu olduğu durumda hiyerarşik yapıların analizi ilk olarak karar vericilerin ikili karşılaştırmalara ilişkin ifadelerini incelerken kesin değerler yerine bulanık oranlardan faydalanmış olan Buckley [35] tarafından önerilmiştir.

BAHP sayesinde karar vericiler ikişerli karşılaştırmalar yaparken “İyi”, “Daha iyi” gibi ifadeleri kullanarak değerlendirme yapabilmektedir. Bu da karar vericilerin değerlendirme yapmalarını oldukça kolaylaştırmaktadır.

Tedarikçilerin BAHP ile değerlendirilmesinde kullanılan metodolojiyi aşağıdaki şekilde maddeleyebiliriz;

- Uzman heyetinin kriterleri belirlemesi,
- Kriterler ve Alternatiflerin önem skalası ve bu değerlere karşılık gelen bulanık sayılar ile değerlendirilmesi (Tablo 1.),

**Tablo 1.** Chang yöntemine göre BAHP’de kullanılan ölçek

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit önemli	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
Biraz daha fazla önemli	(1,3,5)	(1/5,1/3,1/1)
Kuvvetli derecede önemli	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Tamamıyla önemli	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)

Karşılaştırmalar, formül (4.1)’de görüldüğü gibi ikili karşılaştırma matrisinin tüm değerleri (1) olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılmaktadır.  $a_{ij}$  bulanık sayısı,  $i$ . eleman ile  $j$ . elemanın ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa,  $a_{ij}$  bulanık sayı değeri  $1/a_{ij}$  eşitliğinden elde edilir. [36].

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \frac{1}{\tilde{a}_{12}} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{\tilde{a}_{1n}} & \frac{1}{\tilde{a}_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

- Kriterler ve Alternatiflerin bulanık önem ağırlıklarının hesaplanması.

BAHP çalışmalarında en çok karşılaşılan çözüm yöntemi ise Chang tarafından 1996 yılında önerilen Genişletilmiş Analiz Yöntemidir. BAHP’nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılması ve ikili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri için derece analiz yönteminin kullanılmasını içeren yeni bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Bu metot, Chang [37] tarafından yazılan “Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP” isimli makaleye dayanmaktadır. AHP ile birlikte üçgensel bulanık sayıları karşılaştırmak için geliştirilen bir metottur. Çok kullanışlı ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir.

Bu çalışmada Genişletilmiş BAHP yöntemi ele alınmıştır. Genişletilmiş BAHP yöntemi, insani düşünce tarzının belirsizliğini ele alma yeteneğine sahiptir ve çok kriterli karar verme problemlerini çözmeye etkilidir. Bu yöntemde izlenen metodoloji şu şekilde açıklanabilir:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  bir nesnel kümesi ve  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  de bir amaçlar kümesi olsun. Genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek için ele alınır. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Böylece, m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup, Denklem (4.2)’deki gibi gösterilir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (4.2)$$

Buradaki tüm  $M_{gi}^i$  ( $j=1,2,\dots,m$ ) değerleri, üçgen bulanık sayılardır. Chang’ın genişletilmiş analizinin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir [32].

**Adım1:**  $i$ . Nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^i]^{-1} \quad (4.3)$$

$$S_i = i. \text{ Amacın sentez değeri}$$

$$M_{gi}^i = \text{Herbir amaca yönelik genişletilmiş değer}$$

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{i=1}^n u_j) \quad (4.4)$$

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^i]^{-1} = (\frac{1}{\sum_{i=1}^n u}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j}) \quad (4.5)$$

**Adım2:** Bulanık değerler hesaplandıktan sonra, bu değerler birbirleriyle karşılaştırılarak, seçeneklerin ve ölçütlerin olabirlik değerleri V elde edilir.

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (4.6)$$

**Adım3:** Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan,  $M_i$  ( $i=1,2,\dots,k$ ) daha büyük olabirlik derecesi şu şekilde tanımlanır;

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = [(M \geq M_1) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), i = 1,2,3, \dots, k \quad (4.7)$$

$S_j$  ler için şu varsayımlar yapılmıştır;

$$k = 1,2,3,\dots,n \quad k \neq j \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.8)$$

Daha sonra Ağırlık Vektörü  $A_i$  ( $i = 1,2,3,\dots,n$ )'nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir;

$$W' = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (4.9)$$

**Adım4:** Normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir. Normalizasyon işlemi 4.9'daki herbir değeri yine o değerlerin toplamına bölünmesi ile elde edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (4.10)$$

## 5. Hedef Programlama

Hedef programlama (HP), matematiksel bir programlama optimizasyon metodolojisidir. HP modeli, bir dizi hedeflenen hedef seti ile optimal bir çözüm üretmek üzere tasarlanmıştır. Bütün HP modelleri, bilinmeyenler, parametreler, bir amaç fonksiyonu ve hedef kısıtlarından oluşmaktadır.

Hedef Programlamanın ilk çıkışı, 1955 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmaya dayanır [38]. Gerçek hayata uygulanabilirliği bakımından çok etkin bir teknik olan HP günümüzde üretim planlaması iş gücü planlaması, akademik kaynak tahsisi, finansal planlama, bütçeleme, nakliye, performans tahmin gibi birçok alanda en yaygın şekilde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden biri haline gelmiştir [10].

Yöntemin Algoritması verilen bilgiler çerçevesinde adım adım aşağıdaki şekilde özetlenebilir: [39].

- Sorun basit bir Lineer Program modeli olarak formüle edilir,

- Her bir hedef için sapma değişkenleri tanımlanır,
- Hedef programlama ve sistem kısıtlamaları yazılır,
- Fonksiyonel ve sapma değişkenleri için negatif olmayan kısıtlamalar eklenir,
- Amaç fonksiyonunda küçültülecek değişkenler belirlenir,
- Amaçlarla öncelikleri yazılır.

Program aşağıdaki şekilde formüle edilir:

Değişkenler;

$x_j$  : j. Karar değişkeni

$a_{ij}$  : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

$b_i$  : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Genel gösterim ise şu şekildedir [34].

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m (d_i^+ + d_i^-)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + (d_i^+ + d_i^-) = b_i$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0$$

$$i = 1 \dots m$$

$$j = 1 \dots n$$

## 6. Uygulama

Savunma alanında kullanılan Füze sistemleri bir anlamda uçan insansız hava aracı olma özelliği taşımaktadır. Bu denli sistemlerin stoklarda bekletilip eğitim, tatbikat veya sadece bir tehdit esnasında düşmana karşı anlık kullanılmasından dolayı sistem bileşenlerinin füze ömrü boyunca kusursuz bir şekilde çalışması önem arz etmektedir. Elbette bu kusursuzluk yapılan tasarımın tanımlanan sınırlar içerisinde üretilmesi ile söz konusu olmaktadır. Sistemlerde kullanılan bileşenlerin ham malzemeleri nitelikli malzemeler olup çeşitli ülkelerden tedarik edilmektedir. Bu malzemeler çeşitlerine göre nerede kullanılacağına bilgisi üretici ülke tarafından sorgulanmakta olup belirli kısıtlar altında temin edilmektedir. Yapılacak işlere ait özelliklerin bu denli yüksek olması bir sonraki adım olan üretim kısmında kısıtlamaktadır. Üretimi yapacak firmalar sadece nitelikli makine, insan gücü ve teknolojiye sahip olmakla kalmayıp, ürüne ait izlenebilirlik ve gizlilik gibi faaliyetlerde beraberinde çalıştırıyor olması son derece önemli olmaktadır. Buda yine üreticinin iyi bir kalite sistemine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu tarzda işi yönetecek tedarikçi sayısının sınırlı

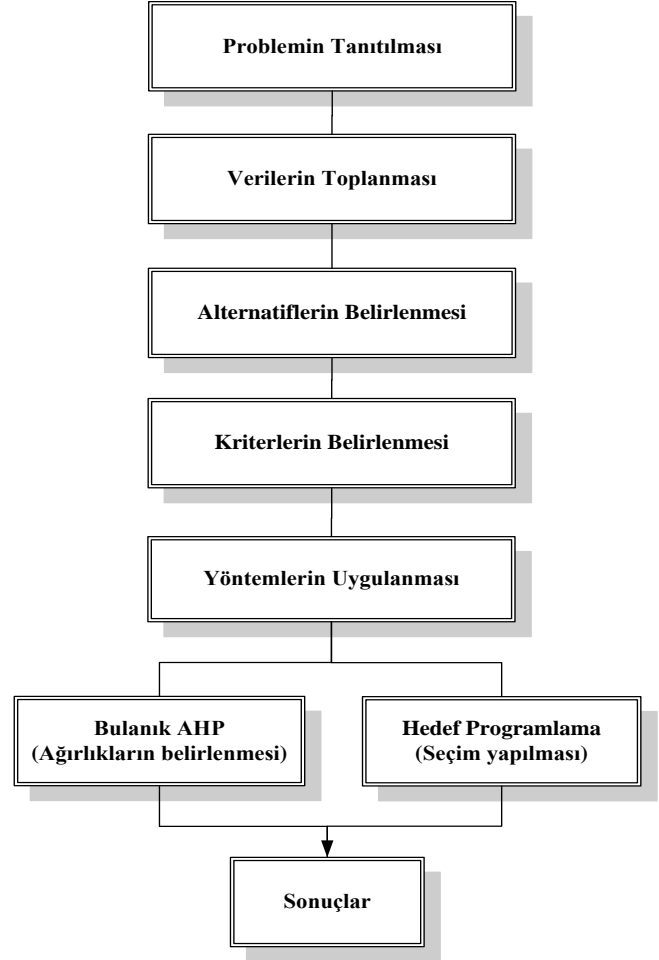


olması nedeniyle bu kapsamda değerlendirilecek ürünler kritik olup savunma sektörü kapsamında yapılan çalışmalar stratejik bir öneme sahiptir.

Bu doğrultuda TS firması bünyesinde yürütülmekte olan projeler kapsamında üretim ihtiyaçları meydana gelmiştir. Bu kritik mekanik bileşenlerin üretimi için ülkemiz için stratejik bir hedef olan %100 yerli üretim önem arz etmektedir. Yapılması planlanan üretimler için havacılık ve savunma sektörlerinde faaliyet gösteren firmalarla çeşitli projelerde çalışmalar başlatılmıştır. Bu projelerde alt yüklenici konumunda hizmet verecek KOBİ'nin seçimi ana yüklenici konumundaki TS Firması için kritik öneme sahiptir. Güvenilir tedarikçilerle, istenilen kalite standardında çalışmak ve projeyi sorunsuz yürütebilmek için titiz bir tedarikçi seçimi çalışması yürütülmüştür. Savunma sistemleri projeleri için ülkemizde üretilmesi sağlanarak, millileştirilmesi amaçlanan nitelikli parçaların ileri talaşlı imalat yöntemleriyle üretimini gerçekleştirebilecek bir alt yüklenicinin seçiminin yapılması problemin temelini oluşturmaktadır. Belirli kriterler çerçevesinde parçanın üretilmesi için tedarikçi seçimi önem arz etmektedir. Problem aşağıdaki adımlar çerçevesinde anlatılmıştır.

### Adım 1. Problemin Tanımlanması

Füze sistemlerinde kullanılan mekanik bileşenler, çeşitli ham malzemelere sahip kompleks geometrilere parçalardır. Bu parçalara ait ham malzemelerin hemen hemen %100 ü yurtdışı alımı olup bunların %50 civarı ise özel izinlere tabii olarak temin edilmesinden dolayı kritik pozisyonadılar. Bu malzemelerin nihai ürüne dönüşmesinde meydana gelebilecek herhangi bir hata maddi bir zarara yol açacağı gibi tekrar malzeme alım sürecinde başlamasına sebep olacaktır. Yine sistemde kullanılan ürünlerin sertlik gibi değerlerinin yüksek olması üretim sürecinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu sebeplerden dolayı ürünlerin üretimi için sistemli bir çalışmanın yapılması gerekmektedir. Ayrıca yapılan işin doğrulanması, izlenebilirlik, paketlenme ve nakliye gibi konularda dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda işin sağlıklı bir şekilde yapılıp teslimatını gerçekleştirip, yönetecek tedarikçi sayısının sınırlı olması nedeniyle bu ürün, kritik bir üründür.



Şekil 1. Problemin Akış Şeması

### Adım 2. Verilerin Toplanması

Savunma ve havacılıkta yapılan çalışmalar doğrultusunda geliştirilen sistemlerin emniyet faktörlerinin yüksek olması ve hata paylarının insan hayatına sebep olması açısından sıfır olarak nitelendirilmesi sistem bileşenlerini de oldukça önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda mekanik bileşenlerin üretimi için kullanılacak alt yükleniciler detaylı olarak irdelenmektedir. Seçim yapılan firmalar havacılık ve savunma sektörüne en az 5 yıl üretim hizmeti vermiş, kalite sistemini etkin bir şekilde kullanan AS9100 havacılık kalite belgesine sahip, nitelikli insan gücüne sahip (ortalama 15 personel), her yıl ana yükleniciler tarafından denetlenip kalite puanı olarak (100 üzerinden) 90 ve üzeri alan firmalar incelenmiştir. Bu bilgiler satın alma personelleri tarafından firmaların web siteleri ve birebir görüşmeler sonucunda edinilmiştir.

### Adım 3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Seçimi yapacak firmanın sektör olarak hava savunma sanayii alanına hizmet vermesinden dolayı gizlilik, kalite ve referanslar alternatiflerin

seçilmesi için önem arz etmektedir. Bu seçimin yapılması için TS bünyesinde satın alma biriminden 2 kişi ve üretim biriminden 2 kişi olmak üzere ortalama 10 yıl tecrübeli 4 uzman personel tarafından bir ekip oluşturulmuştur. Geçmiş 5 yıl baz alınarak Türkiye genelinde firmalar taranmıştır. Tarama işlemi kısıtları; havacılık ve savunma sektöründe en az 1 adet referans, en az 1 yıl önce alınmış AS9100 kalite belgesi, milli tesis güvenlik belgesine sahip olunması, 5 adet ve üzeri olmak üzere çok eksenli bilgisayar destekli makinelere sahip olunması, işin doğrulanması için en az 1 adet bilgisayar destekli ölçüm cihazına sahip olunması ve işlerin üretim programlarının hazırlanması için en az 1 adet programlama mühendisi, üretilmesi için ise her tezgahta 1 kişi olmak üzere yeterli insan gücünün olması gerekmektedir. Bu şartlara uyan firmalar arasından seçim yapılması hedeflenmektedir.

Uzman heyet tarafından yapılan bu çalışma sonucunda yapılması beklenen mekanik parçaların üretimi için 5 adet tedarikçi bu kriterleri yerine getirmek için uygun bulunmuştur. Bu firmalar aşağıda gösterildiği gibi kodlanmıştır;

Tedarikçi-1 (T1), \*Tedarikçi-2 (T2), Tedarikçi-3 (T3), Tedarikçi-4 (T4), Tedarikçi-5 (T5) olmak üzere 5 tanedir.

#### Adım 4. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriter satın alma biriminde çalışan ve bu konuda 10 yıl tecrübeli 4 personelin ortak görüşü dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kriterler;

- **Kalite (KA):** Firmanın Havacılık ve Savunma kalite sistemi gereksinimlerine uygun faaliyet gerçekleştiren, ISO 9001:2008, AS9100 ve tesis güvenlik belgesine sahip, Ürünün firmanın istediği kalite düzeyinde, hata oranı düşük ve güvenilir olmasını ifade eder.
- **Maliyet (MA):** Tedarik edilen ürünün toplam maliyetini (üretim, yüzey işlemleri, paketleme ve nakliye) ifade eder.
- **Tedarik Süresi (TS):** Siparişi verilen ürünün firmanın istediği zamanda teslim edilmesini ifade eder.
- **İnsan Gücü (İG):** Sipariş kapsamındaki ürünlerin üretimini yapacak olan firmada yeteri kadar insan (teknik, idari vb.) gücünün olmasını ifade eder.
- **Teknoloji (TE):** Yapılacak olan işe uygun makine, cihaz, yazılım ve iletişim ağına sahip olduğunu ifade eder.

#### Adım 5. Yöntemlerin Uygulanması

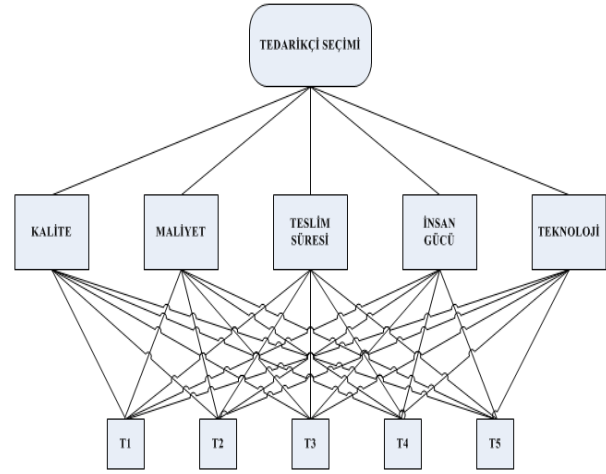
Bu kısımda iki farklı yöntem uygulanacaktır. Birinci yöntem BAHP'nin uygulanması, ikinci yöntem ise Hedef Programlama yöntemidir. BAHP yönteminde işlem kolaylığı açısından üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

##### 5.1. BAHP Uygulanması

Uygulamada yapılacak hesaplamalar 4.2. deki basamaklar izlenmek koşulu ile aşağıdaki gibi yapılmıştır.

##### 5.1.1. Hiyerarşinin oluşturulması

Sürecin hiyerarşi modeli sırasıyla amaç, kriterler ve alternatifler olarak Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Tedarikçi seçiminin hiyerarşi modeli

##### 5.1.2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Bu aşamada kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu belirlenen değerler en az 10 yıl tecrübeli 2 adet satın alma personeli ve 1 adet üretim mühendisi görüşleri dikkate alarak ortak karar olarak belirlenmiştir. Uygulamada 5 kriter olduğundan 5x5 lik bir tablo yazılacaktır. Tablodaki değerler üçgen bulanık sayılara göre oluşturulmuştur. Tablo 2.'de ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 2.'de belirtilen değerlere göre sentez değerleri genişletilmiş analiz yöntemine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalarda MS Excel programı kullanılmıştır.

Kriterlere ait sentez değerleri denklem 4.3'e göre hesaplanmıştır.

$$SK1 = (0,1542, 0,3478, 0,6923)$$

$$SK2 = (0,1199, 0,3014, 0,6264)$$

$$SK3 = (0,1085, 0,2210, 0,4399)$$

$$SK4 = (0,0742, 0,0665, 0,0838)$$

$$SK5 = (0,0628, 0,0232, 0,0819)$$

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri denklem 4.6 ve 4.7'e göre hesaplanmıştır.

$$\min V (SK1 \geq SK2,SK3,SK4,SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK2 \geq SK1,SK3,SK4,SK5) = 0.9106$$

$$\min V (SK3 \geq SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.6927$$

$$\min V (SK4 \geq SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.0000$$

$$\min V (SK5 \geq SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.0000$$

**Tablo 2.** Kriterlerin ikili karşılaştırmalar matrisi

Kriterler	KA			MA			TS			İG			TE		
KA	1	1	1	1	1	1	3	5	7	1	3	5	3	5	7
MA	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	5	7	1	3	5
TS	0,33	0,20	0,14	1	0,33	0,20	1	1	1	1	3	5	3	5	7
İG	1	0,33	0,20	0,33	0,20	0,14	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1
TE	0,33	0,20	0,14	1	0,33	0,20	0,33	0,20	0,14	1	1	1	1	1	1

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 0.9106, 0.6927, 0, 0)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.3841, 0.3498, 0.2661, 0.0000, 0.0000)^T$$

**Tablo 3.** Kriterlerin ağırlıkları

Kriterler	Kalite	Maliyet	Tedarik süresi	İnsan gücü	Teknoloji
Ağırlıklar	0.3841	0.3498	0.2661	0.0000	0.0000

### 5.1.3. Alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırılma matrisi ve ağırlıkların hesaplanması

Uzmanlar tarafından belirlenen 5 alternatif tedarikçi için, uzman satın alma personeline başvurulmuş ve her bir kriterlere göre ikili karşılaştırmalar matrislerinin elemanları belirlenmiştir Tablo 4.

**5.1.3.1. Kalite kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

Kalite kriterine göre alternatiflere ait sentez değerleri;

<b>SK1</b>	0,1755	0,4315	0,8099
<b>SK2</b>	0,0689	0,1404	0,2638
<b>SK3</b>	0,1755	0,2623	0,3952
<b>SK4</b>	0,0845	0,0728	0,0824
<b>SK5</b>	0,0975	0,0254	0,1102

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri;  
 $\min V (SK1 \geq SK2,SK3,SK4,SK5) = 1.0000$   
 $\min V (SK2 \geq SK1,SK3,SK4,SK5) = 0.2328$   
 $\min V (SK3 \geq SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.5650$   
 $\min V (SK4 \geq SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.0000$   
 $\min V (SK5 \geq SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.0000$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 0.2328, 0.5650, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.5562, 0.1295, 0.3143, 0.0000, 0.0000)^T$$

**Tablo 4.** Alternatiflerin kalite kriterine göre ikili karşılaştırmalar matrisi

Alternatif	T1			T2			T3			T4			T5		
<b>T1</b>	1	1	1	3	5	7	1	3	5	3	5	7	1	3	5
<b>T2</b>	0,33	0,20	0,14	1	1	1	0,20	0,33	1	1	3	5	1	1	1
<b>T3</b>	1	0,33	0,20	5	3	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5
<b>T4</b>	0,33	0,20	0,14	1	0,33	0,20	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1
<b>T5</b>	1	0,33	0,20	1	1	1	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1

**Tablo 5.** Kalite kriterine göre ağırlıkları

Alternatif	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ağırlık</b>	0.5562	0.1295	0.3143	0.0000	0.0000

**5.1.3.2. Maliyet kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

Maliyet kriterine göre alternatiflere ait sentez değerleri;

<b>SK1</b>	0,1661	0,3100	0,5038
<b>SK2</b>	0,1661	0,3100	0,5038
<b>SK3</b>	0,1359	0,1763	0,2735
<b>SK4</b>	0,1359	0,1763	0,2735
<b>SK5</b>	0,0254	0,0182	0,0347

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri;  
 min V (SK1 ≥ SK2,SK3,SK4,SK5) = 1.0000  
 min V (SK2 ≥ SK1,SK3,SK4,SK5) = 1.0000  
 min V (SK3 ≥ SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.4455  
 min V (SK4 ≥ SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.4455  
 min V (SK5 ≥ SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.0000

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 1.0000, 0.4455, 0.4455, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.3459, 0.3459, 0.1541, 0.1541, 0.0000)^T$$

**Tablo 6.** Alternatiflerin Maliyet kriterine göre ikili karşılaştırmalar matrisi

Alternatif	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	7	9	9
T2	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	7	9	9
T3	1	0,33	0,20	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1	5	7	9
T4	1	0,33	0,20	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1	5	7	9
T5	0,14	0,11	0,11	0,14	0,11	0,11	0,20	0,14	0,11	0,20	0,14	0,11	1	1	1

**Tablo 7.** Maliyet kriterine göre ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0.3459	0.3459	0.1541	0.1541	0.0000

**5.1.3.3. Teslim Süresi kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

Teslim Süresi kriterine göre alternatiflere ait sentez değerleri;

<b>SK1</b>	0,2499	0,4851	0,7672
<b>SK2</b>	0,0500	0,0649	0,1088
<b>SK3</b>	0,1730	0,2387	0,3228
<b>SK4</b>	0,1730	0,1309	0,0899
<b>SK5</b>	0,0807	0,0231	0,0876

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri;

min V (SK1 ≥ SK2,SK3,SK4,SK5) = 1.0000  
 min V (SK2 ≥ SK1,SK3,SK4,SK5) = 0.0000  
 min V (SK3 ≥ SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.2282  
 min V (SK4 ≥ SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.0000  
 min V (SK5 ≥ SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.0000

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 0.0000, 0.2282, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.8142, 0.0000, 0.1858, 0.0000, 0.0000)^T$$

**Tablo 8.** Alternatiflerin Teslim Süresi kriterine göre ikili karşılaştırmalar matrisi

Alternatif	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	5	7	9	1	3	5	1	3	5	5	7	9
T2	0,20	0,14	0,11	1	1	1	0,20	0,33	1	0,20	0,33	1	1	1	1
T3	1	0,33	0,20	5	3	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5
T4	1	0,33	0,20	5	3	1	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1
T5	0,20	0,14	0,11	1	1	1	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1

**Tablo 9.** Teslim Süresi kriterine göre ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0.8142	0.0000	0.1858	0.0000	0.0000

**5.1.3.4. İnsan Gücü kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

İnsan Gücü kriterine göre alternatiflere ait sentez değerleri;

<b>SK1</b>	0,0439	0,0438	0,0513
<b>SK2</b>	0,3658	0,3731	0,3774
<b>SK3</b>	0,1324	0,1217	0,1104
<b>SK4</b>	0,0600	0,0438	0,0379
<b>SK5</b>	0,5976	0,0167	0,2566

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri;  
 $\min V (SK1 \geq SK2,SK3,SK4,SK5) = 0.0000$   
 $\min V (SK2 \geq SK1,SK3,SK4,SK5) = 1.0000$   
 $\min V (SK3 \geq SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.0000$   
 $\min V (SK4 \geq SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.0000$   
 $\min V (SK5 \geq SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.0000$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (0.0000, 1.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.0000, 1.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000)^T$$

**Tablo 10.** Alternatiflerin İnsan Gücü kriterine göre ikili karşılaştırmalar matrisi

Alternatifler	T1			T2			T3			T4			T5		
<b>T1</b>	1	1	1	0,11	0,14	0,20	0,20	0,33	1	1	1	1	0,11	0,14	0,20
<b>T2</b>	9	7	5	1	1	1	5	7	9	5	7	9	0,20	0,33	1
<b>T3</b>	5	3	1	0,20	0,14	0,11	1	1	1	1	3	5	0,11	0,14	0,2
<b>T4</b>	1	1	1	0,20	0,14	0,11	1	0,33	0,20	1	1	1	0,11	0,14	0,20
<b>T5</b>	9	7	5	5	3	1	9	7	5	9	7	5	1	1	1

**Tablo 11.** İnsan Gücü kriterine göre ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ağırlıklar</b>	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

**5.1.3.5. Teknoloji kriterine göre alternatiflerin değerlendirilmesi**

İnsan Gücü kriterine göre alternatiflere ait sentez değerleri;

<b>SK1</b>	0,0950	0,1925	0,2849
<b>SK2</b>	0,0950	0,1925	0,2849
<b>SK3</b>	0,0930	0,0649	0,0570
<b>SK4</b>	0,0930	0,0649	0,0570
<b>SK5</b>	0,6561	0,0231	0,2849

Sentez değerlerinin olabilirlik dereceleri;

$$\min V (SK1 \geq SK2,SK3,SK4,SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK2 \geq SK1,SK3,SK4,SK5) = 1.0000$$

$$\min V (SK3 \geq SK1,SK2,SK4,SK5) = 0.0000$$

$$\min V (SK4 \geq SK1,SK2,SK3,SK5) = 0.0000$$

$$\min V (SK5 \geq SK1,SK2,SK3,SK4) = 0.5285$$

Bu sonuçlar kullanılarak W' ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W' = (1.0000, 1.0000, 0.0000, 0.0000, 0.5285)^T$$

W' ağırlıklar vektörüne normalizasyon işlemi uygulanarak, normalize edilmiş ağırlıklar vektörü yazılmıştır.

$$W = (0.3955, 0.3955, 0.0000, 0.0000, 0.2090)^T$$

**Tablo 12.** Alternatiflerin Teknoloji kriterine göre ikili karşılaştırmalar matrisi

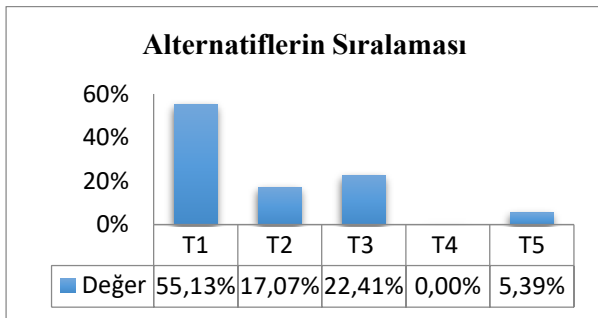
Alternatif	T1			T2			T3			T4			T5		
T1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	0,20	0,33	1
T2	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	0,20	0,33	1
T3	1	0,33	0,20	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1	0,11	0,14	0,20
T4	1	0,33	0,20	1	0,33	0,20	1	1	1	1	1	1	0,11	0,14	0,20
T5	5	3	1	5	3	1	9	7	5	9	7	5	1	1	1

**Tablo 13.** Teknoloji kriterine göre ağırlıkları

Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Ağırlıklar	0.3955	0.3955	0.0000	0.0000	0.2090

**5.1.4. Alternatiflerin Değerlendirilmesi**

İkili karşılaştırmalar matrislerinden elde edilen kriter ağırlık vektörleri ve kriterlerin alternatiflere göre bulunan ağırlıkları Tablo 14.’de belirtilmiştir. Kriterlerden elde edilen ağırlıklar ile kriterlerin alternatiflere göre bulunan ağırlıkları çarpılıp toplanması ile alternatiflerin sıralamada kullanılacak önem yüzdeleri elde edilmiştir.



**Şekil 3.** BAHP Sıralama

Yapılan ikili karşılaştırma ve diğer adımlar sonucunda **Şekil 3**'de görüldüğü üzere **Tedarikçi-1**'in % 55.13 ile ilk sırada, **Tedarikçi-3**'ün 22.41 ile ikinci sırada, **Tedarikçi-2**'nin 17.07 ile üçüncü sırada yer aldığı, diğerleri ise onu izleyen, **Tedarikçi-5** ve **Tedarikçi-4** firmalarıdır.

**5.2. Hedef Programla Uygulanması**

Uygulamanın ikinci kısmı olan hedef programlama ile çözüm aşaması, BAHP’de yapılan

hesaplama sonucunda bulunan ağırlıklar burada kısıt ve amaç fonksiyona katsayı olarak dâhil edilip iki şekilde hedef programlama modeli kurulacaktır. Burada ağırlıklandırma metodu ile hedef programlama yöntemi ele alınmıştır. Modelin kurulması için belirlenmiş olan bazı kısıtlar aşağıda belirtilmiştir;

\* **Kapasite Kısıtı:** Bir sipariş kapsamında alınacak maksimum miktarı belirtir.

\* **Üretim Maliyeti Kısıtı:** Verilen sipariş kapsamında ödenecek para miktarını belirtir.

\***Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı:** Ürünlerin kabulünün yapılması için tedarikçi bünyesinde TS personeli tarafından ikinci kez örnekleme yapılması koşulu ile boyutsal ölçüm ve belgelerin kontrolünün yapılmasını belirtir.

\* **Teslim Süresi Kısıtı:** Ürünlerin taahhüt edilen süre içerisinde teslim edilmesini belirtir. Tedarikçinin ürünleri en geç bu süre zarfında teslim etmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

\* **Fire (hatalı ürün) Oranı Kısıtı:** Üretim kapsamında ilgili firma tarafından tedarikçiye verilen bozma oranını belirtir.

\* **AHP Öncelikleri Kısıtı:** İlk yöntem olan AHP yönteminde elde edilen her bir tedarikçinin öncelik skorlarını vermektedir.



**Tablo 14.** Kriter ve Alternatiflerin ağırlıklarının hesaplanması

Ağırlıklar	T1	T2	T3	T4	T5	Kriter Ağırlıkları
<b>Kalite</b>	0,5562	0,1295	0,3143	0,0000	0,0000	0,3841
<b>Maliyet</b>	0,3459	0,3459	0,1541	0,1541	0,0000	0,3498
<b>Teslim Süresi</b>	0,8142	0,0000	0,1858	0,0000	0,0000	0,2661
<b>İnsan Gücü</b>	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Teknoloji</b>	0,3955	0,3955	0,0000	0,0000	0,2090	0,0000
<b>Alternatiflerin Ağırlıkları</b>	<b>0,5513</b>	<b>0,1707</b>	<b>0,2241</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0539</b>	

TS söz konusu proje için ihtiyaç duyduğu ürünleri ortalama 60 günlük sürelerle satın alımını gerçekleştirmektedir. Bu süre içinde alınması planlanan ürün ortalama 200 çeşit olup miktarı ise 300 adettir. Bu 200 çeşit ürün için ürün teslimatına müteakip 30 gün içerisinde ödemelerini yapmaktadır. Bu ödeme miktarı ortalama 200.000 TL'dir. Yapılacak olan bu üretimlerin kalite kontrolünün sağlanması için tedarikçilerin TS personeli tarafından üretici tesislerinde kalite kontrol işlemleri yapılacaktır. Bu işlemin süresi üretici tesislerinde bulunan araç gereçler ile doğru orantılıdır. Bu kapsamda Her çeşit üründen 1 tane %100 kontrol edilmek şartı ile 1'den fazla ürün için Tablo 15' de belirtilen değerler baz alınarak kalite kontroller yapılacaktır. Bu hizmet için ayrılan süre maksimum 20 saattir.

**Tablo 15.** Kalite kontrol örneklem adetleri

Ürün Sayısı	Örneklem Sayısı
0- 10	1
10-25	2
25-75	3
75-150	4
150- üzeri	5

Ürünlerin TS'ye tam zamanında teslim edilmesi önem arz etmektedir. Aşırı gecikmeler projede testlerin ötelenmesine ve ekstra gecikme maliyetlerine yol açarken ürünlerin çok erken gelmesinde stok maliyetlerine sebep olmaktadır. Ön görülen gecikmeler maksimum-/+5 gün olup firmalar tarafından ön görülen bu değerler tablo 2'de belirtilmiştir. Ürünlerde meydana gelebilecek hatalar ile ilgili bilgiler tablo 2'de belirtilmiştir. Bu hatalar üretim esnasında meydana gelebilecek bir durum olacağı gibi taşıma ve diğer türlü sebeplerden kaynaklı durumda olabilir. Tedarikçiler için fire oranı %2 olarak belirlenmiştir (100 adet ürün için 2 adet fire hakkı).

Modelin kurulması ile ilgili bilgiler Tablo 16.'da belirtilmiştir.

**Tablo 16.** Model için gerekli parametreler

Kısıtlar \ Alternatifler	T1	T2	T3	T4	T5
Kapasite Kısıtı (60 gün)	450	350	250	300	150
Üretim Maliyeti Kısıtı (TLx1000)	180	170	350	175	255
Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı(Saat)	18	19	16	18	25
Teslim Süresi Kısıtı (maksimum gecikme gün)	0	1	4	2	5
Fire (hatalı ürün) Oranı Kısıtı (100 üründe)	1	1	2	1	2
AHP Öncelikleri Kısıtı (%)	0,5513	0,1707	0,2241	0,0539	0

**Cözüm 1.** AHP önceliklerinin kısıt alınarak çözülmesi

**Hedefler;**

- Üretim maliyeti kısıtı, diğer kısıtlara oranla 3 kat daha önemlidir.
- Kapasite kısıtı, satın alma maliyeti kısıtını yarısı kadar önemlidir.
- Teslim süresi kısıtı, kontrol süresi kısıtından 2 kat daha önemlidir.
- Geriye kalan diğer kısıtların birbiri ile aynı önem derecesine sahip olduğu söylenmiştir.

**Parametreler;**

$x_1$ : T1 Tedarikçisi,

$x_2$ : : T2 Tedarikçisi,

$x_3$ : T3 Tedarikçisi,

$x_4$  : T4 Tedarikçisi,

$x_5$ : T5 Tedarikçisi,

Kapasite Kısıtı: (d<sub>1</sub>)

Üretim Maliyeti Kısıtı: (d<sub>2</sub>)

Kaynağında Kalite Kontrol Kısıtı: (d<sub>3</sub>)

Teslim Süresi Kısıtı: (d<sub>4</sub>)

Fire (hatalı ürün) Oranı Kısıtı: (d<sub>5</sub>)

AHP Öncelikleri Kısıtı: (d<sub>6</sub>)

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

**Ör:** Kapasite Kısıtı = (d<sub>1</sub>)

$d_1^+$ : Kapasite sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.

$d_1^-$ : Kapasite sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.

Diğer kısıtlar içinde aynı durum kapasite kısıtında belirtildiği gibidir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = W1 (G_1) + W2 (G_2) + W3 (G_3) + W4 (G_4) + W5 (G_5) + W6 (G_6)$$

$$\text{Min } Z = 1.5 (d_1^-) + 3(d_2^+) + (d_3^+) + 2(d_4^+) + (d_5^+) + (d_6^-) + (d_6^+)$$

Kısıtlar:

1. Talep Kısıtı

$$450 x_1 + 350 x_2 + 250 x_3 + 300 x_4 + 300 x_5 + d_1^- - d_1^+ = 300$$

2. Üretim Maliyeti kısıtı x1000

$$180 x_1 + 170 x_2 + 350 x_3 + 175 x_4 + 255 x_5 + d_2^- - d_2^+ = 200$$

3. Kalite Kontrol Kısıtı

$$18 x_1 + 19 x_2 + 16 x_3 + 18 x_4 + 25 x_5 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

4. Teslim Süresi Kısıtı

$$0 x_1 + 1 x_2 + 4 x_3 + 2 x_4 + 5 x_5 + d_4^- - d_4^+ = 5$$

5. Fire Oranı Kısıtı

$$1 x_1 + 1 x_2 + 2 x_3 + 1 x_4 + 2 x_5 + d_5^- - d_5^+ = 2$$

6. AHP Kısıtı

$$0,5513 x_1 + 0,1707 x_2 + 0,2241 x_3 + 0,0539 x_4 + 0 x_5 + d_6^- - d_6^+ = 1$$

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

(Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu)

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

**Cözüm 2.** AHP önceliklerinin amaç fonksiyonu katsayısı alınarak çözülmesi

Çözüm 1. de alınan parametreler ile aynı olup sadece BAHP'deki öncelikler kısıt değil amaç fonksiyonu katsayısı (hedef) olarak alınmıştır.

$$\text{Min } Z = 0,5513 (d_1^-) + 0,1707 (d_2^+) + 0,2241 (d_3^+) + 0,0539 (d_4^+) + 0(d_5^+)$$

**Kısıtlar:**

1. Talep Kısıtı

$$450 x_1 + 350 x_2 + 250 x_3 + 300 x_4 + 300 x_5 + d_1^- - d_1^+ = 300$$

2. Üretim Maliyeti kısıtı x1000

$$180 x_1 + 170 x_2 + 350 x_3 + 175 x_4 + 255 x_5 + d_2^- - d_2^+ = 200$$

3. Kalite Kontrol Kısıtı

$$18 x_1 + 19 x_2 + 16 x_3 + 18 x_4 + 25 x_5 + d_3^- - d_3^+ = 20$$

4. Teslim Süresi Kısıtı

$$0 x_1 + 1 x_2 + 4 x_3 + 2 x_4 + 5 x_5 + d_4^- - d_4^+ = 5$$

5. Fire Oranı Kısıtı

$$1 x_1 + 1 x_2 + 2 x_3 + 1 x_4 + 2 x_5 + d_5^- - d_5^+ = 2$$

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

(Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu)

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

Hedef programlama çözümü yapılırken AHP den gelen öncelikler hedef programlamada çözüm 1'de kısıt olarak, çözüm 2'de ise hedef olarak ele alınmıştır. Çıkan sonuçlar Tablo 18'de belirtilmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında sadece hedef programlamaya göre seçim yapılırsa her iki çözümde de istenilen kriterleri karşıladığı fakat çözüm 2'de maliyetin daha düşük olduğu görülmektedir. Bundan dolayı seçim yapacak kişi çözüm 2 yani AHP önceliklerinin hedef olarak alındığı yöntemi kullanabilir.

Tablo 17'de bu iki modelin uygulanmasıyla kısıtlarda meydana gelecek sapmalar verilmiştir.

**Tablo 17.** Elde edilen sonuçlara göre sapmalar

Kaynaklar	Kısıtlar	HP-1		HP-2	
		N	P	N	P
Talep (br)	300	-	150	-	50
Maliyet (tl) x1000	200	20	-	30	-
Kalite Kontrol (saat)	20	2	-	1	-
Teslim Süresi (gün)	5	5	-	4	-
Fire Oranı (br)	2	0.45	-	1	-

**Adım 6. Sonuçlar**

Uygulanan BAHP ve HP yöntemleri neticesinde BAHP ve HP1'de aynı, HP2'de ise farklı bir tedarikçinin seçildiği görülmektedir. Belirlenmiş kısıtlar altında model hedef programlamada gösterildiği gibi kurulmuş olup çözümlenme işlemi Lindo 6.1 programına göre yapılmıştır. Beş adet tedarikçi arasından BAHP ve Hedef 1'de T1 tedarikçisinin bu işi yapması, Hedef 2'de ise T2 tedarikçisinin bu işi yapması için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Yöntemlerde kullanılan değerler satın alma uzmanları ve üretim mühendisleri tarafından proje isterileri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bundan dolayı yapılan değerlendirmeler sonucunda belirlenen tedarikçilerin bu işin yapılmasında doğru bir seçim olduğu uzmanlar tarafından mutabık kalmıştır.

**Tablo 18.** Sonuçların Karşılaştırılması

Yöntem / Alternatif	BAHP	HP1	HP2
Tedarikçi-1	1	1	-
Tedarikçi-2	3	-	1
Tedarikçi-3	2	-	-
Tedarikçi-4	5	-	-
Tedarikçi-5	4	-	-

## 7. Sonuç

İş hayatında sıklıkla rastlanan konulardan biri olan tedarikçi seçimi problemleri, çok kriterli karar verme yöntemleri ile ele alınan problemlerden biridir. Tedarikçi seçimi problemlerinin çözümünde; uygun kriterlerin belirlenmesi, etkileşimlerin açık bir şekilde ifade edilmesi ve karşılaştırmaların tutarlı bir biçimde yapılması oldukça kritiktir. Kurum veya kuruluşların yapmak üzere oldukları tedarikçi tercihlerini doğru bir şekilde yapabilmeleri için bilimsel metotların kullanılması önerilmektedir. Aksi halde istenilen kriterlere uygun olmayan özelliklerde tedarikçiler seçilerek, firma projelerinin teslimat performansı veya maliyet etkinliği etkilenebilir.

Bu çalışmada, ülkemiz hava savunma sanayiine katkı sağlamak amacıyla kurulan ve bu kapsamda Ar-Ge çalışmaları yapan TS Savunma firmasına yönelik bir tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Yine bu makale kapsamında, çok kriterli karar verme araçlarından BAHP ve Hedef Programlama yöntemleri kullanılarak söz konusu işletme için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan literatür araştırması neticesinde, birçok sektörde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen kalite, maliyet, teslim süresi, insan gücü ve teknoloji kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Çalışmada, belirtilen yöntemler uygulanarak beş potansiyel tedarikçi firma değerlendirilmiş ve her iki yönetime göre de en iyi firmalar belirlenmiştir. Bu kapsamda, BAHP ve HP yöntemleri uygulaması sonucuna göre **Tedarikçi-1**'in bu işi yapılmasında uygun olduğu değerlendirilmektedir.

Bu tarz stratejik ve taktik kararların bilimsel dayanakları olmasına son derece önem gösteren TS Savunma firması, tedarikçi seçimini doğru bir şekilde yaparak arzu edilen yapıda bir tedarikçi ağı kuracak olup tedarik zincirini güçlendirecektir. Bu çalışmanın devamında, bu yöntemin geliştirilmesi ve şirketin bütün tedarikçi seçimi süreçlerinde kullanımı hedeflenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Çakın E, Özdemir, A. “Tedarikçi seçim kararında ANP ve ELECTRE yöntemlerinin kullanılması ve bir uygulama.” Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi., 15(2), 339-364, 2013.
- [2] Toksarı M, Toksarı MD. “Bulanık AHP yaklaşımı kullanılarak hedef pazarın belirlenmesi.” ODTÜ Geliştirme Dergisi., 38: 5170, 2011.
- [3] Schniederjans MJ, Hoffman, JJ, Sirmans GS. “Using Goal Programming and the Analytic Hierarchy Process in House Selection.” Journal of Real Estate Finance and Economics., 11(2), 167-176, 1995.
- [4] Ghodsypour SH, O’Brien C. “A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming.” Int. J. Production Economics., 56-57: 199-212, 1998.
- [5] Badri AM. “Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem.” Int. J. Production Economics., 62: 237-248, 1999.
- [6] Dağdeviren M, Eren T. “Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması.” Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi., 16(2), 41-52, 2001.
- [7] Kağncıoğlu CH. “Hedef programlama ve bulanık hedef programlama arasındaki ilişki.” Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi., 7(2), 17-38, 2006.
- [8] Reddy AR, Naidu MM, Govindarajulu P. An “Integrated approach of Analytical Hierarchy Process Model and Goal Model (AHP-GP Model) for Selection of Software Architecture.” International Journal of Computer Science and Network Security., 7(10), 108-117, 2007.
- [9] Öztürk A, Ertuğrul İ, Karakaşoğlu N. “Nakliye firması seçiminde Bulanık AHP ve BTOPSIS

- yöntemlerinin karşılaştırılması.” Marmara Üniversitesi İ.İ.B.İ.F. Dergisi., 25(2), 785-824, 2008.
- [10] Girginer N, Kaygısız Z. “İstatistiksel yazılım seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama yöntemlerinin birlikte kullanımı.” Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi., 10(1), 211-233, 2009.
- [11] Aktepe A, Ersöz S. A Fuzzy “Analytic Hierarchy Process Model for Supplier Selection and A Case Study.” International Journal of Research and Development., 3(1), 33-37, 2011.
- [12] Kazançoğlu Y, Ada E. “Perakende sektöründe tedarikçi seçiminin Bulanık AHP ile gerçekleştirilmesi.” Savunma Bilimleri Dergisi., Kabul Tarihi:08.04.2010.
- [13] Karpak B, Kasuganti RR, Kumcu E. “Multi-Objective Decision-Making in Supplier Selection: An Application of Visual Interactive Goal Programming.” The Journal of Applied Business Research, 15(2), 57-71, 2011.
- [14] Junior RLF, Osiro L, Carpinetti LCR. “A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection.” Applied Soft Computing., 21: 194–209, 2014.
- [15] Karimi H, Rezaeinia A. “Supplier selection using revised multi-segment goal programming model.” Int J Adv Manuf Technol. 70: 1227–1234, 2014.
- [16] Kannan, D, Jabbour, ABLDS, Jabbour. CJC. “Selecting Green Suppliers Based on GSCM Practices: Using Fuzzy TOPSIS Applied to A Brazilian Electronics Company.” European Journ All of Operational Research, 233 (2): 432–447, 2014.
- [17] Özder EH, Eren T, Çetin SÖ. “Suppllier selescion with TOPSIS and Goal Programming methods: A case study.” Journal of Trends in the Development of Machinery and Associated Technology., 19(1), 109-112, 2015.
- [18] Kar, AK. A Hybrid Group Decision Support “System for Supplier Selection Using Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Set Theory and Neural Network.” Journal of Computational Science, 6: 23–33, 2015.
- [19] Jadidi O, Cavalieri S, Zolfaghari S. “An improved multi-choice goal programming approach for supplier selection problems.” Applied Mathematical Modelling. 39: 4213–4222, 2015. [20] Sivrikaya BT, Kaya A, Dursun E, Çebi F. Fuzzy “AHP-Goal Programming approach for a supplier selection problem.” Research in Logistics & Production., 5(3), 271-285, 2015.
- [21] Galankashi, MR, Helmi, SA. Hashemzahi, P., “Supplier Selection in Automobile Industry: A Mixed Balanced Scorecard–Fuzzy AHP Approach.” Alexandria Engineering Journal, 55 (1): 93–100, 2016.
- [22] Özder EH, Eren T. “Çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi.” Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi., 4(3), 196-207, 2016.
- [23] Tavana, M, Fallahpour, A, Caprio DD, Artega, FJS. “A Hybrid Intelligent Fuzzy Predictive Model with Simulation for Supplier Evaluation and Selection.” Expert Systems with Applications, 61: 129–144, 2016.
- [24] Aydın, Y, Eren, T. “Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması.” 37. Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 87, 2017a.
- [25] Aydın, Y, Eren, T. “Savunma Sanayinde Füze Sistemleri İçin Kullanılan Titanyum Ham Malzemeye Sahip Kritik Ürünlerin Üretimi İçin Bulanık AHP-TOPSIS Algoritmaları İle Tedarikçi Seçimi.” 2. Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale 816-825, 2017b.
- [26] Aydın, Y, Eren, T. “Savunma Sanayinde Stratejik Ürün İçin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi.” Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühndislik Bilimleri Dergisi, (Basımda), 2018.

- [27] Beil RD. Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science, 2009.
- [28] Vonderembse MA, Tracey M. "The Impact of Supplier Selection Criteria and Supplier Involvement on Manufacturing Performance." Journal of Supply Chain Management., 35(3), 33-39, 1999.
- [29] Masson RJ. "User-vendor relationship in the scottish electronics industry." Internatioanl journal of quality & reliability management., 3(2), 31-40, 1986.
- [30] Bhutta KS, Huq F. "Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches." An International Journal., 7(3), 126-135, 2002.
- [31] <http://tusside.tubitak.gov.tr/tr/yontemlerimiz/Cok-Kriterli-Karar-Verme-Teknikleri>, erişim tarihi: 13.05.2017)
- [32] Akman G, Atakan A. "Tedarik zinciri yönetiminde bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv yan sanayiinde bir uygulama." İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi., 9: 23-46,2006.
- [33] Dağdeviren M. "Performans değerlendirme sürecinin Bulanık AHP ile bütünleşik modellenmesi." Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma., 25(3), 268-282, 2007.
- [34] Zadeh L A. "Fuzzy sets." Information and control., 8(3), 338-353, 1965.
- [35] Buckley JJ. "Fuzzy hierarchical analysis." Fuzzy Sets and Systems., 17(3), 233-247, 1985
- [36] Özbek A. "Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması." Gümüşhane Üniversitesi sosyal bilimler elektronik dergisi., 11: 69-99, 2014.
- [37] Chang DY. "Applications of the extent analysis method of fuzzy AHP." European Journal of Operational Research., 95: 649-655, 1996.
- [38] Charnes A, Cooper WW, Ferguson R. "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming." Management Science., 1: 138-151, 1955.
- [39] Charnes A, Cooper WW. "Goal programming and multiple objective optimizations." European Journal of Operational Research., 1(1), 39-54, 1977.



Received : 07.05.2018 & Accepted : 31.05.2018 & Published (online) : 26.06.2108

## Legal and Ethical Issues of Unmanned Aerial Vehicles

Sezer ÇOBAN<sup>1\*</sup>, Tuğrul OKTAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> College of Aviation, Iskenderun Technical University

<sup>2</sup> Department of Aeronautical Engineering, Erciyes University

### Abstract

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are air vehicles that can fly remotely or autonomously fly over a certain flight route by themselves. "Unmanned aerial vehicles", which were first produced as military vehicles and then started to be used by civilians, nowadays can easily be bought by everyone. Unmanned aerial vehicles, which can be purchased and made accessible by all, have brought legal disputes and legal regulations together with these disputes. Abuse is obvious because there is a legal vacuum in the field of unmanned aerial vehicles. Of course, it is important for Turkey to work integratedly with the fourth industrial revolution. It is necessary to work like a lucky artificial intelligence, intelligent systems without ignoring the most precious being.

In this study, the development process of unmanned aerial vehicles will be examined in terms of the availability of unmanned civil aircraft in air vehicles, the use and flight conditions, the availability of law in the technological development of unmanned aerial vehicles, and the ethical problem of the production and use of these vehicles.

**Keywords:** Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Law, Ethics

### 1. Introduction

Unmanned aerial vehicles (UAVs) are air vehicles that can fly by remote control or autonomously fly over a certain flight route by themselves. The Unmanned Aerial Vehicle, also called Drone, is now referred to as the Unmanned Aerial Vehicle System because it expresses only the aircraft platform and can not meet the entire system flying it [1]. Unmanned Aerial Vehicles are also

named with the word 'Drone', which means 'bee' in English, due to the chest they get from radio controlled aircrafts used as the target aircraft in the 1930s [2]. Although it is sometimes encountered with different naming schemes, it is the most accepted and used RPAS (Unmanned Aerial Vehicle System) concept in the literature.

\*Corresponding Author: Arş. Gör. Sezer ÇOBAN  
[sezer.coban@iste.edu.tr](mailto:sezer.coban@iste.edu.tr)

Citation : Çoban, S., Oktay, T. (2018). Legal and Ethical Issues of Unmanned Aerial Vehicles. Journal of Aviation, 2 (1), 31-35. DOI: 10.30518/jav.421644

Unmanned Air Vehicle Systems are reserved for civilian and military use. Civil Unmanned Air Vehicle Systems, hobby purposes together with photography, cargo and so on. It has also been observed that it was also used for transportation purposes. Unmanned aerial vehicles capable of carrying various kinds of fatal and non-fatal aircraft can be called as Armed and Unarmed. The UAVs, which are often used in all armies for intelligent purposes, such as surveillance and target detection, border and smuggling, control of the environment and construction, and so on.

Unmanned aerial vehicles When we look at the historical process, the two countries that stood out are the USA and Israel. Given the operations it has conducted, Israel is the first country to use the UAV for regular discovery in combat. Especially in production, the USA is the country that draws attention. These two countries are seen as pioneers because of their long history.

The emergence of unmanned aerial vehicles lasts until the early 1900's and their mass production coincides with the post-Cold War turnaround. The probable cause is that, in addition to the technological developments, competitive weaponry can be claimed as an endeavor to seek weapons characteristic of strategic importance at the strategic level, without introducing risk to the human life of the West [2]. In the 1960s, the United States came to the forefront with the invisible Unmanned Aerial Vehicle production. In the years of 1973 (Yom Kippur) and 1982 (Syria), we see that Israel uses unmanned aerial vehicles (UAV) to perform missions such as discovery-surveillance, fake target, target deflection (Uyar, 2010). In 1998-1999, unmanned aerial vehicles (UAV) used in active roles in the Kosovo battalion were laser marked to mark the targets and the investigation of exploitation of combat aircraft by expediting the production and spreading the use of the Unmanned Aerial Vehicles [3].

Numerous casualties have been experienced in basic military missions, such as exploration, surveillance and intelligence, especially in the enemy air. During the performance of such duties, a higher level of performance need to be used for tasks such as human life and not being able to tolerate human beings, UAVs have to be used in

these duties. In this respect, the tasks specified with human aircrafts are carried out by UAV systems and the above-mentioned undesirable situations are eliminated. The UAV systems according to the relative tasks to be carried out are equipped with necessary equipment.

## **2. Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)**

The first mature applications in the development history of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Systems are disposable applications in the form of ammunition directed at a specific target, fake aircraft applications mimicking the traces of human aircraft observed in radars, and target aircraft applications for use in air defense shooting training. Following these basic applications, UAV manufacturers have introduced UAV systems that can perform more specific applications. These include biological / chemical / radioactive threat detection, mine search, security corridor opening, and so on. the usage areas can be counted in the front panel.

## **3. International Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Laws**

Aviation rules have emerged in the 20th century. The Chicago Convention (also known as the International Civil Aviation Convention) was signed in 1944 and established the International Civil Aviation Organization (ICAO), the United Nations specialized agency responsible for coordinating and regulating the international air travel. In Article 8 of the Convention, UAV is defined as "Pilotless aircraft". Regarding the UAV, ICAO has undertaken the necessary roles in the framework of the Chicago Convention and published the Communiqué No. 328 for enhancing situational awareness of the UAV. However, it can be argued that there is no international law now in force with the UAV.

### **3.1. Unmanned Air Vehicle (UAV) Law in the USA**

USA is the country where most military and civilian unmanned aerial vehicles are produced and used. As a sector leader, USA's view of the UAV world in terms of law will affect other nations. The FAA estimates that by 2020, there will be around 30,000 unmanned aerial vehicles in the USA



airspace [4]. USA is one of the most influential countries in the world in terms of economic, political and military power. Therefore, the legal arrangements to be made in the United States regarding the unmanned aerial vehicle world would, in a sense, be valid in other countries. I will briefly refer to the FAA before proceeding with regulations on unmanned aerial vehicles. The aviation activities in the USA are carried out by the FAA, which was established in 1958 [5]. The FAA administers the USA airspace.

The FAA granted authority to use the first unmanned aerial vehicle in the USA national airspace in 1990 [6]. At present, they must obtain an FAA authorization to fly a federal or state unmanned aerial vehicle in the US [7]. Once the FAA receives the application for an authorization certificate, the FAA makes and controls the necessary controls to ensure safe air traffic in accordance with FMRA [Dolan and Thompson, 2013: 5]. Civilian users and private companies must obtain special authorization certificates different from public use. These special certifications are currently offered for training, demonstration and flight tests. Finally, in July 2014, the FAA published a document titled "Unmanned Aircraft Operations in the National Airspace System (NAS)" on all national airspace related to unmanned aerial vehicles.

### **3.2. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Law in Turkey**

The basic law on aviation regulations in Turkey is the Turkish Civil Aviation Law numbered 2920 which entered into force on 14 October 1983. The purpose of this law is stated in Article 1 of the Law "to ensure that the activities of the civil aviation field, which is continuously and rapidly developing, applied by advanced technology, speed and safety factors, are organized in accordance with national interests and international relations". In order for a vehicle to be evaluated as an "aircraft" under the Turkish Civil Aviation Law

- aerodynamics,
- airborne storm / storm,
- being unmanned (without crew)
- to provide civil qualifications and

- remote or autonomous operation and controlled by the UAV pilot.

In addition to the UAV elements / features listed above, Unmanned aerial vehicle coverage has been determined in accordance with article 2 of the UAV directive. The scope of unmanned aerial vehicles as required by Article 2 of the new UAV ordinance;

- flying in the Turkish Airspace;
- Not to be covered by government unmanned aerial vehicles,
- UAVs and systems used only in enclosed spaces,
- Unmanned balloons or similar systems connected to the platform or to any platform and
- Maximum take-off weight is less than 500 gr UAV.

The scope of the new UAV mandate has been expanded to cover the scope of the UAV determined in accordance with Article 2 of the former UAV directive dated 2013.

### **3.3. New Draft Instruction of General Directorate of Civil Aviation**

The Instruction was prepared to determine the procedures and principles regarding the operations of civil drone / UAV systems to be operated or to be used in the Turkish airspace, the characteristics of the persons who will use the systems, the matters related to the flightability of drone / UAVs and the drone / UAV operations.

In the instruction draft, drone / UAVs are divided into 4 different categories according to maximum take-off weights. According to the draft guidelines, many drone / UAV models with a weight of more than 500 grams are considered as unmanned aerial vehicles for civilian use.

1. UAVO between 500 gr and 4 kg,
2. UAV1 between 4 kg and 25 kg,
3. UAV2 between 25 kg and 150 kg,
4. Weight class of 150 kilograms and more is designated UAV3.

Flight requirements and field requirements in the Instruction are determined separately according to this classification. An important innovation coming from the instruction draft of the General Directorate of Civil Aviation is the introduction of insurance for UAVs and systems as long as the operators or

owners fly on Turkish air. Drone / UAV flight details will be provided to the General Directorate of Civil Aviation. This information is included in the form of the flight permit request form. The operator of the Drone / UAV will apply to the General Directorate at least 30 days before the flight scheduled to be arranged to receive a permit to fly and the application will be published by the General Directorate in coordination with the related institutions and organizations and the flight will be completed with the NOTAM [8].

Without obtaining permission from General Directorate of Civil Aviation;

a. In the area of 15 km radius, centered on the designated challenge point of an airport without an altitude, an area of 22 km length in both directions along the runway centerline and 3,75 km wide from both sides, is presented in the enclosed sketch.

b. Heliport, heliped, air park, sea / landing departure areas published in the website of General Directorate, etc. the center is 5 NM (9 km) radius,

c. regardless of the altitude and the crowd too crowded regions (located in Turkey AIP ENR 5.1 section "Prohibited, Restricted and Hazardous Areas", pages 15/23)

d. In military-prohibited areas, prisons and security-restricted areas,

e. It is forbidden to fly with drone / UAV in any class in the areas declared with NOTAM.

As a result, the legal infrastructure for UAVs, which are increasingly used in parallel with technological developments, can not be realized at the same pace. Already follows the process of formation of laws. Although various legal arrangements have been made both in the world and in Turkey till today, it is obvious that the subject will be improved more in all dimensions. As mentioned earlier, one dimension of concern is related to aviation activities, while the other dimension is directly related to human rights. It is estimated that academic discussions on both topics will continue at full speed in the coming years.

#### **4. Law and Ethics in Unmanned Aerial Vehicles**

Technological innovations in the field of information technology, artificial intelligence and rapid developments in robotic engineering are bringing unmanned systems from a science fiction

perspective. And these unmanned vehicles have opened space in the battlefield of the 21st century. [3]. Man is not an entity that is determined or exalted by material production activity only with the achievement of the knowledge of the subject. He is able to appeal to his unconscionable egoism and cruelty in his attitude, which, as the twentieth century's bloody and conflict-filled history shows, often exalts and disqualifies the people outside of himself, while often advocating himself. This is one of the points we are moralizing the Unmanned Air Vehicle Systems. it is desirable to give the impression that the unmanned aerial vehicles are the tools uncovered by the advancement of technology together with the value and security of human life. One of the things that is said and said about the unmanned aerial vehicles positively is the safety of the pilot / crew. However, it is foreseen in the proceeding processes that it is the production of unmanned aerial vehicles on the enemy's side, In order to be able to do this, it is necessary to obtain positive results from working in various fields such as recording progress and artificial intelligence. If this foreseen progress occurs, the rate of attack against unmanned aerial vehicles, which can be camouflaged, will fall seriously. Although it is partially possible to prevent this with counter attacks, it is clear that a few countries with advanced technology will be found in a monopoly. In this case, unmanned aerial vehicles, which can camouflage, and states that establish the safety of their own pilot, will invariably invade the airfields of countries that do not have this technology. the use of unmanned aerial vehicles as a means of war will be carried to another dimension by the use of camouflaged unmanned aerial vehicles.

#### **5. Results**

Unmanned Aerial Vehicles, which emerged as the result of technological developments, are the means that must be maintained together with human beings. In this context, we should not act by considering the rules of law and ethics and remembering that man is the most precious asset. It is difficult to destroy the human being because of ignoring the things he carries for being human. Attempting to copy the characteristics of the human being gives human-specific characteristics to the

machines, but the characteristics of the human being are destroyed. On the basis of this is the point of view of the present day people's consciousness and technique. This issue, which can be taken for a long time in the historical background, is a matter of expanding the debate around the world with advancing technology.

As evaluate ethical issues in Turkey, we have not yet begun to be discussed in the scientific literature and could not find a special place in the academy. However, what makes it possible for a person to distinguish between good and evil is not ethical, independent of morality in practical life. Technique is not independent in predicting a better life. Destroying an area of flesh is nothing but maneuvering and mechanizing man from being a human being. For this reason, whenever science and technique are spoken, ethics is also spoken and discussed. No machine is not more precious than human by keeping in mind the principle of progressive technology that will lead to major changes in human life, morality is a matter of unmanned aerial vehicles in Turkey too should find a place in the academic subjects and literature should be created.

The quest for low cost tries to consolidate the power sovereignty of the countries and to put them into action in terms of ethics and legal warfare. Here, unmanned aerial vehicles are one of the most important issues to be discussed and discussed. With the realization of the expected technological progress, unmanned aerial vehicles that perceive threats will have the mechanism of self-actuation. At this point, the dimension and responsibility of the war must be discussed in terms.

## References

- [1] Karaağaç, C. (2014) İHA sistemlerine genel bakış. Academia.edu. 07 Şubat 2015'de <https://metu.academia.edu/CengizKaraa%C4%9Fa%C3%A7/Papers>.
- [2] Dikmen, M. (Mayıs 2015).“İnsansız Hava Aracı (İNSANSIZ HAVA ARACI) Sistemlerinin Hava Hukuku Bakımından İncelenmesi”, Savunma Bilimleri Dergisi, c.14, s.1.
- [3] Akyürek, S., Yılmaz, M.A., ve Taşkiran, M. (2012). İnsansız hava araçları Muharebe alanında ve terörle mücadelede devrimsel dönüşüm, Bilgesam Yayınları, Rapor No:53. Ankara.
- [4] DARC. (2013). Drones and aerial robotics conference law and policy guidebook. 30 Kasım 2014'de [http://droneconference.org/darc2013\\_guidebook.pdf](http://droneconference.org/darc2013_guidebook.pdf).
- [5] FAA. (2010). A Brief History of the FAA. 03 Ocak 2015'de [http://www.faa.gov/about/history/brief\\_history](http://www.faa.gov/about/history/brief_history).
- [6] Woolery, L. (2014). State of the Drone: FAA Test Sites Take Off. 09 Şubat 2015'de <http://medialaw.unc.edu/2014/11/state-of-the-drone-faa-test-sites-take-off>
- [7] Dolan, A., Thopmson, R. (2013). Integration of drones into domestic airspace:Selected legal issues. 20 Ocak 2015'de <https://nppa.org/sites/default/files/Integration%20of%20Drones%20into%20Domestic%20Airspace%2004-04-13.pdf>
- [8] [http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/tahlaklar/SHT-IHA\(1\).pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/tahlaklar/SHT-IHA(1).pdf) Er.Tar.10.01.2016



Geliş/Received: 01.05.2018 & Kabul/Accepted: 09.06.2018 & Yayınlanma/Published (online): 26.06.2108

## Hava Araçlarında Kullanılan ULB Cihazlarının Güvenilirlik İncelemesi

Ercan KIVANÇ<sup>1\*</sup>, Satılmış ÜRGÜN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uçak Teknisyeni(Hat Bakım, Mekanik/Aviyonik), Pegasus Airlines, 34912, İstanbul

<sup>2</sup>Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Elektrik- Elektronik, Kocaeli Üniversitesi, 41285, Kocaeli.

### Özet

Halk tarafından genelde kara kutu olarak bilinen FDR(Flight Data Recorder) ve CVR(Cockpit Voice Recorder) kayıt cihazları havacılık için çok önemlidir. Havacılıkta FDR ve CVR cihazlarına takılı olarak kullanılan ULB(Underwater Locator Beacon) ise su ile temas ettiğinde belirli bir frekansta akustik sinyal yayan bir sualtı ses vericisidir. Enkazın suya battığı hava aracı kazalarında, arama – kurtarma ekiplerinde bulunan akustik alıcılar vasıtası ile ULB sinyalleri tespit edilir ve kayıt cihazlarının sualtındaki konumları hesaplanır. Bu sayede kayıt cihazlarına ve uçak enkazına ulaşılabilir, kazanın kök nedenlerini bulmak için araştırmalar yapılabilir. Son yıllarda yaşanan bazı uçak kazalarında okyanusa düşen uçakların arama çalışmalarında ULB cihazlarının tespit edilemediği görülmüştür. Havacılık dünyasında sık tartışılan bir konu haline gelen ULB regülasyonları ile ilgili otoriteler bazı değişiklikler yapmışlardır. Bu çalışmada, sualtı akustik doğasının karakteristik özelliklerinden kaynaklanan etkilerin dışında, ULB cihazlarından beklenen performansın alınamamasının olası nedenleri, otoriteler tarafından yapılan değişikliklerin muhtemel etkileri ve hali hazırda problemin devam etmesine neden olabilecek faktörler incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:**ULB; Underwater Locator Beacon, FDR, CVR, Uçak Kazaları

## Reliability Study of ULB Devices Used in Aircrafts

### Abstract

FDR (Flight Data Recorder) and CVR (Cockpit Voice Recorder) devices, which are known as black boxes by the public, are very important for aviation. ULB(Underwater Locator Beacon) is an underwater sound projector which is activated by water immersion and it is attached to FDR and CVR in aviation use. If an aircraft is submerged in water after an air accident, ULB signal can be detected by hydrophones held by SAR teams and then underwater locations of the recorder devices will be calculated. Thus, wreckage and recorders can be found and investigations can be carried out to find out root causes of the accident. ULB devices could not be detected during search operations of some accidents occurred over the ocean in recent years. Authorities have been making some changes to ULB regulations which become a matter of debate in aviation community very often. In this study, possible causes of the unexpected low performance of ULB devices besides the effects originated by natural characteristics of the underwater acoustic environment, potential improvements of changes made by authorities, and existing other factors which may contribute to the problem were examined.

**Keywords:**ULB; Underwater Locator Beacon, FDR, CVR, Aircraft Accidents

### 1. Giriş

Havayolu ulaşımı en güvenli ve en konforlu ulaşım türü olmakla beraber hava aracı kazaları genelde ölümcül olmaktadır. Yaşanan kazalardan sonra hataların kök neden analizini yapmak ve tekrarlanmaması için önlemler almak çok önemlidir. Havacılığın bugünlere gelmesinde bu prensibin payı büyüktür. Kaza sonrasında FDR ve CVR kayıt cihazlarının analiz edilmesi ile beraber uçak enkazı üzerinde yapılan incelemeler araştırmaların temelini oluşturur. Uçağın sular altında kaldığı kaza vakalarında kayıt cihazlarının ve enkazın bulunmasında ULB'lerin görevi çok önemlidir. ULB (Underwater Locator Beacon) ; su ile temas ettiğinde belirli bir frekansta akustik sinyal yayan bir sualtı ses vericisidir. ULB'ler havacılıkta, kara kutu olarak bilinen FDR ve CVR kayıt cihazlarının üzerine monte edilmiş olarak kullanılırlar. Güç kaynağının yettiği sürece sinyal verirler ve enkaz yeri tespit çalışmalarına büyük katkı sağlarlar.[1]

Son yıllarda, ULB'ler okyanus üzerinde düşen uçakların yer tespitinde beklenen performansı verememişlerdir. 1 Haziran 2009 tarihinde AF-447 sayılı Rio De Janeiro – Paris seferini yapan, Air France havayollarına ait Airbus 330 tipi uçağın, 228 yolcu ve mürettebatı ile Atlantik Okyanusuna düşmesinin ardından yapılan arama – kurtarma çalışmaları sonuçsuz kalmış, enkazın bulunması yaklaşık 2 yıl sürmüş ve bu çalışmalar 40 milyon dolara mal olmuştu. Bu olayın ardından ULB cihazlarının güvenilirliği tartışılmaya başlanmıştır.

Yapılan çalışmaların ardından havacılık otoriteleri ULB regülasyonlarında bazı değişiklikler yapmış, FDR ve CVR kayıt cihazlarına takılı olarak kullanılan ve 37.5 KHz frekansında çalışan ULB'lerin batarya ömürlerinin 30 günden 90 güne çıkarılmasına ve 8.8 KHz frekansında çalışan ayrı bir ULB'nin de uçak gövdesine takılmasına karar vermişlerdir.

ULB'lerin uçaklarda kullanılması ilk olarak 1968 yılında tartışılmaya başlanmıştır. 1968 yılında Amerikan havacılık otoritesi FAA, Dukane Corporation adlı şirkete bir ULB tasarlatmış, sualtı ortamında kaza benzetimi yapılarak test etmiş ve sonuçlarını açıklayan bir rapor yayınlamıştır. Bu cihaz tasarım özellikleri ve kullanım şekli ile havacılık endüstrisinde kullanılan ULB'lere çok benzemektedir[2]. ULB cihazlarının FDR ve CVR cihazlarına takılması 1977 yılında zorunlu hale getirilmiştir.[3,4].

Literatürde ULB'lerin geliştirilmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur fakat çalışma prensibi olarak çok fazla değişime uğramamışlardır. 1976 yılında yapılan bir tasarımda piezo seramik kristal ve entegre devre osilatör kullanılarak hem menzil arttırılmış hem de daha ucuz bataryaların kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır. Yinede o zamanın teknolojisi çalışma süresini 36 saat ile sınırlamıştır[5].

Günümüze kadar yapılan diğer çalışmaların genelde optimizasyona yönelik olduğu görülmektedir. 1990 yılında yapılan bir çalışmada

konvansiyonel ULB'lerin problemi olan; sinyal seviyesinin kısıtlı güç imkânları nedeniyle, gürültü seviyesinin altına düşerek tespit edilmesinin zorlaşması durumuna çözüm önerilmiştir. Bunu, darbe modülasyonlu sinyal yerine geniş spektrum kodlu, faz kaydırma modülasyonlu sinyal kullanarak yapmıştır. Bu sayede verici gücü düşük tutulmakta, sinyalin gürültü içine gömülmesine izin verilmektedir. Böylece batarya daha tasarruflu kullanılmıştır. Eşsiz geniş spektrum kodlu sinyal çok zayıf olsa bile alıcı tarafından tespit edilebilir [6].

2010 yılında yapılan başka bir tasarımda ise ULB, FDR üzerine monte edilmiş olan kapalı bir koronak içine alınmıştır. ULB bataryası sisteme bağlanarak sürekli şarjda tutulmuş ve şarj durumu izlenerek kayıt altına alınmıştır. Bu çalışmada olası bir kaza durumunda ULB'nin daha az hasar alması amaçlanmış ve bataryayı her zaman tam güçte tutmak istenmiştir[7].

2012 yılında yapılan diğer bir çalışmada, ULB 'nin büyük ve derin okyanuslarda verimli çalışabilmesi için; boyutlarının küçük, batarya ömrünün uzun ve tüm yönlü yayılım özelliğinin olması gerektiği belirlenmiştir. Bu ihtiyaçlara cevap veren bir tasarım yapmak için Helmholtz Prensibinden faydalanılmıştır. ULB 'nin gövde yapısı değiştirilerek, etrafına piezo elektrik transdüser gömülü olan ve içine su giriş çıkışı olan bir boşluk oluşturulmuştur. Akustik dalga bu sistemle üretilmesi sağlanmıştır[8].

2013 yılında, ULB 'nin içine entegre bir basınç sensörü yerleştirilerek optimizasyon çalışması yapılmıştır. Bu sensör ULB'nin bulunduğu lokasyonda su basıncını ölçerek derinlik kestirimi yapar. Buna göre güç ve darbe tekrar optimizasyonu yaparak bataryayı daha tasarruflu kullanmayı amaçlar. Bu sayede arama kurtarma çalışmaları için daha uzun bir zaman sağlar[9].

2015 yılında yapılan bir araştırmada ise daha karmaşık ve gelişmiş bir ULB tasarımı yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ULB'ye bir INS (Inertial Reference System) sistem entegrasyonu yaklaşımı denenmiştir. INS sistemi üzerine takılı olduğu aracın manevrasını Newton'un hareket yasasına göre ölçer. INS hata payının ise kabul edilebilir limitler içinde olduğu tespit edilmiştir[10].

ULB bataryasını daha tasarruflu kullanmak adına yapılan çalışmalara bir yenisi 2016 yılında eklenmiştir. Bu çalışmada uçaktaki GPS bilgisi kullanılarak coğrafi konum bilgisine ulaşılır. Sistemde her konum için güneşin doğuş ve batış saatlerini güncel olarak tutan bir hesaplayıcı bulunur. Uçağın mevcut konumundaki havanın aydınlanma ve kararırma vakitleri ULB'nin çalışmasını ve durmasını tetikleyen bir kontrolöre iletilir. Bu sayede ULB'nin arama kurtarma faaliyetlerinin yapılamadığı karanlık vakitlerde boş yere çalışması engellenmiş olur[11].

Bu çalışmada, sualtı akustik doğasının karakteristik özelliklerinden kaynaklanan etkilerin dışında, ULB cihazlarından beklenen performansın alınamamasının olası nedenleri, otoriteler tarafından yapılan değişikliklerin muhtemel etkileri ve hali hazırda problemin devam etmesine neden olabilecek faktörler incelenmiştir.

## **2. Su Altı Bulucu Beacon**

Son yıllarda yaşanan bazı uçak kazalarında, enkazın ve kayıt cihazlarının bulunması oldukça uzun sürmüş, hatta bazıları halen bulunamamıştır. Uçak kazaları halk nezdinde çok dikkat çektiği için, medya aracılığı ile uzun süreler gündemde kalmaktadır. Uçak enkazının ve kayıt cihazlarının bulunamaması, kaza araştırmalarının sonuca ulaşamamalarına sebep olmaktadır. Böyle durumlarda başta kazazede yakınları olmak üzere halkın soruları cevapsız kalmakta, endişeleri giderilememektedir. Ayrıca kazaların kök nedenlerini bulmak, benzer olayların tekrar yaşanmaması için alınacak tedbirlerin temel dayanak noktalarını oluşturduğu için çok önemlidir. Arama çalışmalarının uzamasının başka bir dezavantajı da okyanus gibi derin sularda yapılan arama kurtarma operasyonlarının maliyetlerinin çok yüksek olmasıdır.

Neticede mevcut ULB ve sualtı yer belirleme teknolojilerinin bazı durumlarda yetersiz kaldığı görülmüştür. Değişken ses hızı profili, yansıma, kırılma, saçılma, sinyal zayıflaması, özel yayılım kanalları, gürültü ve doppler etkisi gibi akustik haberleşme için sualtı ortamının doğasından kaynaklanan zorluklar da düşünüldüğünde, teknolojik ve sistemsel işleyişler bakımından

araştırma ve geliştirmeye ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 1. FDR ve ULB

Okyanus üzerinde uçuş yapan bir uçak düştüğünde, yapısal olarak yekpare kalmaması durumunda batmaya başlar. GPS, radar ve uçuş planı bilgileri uçağın son konumu hakkında tahminde bulunmaya yardımcı olabilir. Fakat bu tahminin nokta atışı olması pek olası değildir. Ayrıca uçağın son konumu %100 doğru hesaplanabilir bile, bu bilgi batık enkazın bulunduğu derinliği göstermez. Bu durum, özellikle derin okyanus sularında arama kurtarma çalışmalarını oldukça zorlaştırır. Bazı kazalarda su üzerinde enkaz parçalarının ve yakıt kalıntılarının görüldüğü olmuştur. Fakat bunlar da enkazın konumu hakkında kesin bilgi vermez çünkü birçok vakada enkaz sualtında sürüklenerek çarpışma noktasından uzaklaşmıştır. Karada düşen uçaklarda, enkazın yerini tespit etmeye yardımcı olarak kullanılan ELT (Emergency Locator Transmitter) sistemi mevcuttur. Bu sistem darbe etkisi veya su teması ile aktive olur ve acil durum merkezlerine 3 farklı frekansta elektromanyetik sinyal gönderir. Eğer uçak suya düştü ise, enkaz su üstünde yüzer halde iken, ELT sistemi aktive olursa görevini yapacaktır. Fakat enkaz suya battığında, elektromanyetik dalgalar suda çok hızlı emildiği için ELT sistemi faydasız hale gelir. Bu durumda özel bir sualtı yer tespit cihazına ihtiyaç vardır ve ULB bunun için tasarlanmıştır[12].

ULB sinyali yaymaya başladığı zaman, uçağın bilinen en son pozisyon tahminine göre konumlanmış olan arama kurtarma ekipleri, hidrofonlar vasıtasıyla ULB’den gelen sinyallerin gücünü ve geliş açısını bularak konumunu tespit etmeye çalışırlar. Bu hidrofonlar yönlü (directional) veya yönsüz (omnidirectional) olabilirler. Dalgıç, gemi, denizaltı, ROV ve AUV

gibi çeşitli sualtı araştırma araçları ile kullanıma uygun hidrofon sistemleri mevcuttur.

Ticari hava taşımacılığı yapan uçaklarda kullanılan ULB cihazları piyasada birkaç farklı firma tarafından üretilirler. Neredeyse tamamen aynı olan bu cihazlar, alüminyum kasa, batarya, elektronik devre, transdüser ve aktivasyon switch’i parçalarından oluşurlar[13].



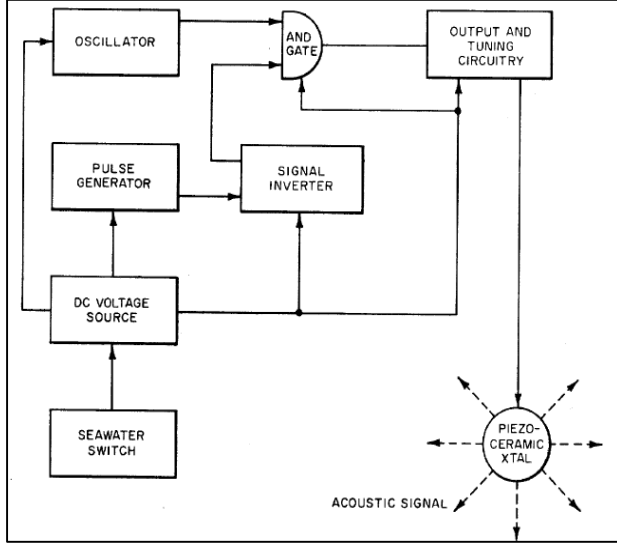
Şekil 2. Underwater Locator Beacon

Tablo 1. DK120/90 modelinin bazı özellikleri

Parametre	Değer
Akustik çıkış (ilk)	160.5 dB re 1 µPa @ 1m
Akustik çıkış (son)	157 dB re 1 µPa @ 1m
Frekans	37.5 ± 1 KHz
Darbe süresi	Min. 9 milisaniye
Darbe tekrar oranı	Min. 0.9 darbe/saniye
Batarya çalışma ömrü	Min. 90 gün
Batarya raf ömrü	6 yıl
Boyut	3.3 cm çap, 9.95 cm boy
Ağırlık	190 gr

Günümüzde kullanılan ULB’ler, ilk örneklerinde olduğu gibi su ile aktive olduğu anda 37.5 KHz frekansında ultrasonik ses sinyalini ortama iletirler. ULB’ler literatürde zaman zaman “pinger” olarak da adlandırılırlar. Pinger’in aktivasyon switch’i,

düşük akımlı tetikleme devresinin bir parçasıdır. Bu devre çalıştığında, osilatör devresi darbe sinyalini üretmeye başlar. Osilatör çıkış voltajının piezo-seramik transdüser halkasına uygulanmasıyla üretilen mekanik titreşim, alüminyum gövde vasıtası ile ortama iletilir.



Şekil 3. ULB Blok Diyagramı[5]

## 2.1 Uçak Üzerinde ULB Bakımı

Uçak üreticilerinin, ULB standartlarına göre belirlenmiş, kullandıkları ULB cihazları için bakım prosedürleri vardır. Uçak üzerinde yapılan bu işlemler, batarya değişimi ve sonrasında yapılan testler ve temizlik işlemleridir. ULB bataryasının ömrü, üreticisine göre değişmekle birlikte, genelde 6 ya da 7 yıl olarak belirtilir. Havayolu firmaları bu süreden önce batarya değişimini yapmak zorundadırlar. Bunun dışında, ulusal otoriteler tarafından mecbur kılınmış veya havayolu firmasının kendi inisiyatifi ile uyguladığı bir kural yoksa ULB'ler başka bir bakım işlemi görmezler[13].

ULB'lerin uçak üzerinde bulunduğu yerler, nem ve kir gibi yanlışlıkla aktivasyona sebep olabilecek etkenlere açıktır. ULB üreticileri, uçak üzerindeki kayıt cihazlarına takılı olan ULB'lerin, 6 – 7 yılda bir yapılan zorunlu batarya değişimi ve testlerin dışında, her iki yılda bir temizlik ve test işlemine tabi tutulmasını tavsiye ederler. Amerikan Ulusal Taşımacılık Emniyet Kurulu NTSB, yaşanan kazaların ardından yaptığı emniyet tavsiyelerinde, havayolu firmalarının, ULB üreticilerinin tavsiye ettiği bakım prosedürlerini

uygulamadığını belirtmiş, batarya ve ULB'nin düzgün bir şekilde çalıştığından emin olmak için, periyodik testlerin planlı bir şekilde yapılması gerektiğini vurgulamıştır[13, 14].

## 3. Uçak Kazası Vakaları

### 3.1 AF447

1 Haziran 2009 tarihinde, Rio de Janeiro'dan Paris'e, 216 yolcu ve 12 mürettebatı ile AF447 numaralı uçuşu yapan, AirFrance şirketine ait Airbus 330-200 tipi yolcu uçağı Güney Atlantik Okyanusu üzerinde kayboldu. Uçağın bazı teknik problemler rapor ettikten kısa bir süre sonra düştüğü anlaşıldı. Kazadan 16 gün sonra, su üzerinde yüzen birçok enkaz parçası bulundu. Uçağın enkazı ise, yaklaşık 2 yıl sonra, 2 Nisan 2011'de, 40 milyon dolar harcanarak yapılan arama çalışmalarının sonucunda bulunabilmiştir. Uçağın düşüş nedeni ise, hava hızını ölçen pitot tüplerinin buz kristalleri tarafından tıkanması nedeni ile uçağın yanlış hava hızı bilgisi algılaması ve takibinde uçuş ekibinin yaptığı yanlış müdahaleler sonucunda uçağın aerodinamik stall'a girmesi olarak açıklanmıştır. 10 Haziran – 10 Temmuz arasında yapılan ULB sinyallerini tespit etme çalışmaları sonuçsuz kalmıştır[12,15].

Kazadan 2 yıl sonra bulunan enkazın konumu göz önünde bulundurulduğunda, ULB sinyalini tespit etmek için toplamda 75 km çapında dairesel bir alanı tarayan detektörlerin, 22 ve 23 Haziran tarihlerinde, FDR ve CVR 'nin buldukları bölgenin yakınından geçmesine rağmen, herhangi bir ULB sinyali tespit edilememiştir[16].

Kazadan sonraki arama kurtarma sürecinde, ULB'lerin çalışıp çalışmadığının bilinmesi imkânsızdır. Uçak enkazı bulduktan sonra Fransız havacılık otoritesi BAE, CVR'ye takılı olan ULB'yi incelemiş ve bazı testlere tabi tutmuştur. Yapılan ilk incelemelerde, ULB'nin iç kısımlarına su girmediği, elektronik devre ve piezoelektrik halkanın fiziksel olarak sağlam kaldığı görülmüştür. Yapılan testlerde ise ULB'nin elektronik devresinin arızalı olması nedeniyle, akustik sinyal parametrelerinin olması gereken değerlerden çok uzak olduğu anlaşılmıştır[17].



### 3.2 MH370

8 Mart 2014 tarihinde, Kuala Lumpur'dan Beijing'e, 227 yolcu ve 12 mürettebatı ile, MH370 sefer sayılı uçuşu yapan, Malezya Hava Yollarına ait, Boeing 777-200ER tipi yolcu uçağı Güney Çin Denizi üzerinde kayboldu. Havacılık tarihindeki en kapsamlı ve en maliyetli arama çalışmaları yapılmış olmasına rağmen, kayıp uçak halen bulunamamıştır. Uçağın neden kaybolduğu bilinmemekle birlikte, uçuşun ilk 38 dakikasından sonra uçakla iletişimin kesildiği, fakat radar ve uydu bilgilerinin analizine göre, uçağın 7 saat daha uçtuğu bilinmektedir. 1046 gün süren arama çalışmalarına 17 Ocak 2017 tarihinde son verildiği, Avustralya ulaştırma emniyet otoritesi ATSB tarafından duyurulmuştur. Bu arama çalışmaları boyunca, deniz tabanında 710,000 km<sup>2</sup> alan taranmış ve bunun için yaklaşık 200 milyon dolar harcanmıştır[18].

2 – 17 Nisan arasında yapılan ULB sinyalinin tespit etme çalışmaları sonuçsuz kalmıştır. ULB üreticisinin, ULB'nin tahmini maksimum çalışma süresinin 40 gün olduğunu bildirmesi üzerine arama çalışmalarına son verilmiştir. Bu çalışmalarda birçok farklı sonar sistemi kullanılmıştır. 4 Nisan günü Haixun 01 isimli Çin'e ait arama gemisi, 15 dakika boyunca, 37.5 KHz frekansında, saniyede bir tekrarlayan sinyal aldığını rapor etmiştir. Bir sonraki günde aynı bölgede aynı sinyali 90 saniye boyunca, daha zayıf bir şekilde tespit ettiğini bildirmiştir. Fakat bölgedeki okyanus derinliğinin 4500 metre olması, arama gemisinin tespit derinliğinin 2000 metre civarında olması, ayrıca bölgedeki diğer sonarların ve denizaltı araçlarının hiçbirinin bu sinyalleri algılayamaması nedeniyle, Haixun 01 gemisinin aldığı sinyallerin MH370'in ULB sinyalleri olmadığı şeklinde değerlendirme yapılmıştır. Ocean Shield isimli Amerikan arama gemisi ise, 5 – 10 Nisan tarihleri arasında, frekansları 32-43 KHz aralığında değişen sinyaller algıladığını bildirmiştir. Fakat yapılan analizlerden sonra bu sinyallerin ULB sinyal standartlarına uygun olmadığı anlaşılmıştır. Daha sonra, sonar teçhizatında arızalı bir test kablosu tespit edilmiş, bu kablunun, test için kullanılan ULB'yi aktive etmiş olabileceği, aynı zamanda 37.5 KHz'lik frekansta kaymalara sebep olabileceği

açıklanmıştır. Ocean Shield gemisinin aldığı sinyallerin arıza sonucu ortaya çıkan yanıltıcı sinyaller olduğu şeklinde değerlendirme yapılmış olsa da, bazı uzmanlar, MH370'e ait ULB'lerin kazanın etkisiyle hasarlanıp arızalanmış olabileceği ve bu arızanın da frekans kaymalarına sebep olabileceği şeklinde yorum yapmışlardır[18].

### 3.3 US1549

15 Şubat 2009 tarihinde, US Airways şirketine ait, 1549 sefer sayılı Newyork City – Charlotte seferini yapan Airbus 320-214 tipi yolcu uçağı, kalkıştan 2 dakika sonra Hudson nehrine acil iniş yaparak kırığa uğramıştır. Kazanın nedeni ise uçağın kuş sürüsüne girmesinin ardından motorlarının çalışmayı durdurması olarak açıklanmıştır. Kazanın ardından yolcular ve ekip uçaktan tahliye edilmiştir. Uçağın kayıt cihazları Amerikan Ulusal Taşımacılık Emniyet Kurulu NTSB tarafından incelemeye alınmıştır. Bu inceleme raporlarında, CVR üzerindeki ULB ile ilgili bazı bulgular vardır. ULB bataryasının son kullanma tarihi Ekim 2009 olmasına rağmen, yapılan testlerde ULB'nin çalışmadığı, batarya zayıf ikazı alındığı görülmüştür[19].

### 3.4 Air India Flight 182

23 Haziran 1985'de, 182 numaralı Toronto-Delhi seferini yapan, Air India firmasına ait, 307 yolcu ve 22 mürettebat taşıyan, Boeing 747 tipi yolcu uçağı, bombalı suikast sonucu havada parçalanarak Atlantik Okyanusuna düşmüştür. Enkazın bulunduğu bölgenin belirlenmesinin ardından, FDR ve CVR cihazlarını bulmak için 3 gemi görevlendirilmiştir. Bu bölgedeki su derinliği yaklaşık 2000 metre, deniz tabanı ise düzdür. Kazadan 11 gün sonra arama gemilerinden biri, frekansları 39 – 42 KHz aralığında değişen iki farklı ses sinyali aldığını belirtmiştir. ULB üreticisinden alınan tavsiye ile ULB transdüserinin almış olabileceği hasardan dolayı, olması gerekenden daha yüksek frekanslarda sinyal üretebileceği, fakat darbe tekrar oranının değişmeyeceği anlaşılmıştır ve sonar frekansının üst limiti 45 KHz'e yükseltilmiştir. Kazanın 17. günü CVR, 18. günü de FDR bulunmuştur[20].

Yaklaşık 9500 metre irtifada uçarken, bomba patlaması sonucu okyanusa düşen uçakta ULB

cihazları sağlam kalmıştır. Okyanus şartlarının da elverişli olması ile birlikte FDR ve CVR konumları ULB sinyalleri sayesinde tespit edilmiştir.

### 3.5 MS804

19 Mayıs 2016 tarihinde, Mısır havayollarına ait, MS804 numaralı Paris – Kahire seferini yapan, 56 yolcu, 7 mürettebat ve 3 güvenlik görevlisi olmak üzere 66 kişi taşıyan Airbus 320 tipi uçak Akdeniz’de düşmüştür. Uçak, çeşitli bölgelerinde duman olduğuna dair ikaz verdikten kısa bir süre sonra radardan kaybolmuştur. Uçağın düştüğü bölgede su derinliği yaklaşık 3000 metredir. Enkazın su altındaki konumu 15 Haziranda tespit edilebilmiştir. 16 Haziranda CVR, 17 Haziranda ise FDR bulunmuştur. Deep Ocean Search adlı şirkete ait olan gemiden, 3000 metre derinliğe indirilen ROV, ULB’lerden gelen sinyali tespit edip, yön ve mesafe hesabı ile konum belirlemesi yapmıştır. Kaza raporları henüz açıklanmadığından uçağın kesin düşüş nedeni bilinmemektedir. ULB sinyallerinin, batarya gücünün bitmesine birkaç gün kala tespit edilebildiği gözden kaçırılmamalıdır[21,22].

### 4. Derleme

1980 – 2010 yılları arasında, derin sulara düşen ve araştırmaları BAE tarafından yapılan 27 uçak kazası vardır. Bu kazalarda kayıt cihazları üzerinde bulunan 52 ULB’den 5 tanesinin çalışmadığı ifade edilmiştir. Bu kazalara AF447, MH370, US1549 kazaları ve bazı diğer kazalar dâhil değildir. Ortalama olarak yılda bir kez derin sulara düşmeyle sonuçlanan uçak kazası yaşanmaktadır[15].

Derin sularda düşen uçakların ULB arama çalışmalarının başlangıcında dahi, gecikmelere neden olabilecek birçok faktör vardır. Bunlar; son pozisyon bilgisinin doğruluk derecesi, kaza bölgesinin uzaklığı, kazadan kurtulan olma ihtimali ile arama kurtarma çalışmalarına önce bu yönde ağırlık verilmesi, ULB arama ekipmanları ve personellerin gölgeye ulaştırılması ve hava durumu gibi etkenlerdir. ULB arama çalışmalarında ortalama olarak günlük 100 km<sup>2</sup>’lik alan taranmaktadır. Bu çalışmalara 7. günden sonra başlanıldığı varsayılırsa, 30 günlük süre içerisinde 2300 km<sup>2</sup>’lik bir alan taranabilir. Bu yüzden son

pozisyon bilgisi çok önemlidir. 37.5 KHz frekansında çalışan ULB cihazlarının tespit edilme mesafesi, deniz durumu ve ses hızı profili gibi faktörlerin etkisiyle değişmekle birlikte 2-3 km civarındadır. Yüzeyden arama yapan hidrofonlar, 2 km derinliğe kadar verimli çalışabilirler. Bundan daha derin sularda ise, suya daldırılan sonar teçhizatları gereklidir. Bu sonarlar ile ULB yerinin tam tespiti için birkaç farklı noktadan sinyal tespit çalışması yapılmalıdır. Bazı durumlarda ULB uçak enkazının altında kalabilir ve bu sinyalin yayılımını negatif etkiler. Diğer bir ihtimalde kaza olduğunda ULB cihazlarının çalışır durumda olmamalarıdır. AF447 kazasında bu iki ihtimal üzerinde durulmuştur[18].

Yapılan bir araştırmada ise, ULB sinyalinin darbe tekrar oranının çok kısa olduğu, bu sürenin uzatılmasıyla bataryanın daha tasarruflu kullanılabileceği belirtilmiştir. Diğer bir araştırmada ise ULB sinyalinin jamming’den etkilenebileceği, ayrıca bu sinyallerin kötü amaçlı kişiler tarafından da tespit edilebileceği ifade edilmiştir[6, 17].

Yaşanan kazalardan sonra otoriteler, ULB bataryalarının ömrünü 30 günden 90 güne çıkarmıştır. Ayrıca düşük frekansta (8.8 KHz) çalışan ULD cihazlarının da uçakların gövdesine takılması kararlaştırılmıştır. Böylece ULB cihazlarının arama çalışmaları daha kapsamlı ve etkili bir şekilde yapılabilecektir. Düşük frekanslı ULD sayesinde, tespit mesafesi yaklaşık 10 – 12 kilometreye kadar arttırılmış, cihaz uçak enkazının altında kalsa bile sinyalinin zayıflama ihtimali azaltılmış ve arama çalışmalarına düşük frekanslı sonar teçhizatına sahip birçok aracın da katılabilmesine olanak sağlanmıştır. ULD’lerin darbe tekrar süresi uzun tutularak, bataryayı daha verimli kullanmaları sağlanmıştır.

Uçaktaki acil durum ekipmanları her uçuş öncesi kontrol edilir. Uçakların günlük bakımlarında da bu kontroller yapılır. ULB, acil durum ekipmanı olarak değerlendirilmese bile, zorunlu bakım periyodunun, benzer sistemlerin bakım periyodundan çok daha uzun olması dikkat çekicidir. Örneğin ELT sistemleri, ULB ‘nin su altında yaptığı işin benzerini karada ve su üzerinde yaparlar. Uçakta sabit ve taşınabilir olmak üzere iki çeşit ELT sistemi bulunabilir. Sabit ELT sistemlerinin çalışma testleri yılda bir, taşınabilir

ELT sistemlerinin çalışma testleri ise 6 ayda bir yapılır. ELT sistemleri, ULB'ye benzer şekilde, tek kullanımlık batarya ile çalışır. Ayrıca ELT ekipmanlarının üzerlerinde, kendi test düzenekleri vardır ve bu şekilde çok hızlı ve basit bir şekilde testleri yapılabilir. ULB cihazlarında böyle bir donanım yoktur ve test edilmeleri için harici bir cihaz kullanılmaktadır.

## 5. Sonuçlar

Otoritelerin ULB minimum batarya ömrünü 30 günden 90 güne çıkarması ve 8.8 KHz frekansında çalışan yeni ULB cihazlarını kullanıma sokması sayesinde, ULB tespit çalışmalarındaki iki ana problem olan kısa menzil ve zaman kısıtlamasına çözüm bulunmuştur.

Yaşanan uçak kazalarına bakılacak olursa, su üzerine yumuşak iniş yapan bir uçaktaki ULB'lerden birinin çalışmadığı görüldüğü gibi, bomba patlaması sonucu denize çakılan bir uçaktaki her iki ULB'nin de sağlam kaldığı ve çalıştığı görülmüştür. Ayrıca AirFrance kazasında, ULB arama ekipmanları, ULB'lerin çok yakından geçmiş olmasına rağmen sinyali tespit edememiştir ve daha sonra yapılan incelemelerde CVR'ye takılı olan ULB'nin arızalı olduğu anlaşılmıştır. Neticede, bazı ULB'lerin kazalar yaşanmadan önce bozulmuş olma ihtimallerinin olması, ULB bakım periyotlarının çok uzun olması, benzer sistemlerde olduğu gibi kolayca test yapmaya imkan veren dahili test düzeneklerinin olmaması, ULB bakımına verilen önemin ve bakım uygulamalarının revizyona ihtiyaç duyduğunun önemli göstergeleridir. Sonuç olarak, ULB cihazlarının uçak üzerindeki bakım faaliyetlerinin daha kapsamlı ve sık bir şekilde yapılmasının bazı riskleri ortadan kaldırmak için faydalı olabileceği anlaşılmaktadır.

Hiç çalışmayan veya istenen performansta çalışmayan ULB'lerin tespiti için uçak üzerindeki bakım faaliyetlerinde olağanın dışında bir uygulama henüz yapılmamaktadır. Bu bakım faaliyetlerinin kapsamının ve sıklığının artırılması, yaklaşık olarak yılda bir kez deniz ve okyanus bölgelerinde uçak kazası yaşandığı düşünüldüğünde, kaçınılmaz bir gerekliliktir. ULB cihazlarına dâhili test tertibatının yerleştirilmesi, akustik radyasyon paterninin bozulması ihtimalini doğurabilir ve kullanımdaki ULB cihazlarının

tümünü değiştirmek zaten maliyet açısından pek uygulanabilir değildir. Daha pratik ve verimli bir bakım için, bakım personelinin rahatça ulaşabileceği, kullanımı kolay ve fazla ağırlık yükü getirmeyen, batarya voltajı, frekans, genlik, akustik basınç seviyesi, darbe süresi ve hatalı aktivasyon gibi önemli parametrelerin takibini yapabilen, harici bir test ve izleme donanımının uçağa takılması uygun bir çözüm olabilir.

## Kaynaklar

- [1] <http://www.nts.gov/safety/safety-recs/recletters/a-15-001-008.pdf>. [Erişim Tarihi: 17-Şubat-2016].
- [2] <http://www.fire.tc.faa.gov/pdf/na68-7.pdf>. [Erişim Tarihi: 20-Ekim-2016].
- [3] [http://rgl.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgFAR.nsf/0/95BF75814BC85D3A85256673004EF515?OpenDocument](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFAR.nsf/0/95BF75814BC85D3A85256673004EF515?OpenDocument). [Erişim Tarihi: 20-Ekim-2016].
- [4] [http://rgl.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgFAR.nsf/0/6875BE9FA3130F2B85256673004EF5DE?OpenDocument](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgFAR.nsf/0/6875BE9FA3130F2B85256673004EF5DE?OpenDocument). [Erişim Tarihi: 20-Ekim-2016].
- [5] Armand Jay Filer, Programmable Underwater Acoustic Beacon, 1976, 3,992,692., *United States Patent*
- [6] Steven M. Shope, Spread Spectrum Underwater Location Beacon System, 1990, 4,951,263., *United States Patent*
- [7] Michael C. Winterhalter, Endre Berecz, Locator Beacon Disposed Internal to an Enclosure of a Flight Data Recorder and Method Therefor, 2010, US 20100063654A1, *United States Patent*
- [8] Walden, Tim Steller, A Transducer for a Locator Beacon and an Underwater Locator Beacon, 2012, EP2735380A1, *EUROPEAN PATENT*
- [9] Jianhua Zheng, A New Design of Underwater Locator Beacon with Integrated Pressure Sensor, 2013, 2013088275 A1, *World Intellectual Property Organization (WIPO)*
- [10] S. S. Wang, H. S. Hung, J. J. Ho, J. X. Ling, C. H. Yeh, "Improving Detection

- Technique for Flight Recorders of the Distress Airplanes Crashed into Ocean by Integrating Inertial Navigation System into Underwater Locator Beacon,”*Journal of Marine Science and Technology*,**23**(4), 467-474, 2015.
- [11] H. Jay Spiegel, Extended Life, Timed Pinger for Aircraft, 2016, US9268310 B2, *United States Patent*
- [12] <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143172650/dissertacao.pdf>. [Erişim Tarihi: 12-Haziran-2014].
- [13] <http://www.radiantpowercorp.com/wp-content/uploads/2015/04/DK120-90-Tech-Manual-03-TM-0063-REV-A.pdf>. [Erişim Tarihi: 30-Ocak-2018].
- [14] <https://www.casa.gov.au/file/151971/download?token=bk9o7Ylr>. [Erişim Tarihi: 17-Ocak-2018].
- [15] [https://www.bea.aero/uploads/tx\\_elyextendt/news/metron.search.analysis.pdf](https://www.bea.aero/uploads/tx_elyextendt/news/metron.search.analysis.pdf). [Erişim Tarihi: 23-Ağustos-2016].
- [16] <https://www.bea.aero/docspa/2009/f-cp090601.en/pdf/f-cp090601.en.pdf>. [Erişim Tarihi: 18-Ocak-2018].
- [17] D. J. Eckman, L. M. Maillart, A. J. Schaefer, “Optimal Pinging Frequencies in the Search for an Immobile Beacon,”*IIE Transactions*, 48(6), 489-500, 2016.
- [18] [https://www.atsb.gov.au/media/5773565/operational-search-for-mh370\\_final\\_3oct2017.pdf](https://www.atsb.gov.au/media/5773565/operational-search-for-mh370_final_3oct2017.pdf). [Erişim Tarihi: 18-Ocak-2018].
- [19] <http://graphics8.nytimes.com/packages/images/nytint/docs/documents-for-the-testimony-of-us-airways-flight-1549/original.pdf>. [Erişim Tarihi: 22-Ocak-2018].
- [20] <https://ia800309.us.archive.org/23/items/ReportOfTheCourtInvestigatingAccidentToAirIndia747On23rdJune1985/ReportOfTheCourtInvestigatingAccidentToAirIndia747On23rdJune1985.pdf>. [Erişim Tarihi: 18-Ocak-2018].
- [21] <http://avherald.com/h?article=4987fb09>. [Erişim Tarihi: 21-Şubat-2018].
- [22] <http://www.deepoceansearch.com/newwebsite/2016/09/09/natoque-penatibus-etiam-magnis-dis-parturient/>. [Erişim Tarihi: 21-Şubat-2018].



Received : 27.03.2018 & Accepted : 16.05.2018 & Published (online) : 26.06.2108

## The Evolution of Crew Resource Management Concept in Civil Aviation

Tüzün Tolga İNAN

Gelisim University, Civil Aviation Vocational School, Department of Civil Aviation Management, İstanbul

### Abstract

The fact that 60% of mortal accidents made by scheduled passenger transports in civil aviation sector are human error initiated and more than 70% is direct cause of human error is reported in past analysis. However, human error can not be reduced to zero. Because human nature has potential to make mistakes in every condition and/or situation, especially stress status. For this reason, it is impossible to reduce the error margin to zero in human factor and also minimizing constitutes main theme in this research. The concept of cockpit/crew resource management (CRM) in civil aviation was first introduced by National Aeronautics and Space Administration (NASA) in 1979 with aim of improving flight safety by regulating communication principles between flight crews at the beginning. Today, the concept has been further developed and a significant part of civil aviation trainings. In this research, the concept of CRM is divided into five generations under the name of cockpit and cabin resource management. The concept of CRM, which has been exposed to great criticism in previous generations has become a concept that needs to be included in the curriculum of staff trainings. Especially flight crews in all airlines, the concept of CRM has become more and more relevant with the analysis of error management in fifth generation more deeply. In conclusion compilation technique is used in this research paper by evaluating different opinions of researchers related with this subject.

**Keywords:** Cockpit Resource Management, Crew Resource Management, Error Management, Human Factor, Troika Error Model.

### 1. Introduction

The roots of cockpit/crew resource management training was emerged in the United States of America with came up as a result of the conference called Resource Management on the Flightdeck which were sponsored by the National Aeronautics

and Space Administration [6]. This conference is the result of NASA's research into causes of air transport accidents. The research presented at this conference; most of the air accidents have been defined as mismanagement, interpersonal

\*Corresponding Author: Dr. Öğr. Üyesi Tüzün Tolga İNAN  
[ttinan@gelisim.edu.tr](mailto:ttinan@gelisim.edu.tr), [tolgainan83@gmail.com](mailto:tolgainan83@gmail.com)

Citation : İnan, T.T, (2018). The Evolution of Crew Resource Management Concept in Civil Aviation. Journal of Aviation, 2 (1), 45-55. DOI: 10.30518/jav.409931

communication, decision making and leadership mistakes. The concept of cockpit/crew resource management (CRM) in the negotiations was applied to the training process of flight crews in order to reduce "pilot mistakes" by making better use of human factor in the air. Many of the air carriers represented at this meeting are committed to developing new training programs to ensure that human factor of flight operations can be better assessed. Since then CRM training programs have continued to grow in the United States of America and all around the world. Approaches to concept of CRM have continued to evolve every year since the NASA meeting [1]. The focus of this research is; CRM curriculum focuses on the problems encountered while changing the attitude and behavior of the flight team in the context content of CRM concept [2].

In the past two decades, "evolution" has been used to describe changes in CRM. Evolution; as defined officially is the growth and development process which is also suitable for the mission of CRM concept. Similarly, training programs called CRM have different content and focus points. For example, the ever-changing human race justifies definition of different content and focus points (the generation that is temporarily exposed to the concept of CRM is even closer to the concept of *Drosophila* than it is human). For these reasons, our focus here is on the most recent approaches to CRM training and how these new approaches can be further developed [3].

## **2. Theoric Method**

### **2.1. First Generation Cockpit Resource Management**

The first comprehensive CRM program was launched in 1981 by United Airlines from the United States of America. The training was developed with help of consultants who were developed training programs for companies seeking to improve management effectiveness. United Airlines' program was modeled similarly to a training called "Managerial System" which were developed by psychologists Robert Blake and Jane Mouton (13).

The training was conducted in an intensive seminar arrangement. Identification of participants' own administrative styles is also included. Other airlines of this period have also benefited from the relevant training approaches in management structures. In these programs, it was aimed to correct problems such as the lack of communication young employees especially and the excessive authoritarian behavior of young masters by altering the centrality of approaches. National Transportation Safety Board (NTSB) has supported this process and found that the lack of decision-making by young crews especially younger captains is one of the factors that caused the United Airlines accident in 1978 (including improper team planning). For this reason, NTSB contributed more to the process of related programs [11].

First-generation CRM training is often focused on general concepts such as psychological testing and leadership. In these trainings, general strategies were defended by cockpit personnel who reflected interpersonal behavior without making appropriate behavioral definitions. In order to clarify more clearly of the concepts specified in most education, non-aviation examples are given. However, since these trainings are planned with related examples, it is determined that the content of CRM is the only training related to concept of communication between pilots, so the trainings should be repeated on an annual basis and samples from the sector should be given. For this reason in addition to classroom training simulated trainings (Line Oriented Flight Training), include which are intended to give full definition of the task systems which crews can put out their personal skills without putting their own lives at risk have also been developed in this period. Nevertheless, despite the general acceptance many of the content training, some pilots thought that these practices have a structure that is more commercializable (in line with the view of "charm school", "attractive education organization") and manipulate of personal abilities [27].

## **2.2. Second Generation Crew Resource Management**

In 1986, NASA organized another workshop for civil aviation sector [8]. Until the 1990s, the United States of America especially around the world by establishing a number of increasingly airline CRM training in their own initiative published reports on their programs. One of the conclusions drawn by workgroups at meetings is CRM training can not be considered a separate component when included in flight training and flight operations. At the same time new generation CRM courses began to emerge in this period. In order to focus on team group dynamics, training in cockpit resource management together with name change in education has received crew resource management. The new curriculum identified and the training program developed by Delta Airways have become more modular and more team-focused, with more specific civil aviation concepts related to analyzed flight operations [14].

In the context of basic education in seminars held mostly; team building, briefing strategies, situation awareness and stress management. By examining certain modular decision-making strategies in this training program, the reasons for catastrophic failure can be explored in a better way. To illustrate the concepts in the curriculum, non-interest-related samples were included in civil aviation. The number of participants in second generation courses was higher than that of first generation courses. However, the criticism that education was filled with "psycho babble" and "unnecessary contents" continued as in first period. For example, in the context of group dynamics, concept of "synergy" was considered by the participants as a meaningless concept (irrelevant jargon). Despite all criticism; however, second generation courses have often been included in staff training by airlines in many parts of the World [24].

## **2.3. Third Generation Crew Resource Management - Dissemination Of Training Scope**

At the beginning of the 1990s, many strategies for CRM training were developed. A large number of content that must be fulfilled by the crew such as the organizational culture that determines safety

guidelines in the direction of characteristics of civil aviation system is included in third generation trainings. Trainings have also begun to focus on integrating with technical concepts, skills and behaviors that teams can use to work more effectively. Many airlines have added modules to their training curriculum that refer to CRM issues to use of in cabin automation and equipment. Curriculum content is based on identification and evaluation of human factors. It is aimed to reinforce the airline in technical and human factors together with training contents and to minimize these human errors caused by technical errors with evaluating these factors in the best way.

The development of the CRM concept and the training for flight crews included in more content. Apart from flight crews in third generation CRM concept, trainings have also started to be given other personnel who are license holders in airline such as dispatcher and maintenance personnel. While some airlines provide CRM trainings under a common curriculum, other airlines have also provided tailor-made CRM trainings to better fulfill their leadership role in flight teams. Third generation CRM training is needed to better manage the flight team while the main goal is to reduce rate of human error in the accident.

## **2.4. Fourth Generation Crew Resource Management - Integration and Procedure Basics**

The Federal Aviation Administration (FAA) initiated an advanced qualification program (AQP - Advanced Qualification Program) in 1990 by drastically changing the quantity and quality of flight crew training [12]. AQP is a voluntary program that enables the organization of airlines to develop innovative training in line with needs of organization. With this training facility, airlines need to provide both CRM and line-oriented flight training for all flight teams and integrate CRM concepts into technical training. The major airlines in the United States of America and several major regional airlines have passed the old-fashioned AQP, as expressed in the FAA Regulations sections 121 and 135. In order to complete the transition of the AQP system, detailed analysis of the individual training needs of each type of aircraft with the

airline must be completed and considerations should be given to issues about human factors in all areas of the curriculum. In addition, authorized personnel are required in the area of line operational evaluation (LOE) in order to document crew and evaluate all job descriptions in flight simulations.

Within the context of CRM integration, some airlines have begun to make procedures related to specific behaviors procedure by adding specific modules to training checklists. Relevant airlines are committed to take account of decisions and actions and to ensure that CRM bases are learned, especially in non-standard situations. In the fourth generation CRM, the aim is to solve human error problems as an integral part of flight training. It has been observed that providing a systematic CRM training is very close to realizing the goal of "reducing the probability of failure". Though detailed review with empirical data is not possible, AQP approach has been adopted with consensus among the US airlines in particular to provide improvements in the training and competence of flight crews. However this situation is more complicated than it seems and the problem of human error with the idea consensus has not been solved completely. However before considering fourth generation of CRM, it is clear that what has been accomplished with CRM training in the last two decades has clearly been examined not only completely but also in coming years.

### **3. Findings and Discussions**

**3.1. Verification Of CRM Training:** The answer to the problem that CRM training can accomplish with goals of improving flight safety and efficiency can not be explained in a simple way. For example, the most obvious verification criteria is accident rate per flight is one in a million, which does not indicate everything is alright. The general rate of accidents is very low and variability of training programs does not make it possible to draw strong conclusions about the impact of CRM training in a given period (24). In the absence of a single and dominant benchmark measure for determination of communication principles in aeronautical safety, researchers are unable to establish key criteria to better identify problems [19, 20].

The reports of weather events do not result in accidents but have an error component which is a different measure. In the past reporting of such events was voluntary. Today however, it is not necessary to end up with an accident in order to investigate an event in direction of briefings and inspections that have been done after each other. Of course the investigation made is less detailed than one carried out after incident resulted in an accident. The most accessible and logical consequences can be achieved in an emergency situation as a result of attitude and behavior of flight crew in cabin. During simulation training in which full job description is performed, official evaluation line operation evaluation system (LOE) is not sufficient to get over difficult conditions. The fact that flight team is well coordinated when evaluated by simulation system under hazardous conditions does not mean that they can show the same coolness during normal line operations. The result is that most useful data can be obtained under hazardous conditions by examining faults at the end of each accident [15].

It can be observed that data obtained from such inspections can provide desired improvement in flight safety in direction of LOFT and CRM training [19]. Observed findings are consistent with the participants' educational evaluations. Flight teams completing course assessments report that LOFT and CRM training is effective and efficient [19]. The attitude of flight team in terms of trainings represents another indication of positive effect as it reflects cognitive aspects of defended concepts. Since attitudes are not an excellent predictor of process orientation, it is unlikely that those who interpret inappropriate attitudes as inappropriate under concept of CRM will be able to strive for regulatory compliance. Nevertheless, measured attitudes to assess impact of CRM concept outside of subjective criteria; air accidents and objective phenomena that play a role in weather events [19, 18]. The fact that attitudes are expressed in terms of subjective outcomes such as air accidents and weather events has changed flight team's attitudes towards CRM training more positively [20].

**3.2. CRM Does Not Reach Everybody:** Only a small audience from the first generation courses to day to day did not find content of CRM training



inaccurate and incomplete. Errors related to CRM training are available on all airlines. Because error of human factor can not be reduced to zero. However, when these mistakes are known by the management and necessary determinations are made, related errors can be corrected thanks to CRM concept [20].

Especially CRM trainings designed for cabin crew have not proved to be fully effective. Although the content of CRM curriculum is approved by majority of cabin crews, all rules are not adopted in general terms. For example according to pilots, many airlines have introduced CRM modules for use of cockpit automation according to instrument flight rules. However, pilots consider that these modules should be given according to the flight rules in context of the CRM curriculum. Experts who designed the trainings found that it was appropriate for trainers to prepare their trainings in general and in this way according to the instrumental flight rules of the aircraft. However most of the pilots in preferred orientation of airlines are not affecting the safety element and they are also used visual flight rules to shorten existing route due to fuel consumption, other than instrumented flight rules [25].

**3.3. Acceptance of Basic Concepts may Deteriorate Over Time:** Only a small audience from the first generation courses to day-to-day did not find the contents of CRM trainings wrong and incomplete. Errors related to CRM training are available on all airlines. Because the error of human factor can not be reduced to zero. However, when these mistakes are known by the management and necessary determinations are made, related mistakes can be corrected thanks to CRM concept [20].

Especially CRM trainings designed for cabin crew have not proved to be fully effective. Although the content of CRM curriculum is approved by majority of cabin crews, not all rules are adopted in general terms. For example, according to pilots many airlines have introduced CRM modules for the use of cockpit automation according to instrument flight rules. However, pilots consider that these modules should be given according to flight rules in the

context of the CRM curriculum. Experts who designed the trainings found that it was appropriate for trainers to prepare their trainings in this way in general according to instrumental flight rules of the aircraft. However, most of the pilots in preferred orientation of airlines and not affecting safety factor also use sighted flight rules to shorten the existing route due to fuel consumption other than instrumented flight rules [26].

A few years after the first CRM training was taken, the pilots in the airlines were examined. One of the negative findings of this review; there are disagreements about the acceptance of basic concepts even in the continuing education curriculum for many years [26]. While the causes of these disputes can not be easily determined, speculations about negativity are frequently made. Failure of even one candidate is considered as a general failure based on the evaluation criteria such as the lack of management support determined in the direction of CRM training and the line control aircraft.

Another problem is that CRM training is designed for flight teams and the inclusion of other personnel in training may be devoid of specificity that must be differentiated for all staff depending on working conditions and environment. Systematic practices of error management can be changed especially as trainings are continuously provided from one group to another. Regulation of CRM according to procedure (that is, compulsory implementation of the official CRM directive) means that even if there are different job descriptions, they are common in educational contents. In support of this view, the answers of flight crews can be shown in the question "What is CRM?" For example, the response of flight crews is "training that is designed to best suit the working conditions of motivation elements that will enable us to work better." But even this response is far from showing that the entire education system has been perfectly organized. In these trainings, a job definition should be acted within the team spirit is far from individuality of civil aviation that is wanted to be explained. However in many unfavorable conditions, errors are loaded into flight teams so that basic logic of CRM disappears over time and is

considered as a training that includes standard curriculum issues.

### **3.4. The CRM Concept Has Not Been Marketed Well:**

As first and second generation CRM training programs began to multiply and train with other airlines or educational institutions in the World, especially the United States of America by examining the world's many airlines and other airlines. Even in the United States of America which is one of the most important countries in civil aviation sector, CRM curriculum has not provided same incentives in direction of lessons developed to reflect organizational culture and operational problems that differ from airlines to airlines. In fact, training in airlines in the United States of America has been described as less efficient than training in the airlines of other countries. The reason for qualification systems from the fact that trainings are not well prepared in segregated way due to presence of airlines that implement many transport strategies; including traditional (scheduled), low cost, regional and charter which are contrary to the norms of flight crews.

The Dutch scientist Geert Hofstede defined the dimensions of national cultures, many of which are related to acceptance of CRM training. According to these definitions; countries such as China and many Latin American countries whose cultures are old and strong have argued for necessity of cultural structure that has been under absolute authority of leaders throughout history. The subordinates in these cultures are reluctant to question their superiors' decisions and actions so that they are not perceived as disrespectful. It is very difficult for team members to question their captains when they arrive. There is no collectivist structure in these cultures. In collectivist cultures emphasizing interdependence and priority for group goals for the concept of teamwork and education that emphasizes need for effective group behavior can be easily accepted [7].

On the other hand when there is a strong cultural structure in the United States of America in the first place, the ancestor has been adopted within the cultural structure independently of team and team solidarity. Ancillary understanding is that other

team members are not on front plan and that team and team structure of pilot control is largely dominated by one person and that the other team members are considered as complementary parts. This refers to a system that is clearly defined in terms of procedures with avoid ambiguity and are governed by certain rules as a mastery to specify who they are [3].

In Greece, Korea and many Latin American countries the understanding of teamwork which form the basis of the CRM concept has been adopted based on sound of cultural values. Because the authoritarian understanding is more prevalent in the United States of America that leads to the fact that it is self-centered. This requires flexibility to be more dependent on standardized procedures [27]. Management of cockpit automation is also influenced by national culture. While pilots from culturally normed cultures think that automation should not be questioned, pilots who grow up in societies far from the authoritarian structure that culture norms do not overtake are predicting that previously identified automations could be questioned [23].

Pilots in the United States of America believed that CRM training could damage the safety factor by changing linkage from past to the rule in direction avoidance of uncertainty. For countries outside the United States of America, there is a growing tendency to customize CRM curriculum to incorporate national culture into CRM culture and to be compatible with its cultural heritage. This is an important development for CRM to increase the impact of these countries on airlines. For example; Malaysia Airlines has made CRM concept a part of national culture [15].

Considering the possible responses to CRM training which is tried to be integrated into the cultural structures of many countries with authoritarian structure are examined. Especially the emergence of CRM concept in the United States of America (A certain group of the sector see this system is positive but another part is negative), related with CRM education in the first four generations is determined with the emergence of the fifth-generation CRM approach.

### **3.5. Fifth Generation CRM - Seeking Universal Rational Conception**

In fifth generation CRM, solutions were sought for CRM training that could be approved by pilots of all nations. For example when evaluating CRM concept as a way of avoiding mistakes, we concluded the concept of error management should be included in most parts of CRM training curriculum [15, 17].

Professor James Reason's work has been influential in the study concept of error management in fifth generation CRM [9, 10]. Even if the investigation of human error in concept of error management was the case even for first generation CRM, it was very difficult to analyze this examination objectively and to evaluate it in the communication criteria. Even if previous generation CRM training advocates certain behaviors, the criteria for evaluating and implementing these behaviors were not always clear. Fifth generation CRM is based on a sharper system which was understood and accompanied by proactive organizational support.

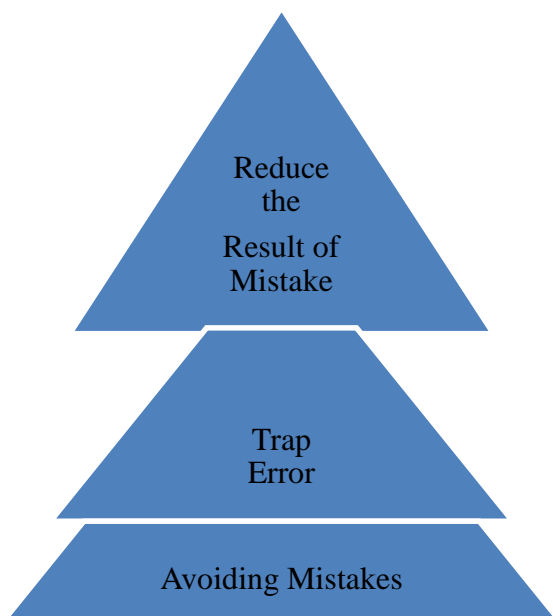
**3.5.1. CRM as Error Management:** The most controversial issue in fifth generation CRM is that human error is inevitable everywhere and it is necessary to minimize these mistakes irreducibly. For example where a mistake is unavoidable, CRM supports the prevention of mistakes within a triple system. First, this system defines how to best comply with rules to avoid errors. Second, it analyzes situations that may cause errors before they are made. Even if there is no error, processes that do not go systematically are regarded as errors. Thirdly and finally, it is necessary to make the necessary stimuli irrespective of the result even in case of faults which can not be detected because the result is not heavy. Troika, which is designed according to the triple system concept is shown below.

For each situation related to the detection of faults, different communication methods are mentioned under the same CRM concept depending on capacitance and type of the aircraft. CRM concept is also related to systemic issues. For example, even when the wrong route is entered into

the flight management computer (FMC - Flight Management Computer), when you think of a forward-looking technology that has succeeded in delivering the flight in a controlled way (CFIT - Controlled Flight into Terrain). A planned briefing on approach procedures and possible hazardous situations can be avoided if combined with the verification of FMC entries. However in the case of a systematic error, planned communication may increase the chances of getting rid of it even is not guaranteed to get rid of accidentally. Errors made by mutual control can be detected before monitoring the system related processes. Finally, it is possible to detect that every stage of the entire process is questionable and monitored in detail and that there is a fault before CFIT.

In order to ensure the acceptance of error management approach, airlines should adopt a punitive but motivating approach when it is necessary to defend against mistakes by developing positive behavior patterns of the time when errors will arise (In this case, an airline can never accept intentional infringement of its rules or procedures). In addition to normalizing faults, strategic steps must be taken to determine the sources of faults in airline's operations. In the United States of America, Federal Aviation Administration (FAA) announced a new initiative, Aviation Security Action Program to encourage case reporting for proactively address airline safety issues [4]. For example, American Airlines co-sponsored the pilot program with the cooperation of pilots with themselves and FAA. This confidential and non-hazardous reporting system allows pilots to report safety concerns and faults. The program has achieved significant success with nearly six thousand reports over a two year period, contributing significantly to civil aviation safety. Significant steps have been taken to prevent or minimize the occurrence of accidents or occurrences in airborne data and events generated by this system.

**Graph 1.** Troika error model



(6).

**3.5.2. Things to Consider for Fifth Generation CRM:**

The fifth-generation instructions aim to develop strategies to better manage and analyze faults [21]. The basis of CRM should be related to determining limits of human performance. Determination of boundaries like examining the nature of cognitive errors; as well as identifying harmful empirical findings that affect the stress, such as fatigue, workload and emergencies. Exploring these issues requires formal training. In this training, it is important that CRM curriculum should be described under each of the same criteria. In these trainings, examples from accidents and events in which human error plays a role can be shown in a striking and educational way. Analysis of human performance is common in all CRM training generations. The CRM concept has become a phenomenon that emerged in fifth generation CRM, where both errors were identified and how positive examples of how they were managed could be more productive as a result.

In particular, it has been observed that pilots working around the world exhibit erroneous attitudes about affected performance as a result of stress. For example, a truly professional pilot has major overhaul in his decision to leave his personal problems in flight and not to be affected by personal

problems especially in emergency situations [15, 2]. The attitude shown in emergency situations is an essential component of professional cultures with pilots and doctors [15]. The attitudes shown are wrong or excessive in direction of beliefs are important factors causing fault. As each individual is exposed to the strase, training given in this direction can make attitudes more professional by minimizing the factors related to personal vulnerability. For this reason, staff with low performance related to stress should adopt CRM training more easily as a precaution against stress.

In theory, the error management approach should provide a more accurate training content for human factors in CRM concept. In addition, this content should continue to be evaluated empirically. Continental Airlines has redesigned both the basic awareness of CRM and its repetitive components under concept of error management. As part of this new design, the entire flight team has been given a basic course within new curriculum. Data on the output of this new curriculum has set out effectiveness of fifth generation CRM training. At the same time, Continental Airlines has launched a new program to educate trainers on identifying and strengthening fault management which has created the primary focus of CRM training [5].

This new program emphasizes that team performance will become more efficient with a good analysis of error handling so that mistakes can be minimized in direction of effective performance. In addition, the terms used in LOFT checklist are used to measure crew performance, including data on error types and error management for use as an organizational evaluation strategy for line control which have been reviewed [22].

Thanks to new program which's name is airline preliminary reviews; the personnel was able to easily analyze faults of observers and sources of these faults with management strategies. As the causes of mistakes are better understood and different qualifications in trainings have made both quality of curriculum better and better understood by trained staff. For example, faults that could not be detected by the crew in old accidents which were resulted in death and/or serious injuries could be

detected by the new program. This is why the focus on error management on LOFT checklist is considered by entire civil aviation community as a common denominator that can provide valuable feedback and support for teams.

### **3.5.3. How to Link Error Management to CRM**

**Research:** Fifth generation CRM is compatible with previous generations. Particularly in the automation use of special training and emphasized in third generation, the leadership role of captains in crew was better handled in this model. The error management approach has reinforced AQP (Advanced Qualification Program) approach in all areas of education by providing an all important demonstration of reasons for emphasizing CRM in all areas of education. In the same way, proceduralization of CRM with technical training ensured that the objectives which included the curriculum were better understood and accepted in the organizational context. Flight crews should also be able to develop more effective strategies for error management when the procedures are incomplete and provide a focus point for situations that are not suitable for proceduralization.

The briefings make to create situational awareness enable better implementation of basic error management techniques in context of training modules. The common content of cabin and cockpit teams training in the same way is to create a culture in which content of safety management is in context of curriculum for all the staff [25]. Finally, clarifying key objectives in CRM training is crucial for a complete understanding the concept of error management.

**3.5.4. Content of CRM concept:** CRM is not the mechanism to remove fault from ground and provide security for a high risk sector, such as civil aviation and it will never happen. The error is an inevitable result of the natural limitations of human performance and functional skills of complex system. CRM is just one of the tools that civil aviation organizations can use to manage an error.

Safety of operations are related with unprofessional and organizationally distressed national cultures. The concept of safety aims to direct these problems to an organizational culture

that proactively deals with errors in professional attitudes [15]. When analyzed in the context of CRM civil aviation system, it is clearer with its contributions and limitations. The human factors observed in this study are that content of education is as strong as first generation of CRM concept [16].

## **4. Conclusion**

CRM trainings, which were formed under the name of cockpit/crew resource management in civil aviation were examined within five generations from the first departure to present day. First generation CRM which began in 1979, has been applied to training courses of flight crews to reduce pilot errors by better using human factor in air under name of cockpit resource management. In second generation CRM cockpit resource management training together with name change in training, crew resource management was named to focus on team group dynamics. In third generation CRM a large number of content, such as organizational culture that determines the safety bases for characteristics of civil aviation system has to be fulfilled. In fourth generation CRM, the aim is to solve human error problems as an integral part of flight training. In fifth generation CRM, solutions were sought for a CRM training that could be approved by pilots of all nations and it was concluded that concept of error management should be included in most of the training curriculum. Nowadays, the criticisms of previous generations have come to an end with fifth generation CRM concept. Fifth generation CRM is still valid and other sectors outside the civil aviation sector are given similar trainings under different headings especially communication, human factor and error management by using different curriculum and content.

## **Acknowledgement**

In crew resource management concept; five phases of the development process is examined. In first phase the concept was named as cockpit resource management however in following phases the concept was named as crew resource management. The concept of crew resource management (CRM) is significant and necessary to

identify the human factor in error management. Because of this I am lucky for finding enough information to write this research article.

**References**

[1] A. C. Merritt, and R. L. Helmreich, Creating and sustaining a safety culture: Some practical strategies. In B. Hayward & A. Lowe (Eds.), *Applied Aviation Psychology: Achievement, change, and challenge*. London: Avebury Aviation, 135-142, (1997b).

[2] A. C. Merritt, and R. L. Helmreich, CRM: I hate it, what is it? (Error, stress, culture), In *Proceedings of the Orient Airlines Association Air Safety Seminar*, Jakarta, Indonesia, April 23, 1996, 123-134, (1997a).

[3] A. C. Merritt, *National Culture and Work Attitudes in Commercial Aviation: A CrossCultural Investigation*, Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin, 1996.

[4] Federal Aviation Administration, *Aviation safety action programs*, Advisory Circular 120-66, Author, 1997.

[5] F. Tullo, Instructor/evaluator training in error management. In R.S. Jensen (Ed.), *Proceedings of the Ninth International Symposium on Aviation Psychology*. Columbus, OH: The Ohio State University. Results of a multination survey, *International Journal of Aviation Psychology*, 7(4), 311-329, 2000.

[6] G. E. Cooper, M. D. White, and J. K. Lauber, *Resource Management on the Flightdeck: Proceedings of a NASA/Industry Workshop*, (NASA CP-2120), Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center, 1980.

[7] G. Hofstede, *Culture's consequences: International differences in work related values*, Beverly Hills, CA: Sage, 1980.

[8] H. W. Orlady, and H. C. Foushee, *Cockpit Resource Management Training*, (NASA CP2455), Moffett Field, CA: NASA-Ames Research Center, 1987.

[9] J. Reason, *Human Error*. New York: Cambridge University Press, 1990.

[10] J. Reason, *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot, U. K: Ashgate, 1997.

[11] National Transportation Safety Board *Aircraft Accident Report: United Airlines, Inc., Douglas DC-8-54, N8082U, Portland, Oregon, December 28, 1978, (NTSB-AAR-79-7)*, Washington, DC: Author, 1979.

[12] R. Birnbach, and T. Longridge, The regulatory perspective. In E. Wiener, B. Kanki, & R. Helmreich (Eds.), *Cockpit Resource Management*, San Diego, CA: Academic Press, 263-282, 1993.

[13] R. R. Blake, and J. S. Mouton, *The managerial grid*. Houston: Gulf Press, 1964.

[14] R. Byrnes, and E. R. Black, Developing and implementing CRM programs. In E. Wiener, B. Kanki ve R. Helmreich (Eds.), *Cockpit Resource Management San Diego, CA: Academic Press*, 421-446, 1993.

[15] R. L. Helmreich, and A. C. Merritt, *Culture at work in aviation and medicine: National, organizational, and professional influences*, Aldershot, U.K.: Ashgate, 1998.

[16] R. L. Helmreich, A. C. Merritt, and J. A. Wilhelm, The evolution of Crew Resource Management training in commercial aviation, *International Journal of Aviation Psychology*, 9(1), 19-32, 1999.

[17] R. L. Helmreich, A. C. Merritt, and P. J. Sherman, Research project evaluates the effect of national culture on flight crew behaviour, *International Civil Aviation Organization (ICAO) Journal*, 51(8), 14-16, 1997.

[18] R. L. Helmreich, A. C. Merritt, P. J. Sherman, S. E. Gregorich, and E. L. Wiener, *The Flight Management Attitudes Questionnaire (FMAQ)*, NASA/UT/FAA Technical Report 93-4. Austin, TX: The University of Texas, 1993.

[19] R. L. Helmreich, and H. C. Foushee, *Why Crew Resource Management? Empirical and theoretical bases of human factors training in*

- aviation, In E. Wiener, B. Kanki, & R. Helmreich (Eds.), *Cockpit Resource Management*. San Diego, CA: Academic Press, 3-45, 1993.
- [20] R. L. Helmreich, and J. A. Wilhelm, Outcomes of Crew Resource Management training, *International Journal of Aviation Psychology*, 1(4), 287-300, 1991.
- [21] R. L. Helmreich, Managing human error in aviation, *Scientific American*, 62-67, 1997.
- [22] R. L. Helmreich, R. E. Butler, W. R. Taggart, and J. A. Wilhelm, The NASA/University of Texas/FAA Line/LOS Checklist: A behavioral marker-based checklist for CRM skills assessment. NASA/UT/FAA Technical Report 94-02, Revised 12/8/95 Austin TX: The University of Texas, 1994.
- [26] R. L. Helmreich, and W. R. Taggart, CRM: Where are we today? In *Proceedings of the CRM Industry Update Workshop*, Seattle, WA, September 12-13, 1995, 1995.
- [27] R. L. Helmreich, A. C. Merritt, and J. A. Wilhelm, The Evolution of Crew Resource Management Training in Commercial Aviation, Department of Psychology, Aerospace Crew Research Project, The University of Texas at Austin, 1999.
- [23] P. J. Sherman, R. L. Helmreich, and A. C. Merritt, National culture and flightdeck automation: Results of a multinational survey, *International Journal of Aviation Psychology*, 7(4), 311-329, 1997.
- [24] R. L. Helmreich, T. R. Chidester, H. C. Foushee, S. E. Gregorich, and J. A. Wilhelm, How effective is Cockpit Resource Management training? Issues in evaluating the impact of programs to enhance crew coordination, *Flight Safety Digest* Arlington, VA: Flight Safety Foundation, 9(5), 1-17, 1990.
- [25] R. L. Helmreich, W. E. Hines, and J. A. Wilhelm, Common issues in human factors and automation use: Data from line audits at three airlines, Austin, TX: NASA/University of Texas/FAA Technical Report 96-1, 1996.



Geliş/Received: 22.02.2018 & Kabul/Accepted: 12.04.2018 & Yayınlanma/Published (online): 26.06.2018

## Havacılık Güvenliğinde Güvenlik Mülakatı Uygulaması

Celil Anıl KORKMAZ<sup>1\*</sup>, Erhan BÜTÜN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi

<sup>2</sup> Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü, Özyeğin Üniversitesi

### Özet

Giderek artan küreselleşme ile tüm ülkelerin birbirine hızlı bir şekilde bağlanması ihtiyacı, havacılık sektörünü yıllar içerisinde ticaretin ana bileşenlerinden biri haline getirmiştir. Sektör kazandığı önem ile de terör gruplarına gittikçe daha çok hedef olmaktadır. Bu nedenle havacılık sektörünü korumaya yönelik alınan önlemler ve gösterilen çabalar büyük önem atfetmektedir. Uçak ile taşınan kargonun taranması gibi yolcuların da güvenlik taramasına sokulması havacılık güvenliğinin sağlanmasında önemli bir tedbir olan güvenlik mülakatı uygulamalarıyla mümkün olmaktadır. Bu makalede güvenlik mülakatı uygulaması ihtiyacının ortaya çıkışı belirtildikten sonra kullanılan uygulamalar irdelenecek ve uygulamalar ile ortaya çıkan çekinceler açıklanacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Havacılık Güvenliği, Güvenlik Mülakatı, Yolcu Ön-Tarama.

## Profiling Application at Aviation Security

### Abstract

The increasing globalization and the need for all countries to connect quickly together has made the aviation industry one of the main components of trade over the years. With the importance that the sector has gained, aviation industry are becoming a big target for terrorist groups. For this reason, the taken measures and efforts to protect the aviation industry attach great importance. Profiling of passengers, such as screening of cargo carried by airplanes, is possible through profiling applications, an important measure in ensuring aviation security. In this article after specify the emergence of the need to profiling application, the applications used will be examined and the drawbacks that arise in the use of the applications will be explained.

**Keywords:** Aviation Security, Profiling, Passenger Pre-Screening.



## 1. Giriş

Her devlet için kritik öneme haiz sektörlerden biri olarak değerlendirilen havacılık; yaratmış olduğu gurur, saygınlık ve küresel ekonomik etkinin bir sonucu olarak devletler tarafından ulusal bir sembol olarak görülmektedir. Günümüzün küreselleşmiş dünyasında, malların hava yoluyla bir yerden başka bir yere gönderilmesi ihtiyacının havacılığı bir zorunluluk haline getirdiği aşikardır. Böylece malların istenilen sınırlar içerisinde taşınması kolay ve daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Yükselen ticaret hacimleri sonucu malların bir yerden bir yere gönderilmesinin hız kazanması, havacılığın ön plana çıkmasına ve bunun sonucunda da ekonomik büyümeyi destekleyen kritik bir sektör olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Havacılığın ekonomik hayata yaptığı katkılara ait veriler incelendiğinde, 2016 yılında havayolları ile küresel ticaretin yaklaşık % 35'ine denk gelen 53.9 milyon metrik ton mal taşınmış olup bu miktar da yılda 5,5 trilyon dolar veya her gün için 15,3 milyar dolar değerinde mal demektir [1].

Hızı sayesinde dünyayı daha küçük bir yer haline getirmesi ve bunun ekonomik büyümeye ciddi bir katkı sağlaması, sahip olduğu alt ve üst yapı tesisleri ile işlevsel açıdan büyük önem taşıması ve bunların zarar görmesi ile olumsuz ekonomik etkilere neden olacağı gerçeği, havacılığın, teröristler için cazip bir hedef olmasına neden olmaktadır [2].

Doğrudan ve dolaylı olarak havacılık faaliyetleri kapsamına giren insanların, hava araçlarının ve hava taşımacılığı alt yapısının sabotaj ve terörist saldırılar gibi suç unsuru taşıyan ve bilinçli olarak yaratılmış tehlikelerden korunması ile ilgili faaliyetleri ve bunun için gerekli olan kaynakları kapsayan bir kavramı ifade etmekte olan havacılık güvenliği [3] bu yüzyılın başlıca küresel tehditlerinden birisidir ve kesinlikle tedbir alınması gerekmektedir.

Uçağa patlayıcı yerleştirme, uçak kaçırma ve uçak ile sabotaj faaliyetleri gibi havacılık güvenliğine yönelik terör olaylarının istenilmeyen kişiler elindeki yıkıcı etkisinin ne kadar yüksek olduğu uçakların bir ulaşım ve taşımacılık aracı olarak

kullanılmaya başlanılmasından itibaren geçen süre içerisinde gerçekleştirilen eylemlerde açıkça görülmektedir.

Hava yolu vasıtasıyla taşınmakta olan kişilerin ve malların kontrolü amacıyla kullanılan teknolojiler ve buna bağlı metotlar boldur, ancak sistemlerin pahalı, hacimli ve çeşitli olmasından kaynaklı olarak yeterliliği sorgulanabilmektedir. Bu sistemler ile yapılan kontrollere ilaveten devletler ve havacılık güvenliği ile ilgilenen kuruluşlar, ulaşım kontrol noktalarında bulunan şahısların rastgele ve şüpheli bir durum anında davranışlarını gözleyerek, terörist saldırılarını tespit etme ve bunlara engel olma konusunda büyük çaba göstermektedir.

Yolcu ön tarama ya da risk temelli yaklaşım olarak da adlandırılan güvenlik mülakatı; temelde yolcunun davranışlarından, söylediklerinden, pasaportundan, biletinden, bagajından ve beraberinde seyahat ettiği kişilerden elde edilen bilgilerin, şüpheli işaretler olarak adlandırılan bir dizi kriter ile karşılaştırılması ve eşleşme olması durumunda yolcunun mülakata tabi tutulması üzerine kurulu bir güvenlik sistemidir [4].

Bu çalışmada ilk önce gerçekleşen terör eylemleri sonucu ihtiyacı ortaya çıkan güvenlik mülakatı uygulamasının tarihçesi belirtilmiştir. Daha sonra güvenlik mülakatı ve Amerika Birleşik Devletlerindeki uygulamaları irdelenmiş olup uygulamalar sonucu yolcular için ortaya çıkan çekinceli durumlar açıklanmaya çalışılmıştır.

## 2. Güvenlik Mülakatının Tarihçesi

Uçakların terör örgütleri tarafından bir eylem aracı olarak görülmeye başlanmasıyla beraber terörizm, her zaman hava taşımacılığını kendisine ses getirici bir eylem alanı olarak belirlemiştir. Uçakların ulaşım ve taşımacılık amacıyla kullanılmaya başlanması ile birlikte ortaya çıkan güvenlik zafiyetlerinin giderilmesi için alınan önemli tedbirlerden birisi de güvenlik mülakatı uygulamasıdır. Güvenlik mülakatı uygulamasına sebep olan eylemler silsilesi incelendiğinde ise; tarihte ilk bilinen uçak kaçırma eylemi 21 Şubat 1931 tarihinde Peru'lu devrimcilerinin Pan American Airways System posta uçağını ele

geçirerek şehir üzerinde propaganda broşürlerini bırakmak için pilotun Lima/Peru üzerinde uçuşunun sağlanması şeklinde gerçekleştirilmiştir [5]. İlk ticari uçak bombalama eylemi de United Airlines 629 sefer sayılı uçağı ile seyahat eden bir kadın yolcunun oğlu tarafından çocukluk döneminin intikamını almak amacıyla annesini öldürmek ve büyük bir hayat sigortası ödemesi almak için 1955 yılında gerçekleştirilmiştir [6]. Fidel Castro'nun Küba'da iktidar olması ile birlikte Amerika Birleşik Devletleri ile Küba arasındaki siyasal gerilimin yükselmesi sonucu da siyasal güç amaçlı uçak kaçırma eylemlerinin sayısında önemli artışlar meydana gelmeye başlamıştır. 1970'lerin ortalarına kadar olan süreçte Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ve Ortadoğu'daki radikal örgütler davalarını duyurmak amacıyla uçak kaçırma eylemlerini yaygın olarak gerçekleştirdiler. Özellikle 1968 yılında El Al Havayollarına ait 426 sefer sayılı Roma-Tel Aviv uçuşunu gerçekleştirilen uçak Filistin Halk Kurtuluş Cephesi üyeleri tarafından ele geçirildi. Tarihteki en uzun süreli uçak kaçırma eyleminden sonra otoriteler tarafından tehditlere yönelik tedbir alınması gerekliliği belirtildi. Uçak kaçırma eylemlerinin önlenmesine yönelik, Federal Aviation Administration (FAA) ve diğer kuruluşlar, tespit edilen teröristlerin ve uçak kaçırma eylemlerini gerçekleştiren kişilerin özelliklerine ilişkin bilgileri topladı ve inceledi. Araştırmacılar elde edilen bu bilgileri, bir teröristin kimlik tespiti için gerekli ayırt edici özelliklerin bir listesini oluşturmak için kullandılar. Bilimsel, sosyolojik ve psikolojik temelli bir yaklaşım ile güvenlik mülakatının temeli oluşturuldu. Federal Aviation Administration (FAA) tarafından 1969 yılında geliştirilen davranışsal güvenlik mülakatının uygulanması havayollarının takdirine bırakıldı [7]. Profile uyduğu tespit edilen yolcular gizlenmiş silahların tespiti amacıyla araştırıldı uymayan yolculara ise hiç gizlenmiş silah taraması yapılmadı. İdeal olarak, havalimanı personelinin kendi öznel yorumlamasından bağımsız olarak kurulan sistem ile güvenlik mülakatı etkin bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır.

### 3. Güvenlik Mülakatı ve Amerika Birleşik Devletleri Uygulamaları

1980'li yıllarda gerçekleşen uçak bombalama eylemlerine yönelik artan endişe Federal Aviation Administration (FAA) tarafından havayollarının tüm yolculara aşağıdaki iki temel güvenlik sorusunu sormasını istemesine neden oldu [8]:

- Sizden bu uçuşta herhangi bir eşyayı taşımanızı isteyen tanımadığınız birisi var mı?
- Seyahat ettiğiniz eşyalardan herhangi biri, onları paketlediğiniz andan itibaren kontrolünüz dışında bulundu mu?

Sorular temel olarak yüksek riskli bagajları hedeflemek için temel güvenlik tarama önlemleri kapsamında uzun yıllar kullanıldı ancak amacı çok açık olduğu için genellikle eleştirildi [8]. Yine de potansiyel güvenlik tehditlerine karşı yolcu farkındalığını artırmak ve bilinçsiz bir kişiyi uçakta sahibi olmadığı bir eşyayı taşıması için kandırmaya çalışan eylemcilere karşı farkındalık yaratmasını sağlıyordu [8].

21 Aralık 1988 tarihinde Pan Am Havayollarının 103 sefer sayılı uçuşunda içerisine patlayıcı yerleştirilmiş bir radyo terör örgütü üyeleri tarafından çanta içerisine konularak uçağın bagaj kısmına verildi ve İskoçya'nın Lockerbie kasabası üzerinde zaman ayarlı bombanın patlatılarak uçağın infilak ettirilmesi ile sonuçlanan olayda seyahat eden herkes öldü. Maalesef bu olayda uçağa çantanın verilmesini sağlayan kişinin uçak ile seyahat etmediği ortaya çıktı. Yolcu ve Bagaj Uyuşması, yaşanan bu acı trajediden sonra, bagaj içerisine yerleştirilmiş patlayıcı ve tehlikeli maddeler için gelişmiş otomatik taramanın mevcut olmadığı bir zamanda uygulamaya sokuldu. Yolcu ve Bagaj Uyuşması uygulaması ile bir uçağa yüklenen bagajın aslında uçağa binen o uçuşun yolcularına ait olmasını sağlamaktır.

Havayolu yolcu taraması için ihtiyaç, 17 Temmuz 1996 tarihinde New York'tan Paris'e uçan Trans World Airlines'e ait 800 sefer sayılı uçağın infilak etmesinin ardından tekrar ortaya çıktı. Yakıt tankı bu trajediye neden olsa da, medyadaki haberlerin de etkisiyle hükümet yetkilileri uçağın teröristler tarafından yok edildiğini düşündü. Korku ve belirsizliğin olduğu bir ortamda 22 Ağustos 1996

tarihinde Başkan Bill Clinton, Gore Komisyonu olarak da bilinen Beyaz Saray Havacılık Güvenliği ve Emniyeti Komisyonu'nun kurulduğunu açıkladı. Komisyon, havacılık güvenliği ile ilgili çözüm gerektiren konular için yöntem belirlemek amacıyla kırk beş gün çalıştı. Komisyon çalışmalarının sonucu olarak nihai raporunu Şubat 1997'de yayınladı ve yolcu profillemesini iyileştirmek için üç adımdan oluşan otomatik yolcu profillemesini açıkladı [9]:

- İlk olarak, FBI, CIA ve BATF tarafından mümkün olan en iyi profillemeye sistemini geliştirmek için gerekli olan bilinen terörist, uçak kaçırma eylemcileri ve bombacılar değerlendirilmelidir. Bu tür bir profilin oluşturulması, havayollarının otomatik yolcu bilgileriyle eşleştirilebilmesi durumunda, havayollarına faydalı olacağı değerlendirilmektedir.
- İkinci olarak, FBI ve CIA tarafından bilinen ya da şüpheli teröristler hakkındaki önemli istihbarat bilgilerinin, istihbaratın veya kaynaklarının doğruluğuna gölge düşürmeksizin yolcu profillemesinde kullanılmasını sağlayacak bir sistem geliştirmelidir.
- Üçüncü olarak, profil oluşturma sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanılmasından doğan özgürlükler sorularına ilişkin bir danışma kurulu komisyon tarafından kurulacaktır.

### 3.1. Bilgisayar Destekli Yolcu Tarama Sistemi (Computer Assisted Passenger Prescreening System (CAPPS))

Birinci nesil bilgisayar destekli havayolu yolcu profillemeye sistemi, Northwest Airlines tarafından Federal Aviation Administration (FAA) tarafından verilen bir hibe kapsamında Gore Komisyonunda alınan kararlar neticesinde 1996 yılında geliştirildi. Bir prototipi test ettikten sonra, Northwest Airlines 1997 yılında Federal Aviation Administration (FAA) aracılığıyla profillemeye yazılımını diğer havayollarının da kullanımına sundu. CAPPS başlangıçta bir profillemeye sistemi değil, daha çok "yönetim aracı" olarak sunuldu.

CAPPS, yüksek güvenlik önlemlerine tabi tutulan yolcuları tanımlamak üzere yaklaşık otuz dokuz veri toplamak suretiyle çalışma prensibi üzerine

kuruldu. Federal Aviation Administration (FAA); ırk, etnisite, din ve cinsiyetin CAPPS analizinde bir faktör olmadığını ancak profillerin etkinliğini ortadan kaldıracağını belirterek işlem maddelerinin gizli kalması gerektiğini belirtmektedir [9]. Belli bir yolcunun profilinin CAPPS sisteminin işlem maddelerini tetiklemesi durumunda, bu yolcu "seçilmiş" biri olarak tanımlanacak olup yolcu varış yeri ve mevcut gelişmiş teknolojinin kullanımını da dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olan ilave güvenlik önlemleri alınacaktır [10].

Ancak güvenlik uzmanları sistemin yetersiz olduğunu belirterek iyi çalışmadığını söylediler ve sisteminin kullanımına yönelik olarak da itirazları iki şekilde ortaya attılar [11]: CAPPS; belirli terörist tehditleri önleme konusunda yetersiz ve sistem tarafından denetlenen tüm kişilerin gizliliğini açık etmesinin yanı sıra anayasaya aykırı bir şekilde insanlar arasında ayrımcılığa da yol açtı.

CAPPS sisteminin belirli terörist tehditleri önleme konusunda yetersiz kaldığının savunucuları bilgisayar destekli bir yolcu tarama sisteminin teröristin şüphelenilmeyen arkadaşı veya akrabasının eşyası içerisine yerleştirilen patlayıcıları ortaya çıkarmak için yetersiz olduğunu ileri sürmekte ve örnek olarak da United Airlines 629 sefer sayılı uçağı ile seyahat eden bir kadın yolcunun oğlu tarafından çocukluk döneminin intikamını almak amacıyla annesini öldürmek ve büyük bir hayat sigortası ödemesi almak için 1955 yılında gerçekleştirdiği bombalama eylemini vermektedir.

Sistem tarafından denetlenen tüm kişilerin gizliliğini açık etmesinin yanı sıra anayasaya aykırı bir şekilde insanlar arasında ayrımcılığa yol açtığını savunanlar ise, CAPPS verilerinin bütünlüğü ile CAPPS kaynaklarının güvenilirliğinin sorgulanabilir olmasını ve terörizm ya da havacılık güvenliği ile ilgili olmayan amaçlar için CAPPS verilerinin diğer kamu kuruluşlarına dağıtılması olasılığı üzerinde durdular.

Özellikle The American Civil Liberties Union (ACLU), CAPPS sisteminin kişisel bilgilerin gizliliği ile ilgili endişeleri artırdığını savunarak alternatif olarak profil oluşturma dışındaki şüpheli

cezai faaliyetlerin somut kanıtlarını belirlemek için güvenlik personelinin eğitilmesi, havayolu personelinin ve havayolu güvenlik çalışanlarının taranması, yabancı havalimanlarında güvenlik standartlarını uygulamak için tedbirler alınması ve havacılık güvenliğini tehlikeye atmadan yolcu mahremiyetini sağlamak için FBI ile kolluk kuvvetlerinin yolcu kayıtlarına erişimini sınırlandırma gibi yöntemlerin uygulanmasını önerdi [12].

### **3.2. Bilgisayar Destekli Yolcu Tarama Sistemi II (Computer Assisted Passenger Prescreening System (CAPPS) II)**

11 Eylül 2001 terör saldırılarından sonra, havacılık güvenliği yetkilileri CAPPS' in yeteneklerini geliştirerek, güvenliğin sağlanması ve yolcu haklarının korunması gibi kapsamlı konuların dikkate alındığı bir sistemin kullanılması için çalışmalara başladı. Buradan hareketle CAPPS II, terörle mücadele etmek ve uçakların başka kişilerce ele geçirilmesini önlemek için 1 Ağustos 2003 tarihinde Transportation Security Administration (TSA) tarafından önerildi. CAPPS II'nin geliştirilmesi için Lockheed Martin firması seçildi. Lockheed Martin firması tarafından geliştirilen CAPPS II, tehlikeli maddelerin ve kişilerin taranmasını iyileştirmek için devlet ve ticari sektör veri tabanlarını kullanmak üzere tasarlanmıştır [9]. CAPPS II, güvenlik değerlendirmesi için yolcu adı, ev adresi, telefon numarası ve doğum tarihi de dahil olmak üzere her yolcunun PNR'sini kontrol ederek yolcuların kimliğini belirlemeyi amaçladı. Elde edilen bahse konu bilgiler ile CAPPS II; yolcunun kimliğini hızla doğrulayacak, ticari sektör veri tabanında mevcut veriler ile devlet veri tabanında mevcut istihbarat bilgilerini kullanarak bir risk değerlendirmesi yapacaktır. Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda da Transportation Security Administration (TSA) yolcu için risksiz, bilinmeyen ve yüksek riskli değerlendirmesini yaparak kırmızı, sarı veya yeşil renkli sayı atayacak ve bu renkli sayı yolcunun biniş kartı üzerinde şifrelenecektir [13]. Kırmızı renkli sayı, bir yolcunun uçakta bulunan insanların fiziksel güvenliğine bir tehdit oluşturduğu ve uçağa binmesine izin verilmeyeceği, sarı renkli sayı, bir yolcunun potansiyel bir tehdit oluşturduğu ve

uçağa binmesine izin verilmeden önce daha fazla güvenlik kontrolünden geçmesi gerektiği, yeşil renkli sayı, bir yolcunun güvenliği tehdit etmediği ve uçağa binmek için herhangi bir engel olmadığı anlamına gelmektedir [14]. Eleştirmenler, CAPPS II ile hava yolu seyahatine ilişkin olmayan ticari sektör veri tabanlarının kullanılarak bir yolcunun anayasal haklarına müdahale edileceğini savundular. CAPPS II kullanımı ile verilen bir takım hatalı kararlar sonucu sisteme muhalif olan kesimler; bahse konu sistem ile hava yolları ile daha güvenli yolculuklar edilemeyeceğini aksine sistemin yolcular için istenmeyen ve olumsuz sonuçlar doğuracağını iddia etti. İddia edilen hatalı kararlar sonucu; General Accounting Office (GAO), CAPPS II'nin geliştirilmesi, işletilmesi ve halk tarafından kabul görmesi ile ilgili olarak belirlenen sekiz maddeden sadece birisinin Transportation Security Administration (TSA) tarafından ele alınması sonucu karşılaşılan problemler ile bu problemleri düzeltici işlemlerin yapılmasını belirten bir raporu [15] yayınladıktan sonra CAPPS II'nin uygulanması Transportation Security Administration (TSA) tarafından durduruldu. Transportation Security Administration (TSA) tarafından düzeltici işlemlerin yapılmadığı ve yolcular hakkında bilgi toplama işlemlerine devam ettiği ortaya çıkınca CAPPS II'nin uygulanması 2004'ün temmuz ayında askıya alındı.

### **3.3. Güvenli Uçuş (Secure Flight)**

Ağustos 2004'te Transportation Security Administration (TSA) yeni nesil bir sistem olan "Secure Flight"ı tanıttıktan sonra programı 2009 yılında uygulamaya soktu ve Kasım 2010'da Amerika Birleşik Devletleri havalimanlarını kullanan tüm hava yollarını programa dahil etme işlemini tamamladı [16]. Secure Flight, uçamaz ve tekrar güvenlik kontrolü gerektiren kişi listelerinin bir terörist tarama veri tabanı aracılığıyla iyileştirilmesini uygulamak üzere tasarlanmıştır. Sistemin Secure Flight olarak tanıtılması terörist riski temelli bir kimlik değerlendirme aracı olarak tasarlanmasından kaynaklanmaktadır. Secure Flight sistemi, ticari sektör veri tabanlarına sadece bir yolcunun gerçek kimliğini doğrulamak ve yalnızca havacılık güvenliği ile ilgili amaçlar için bir risk puanı hesaplamak için erişmektedir. Secure

Flight sisteminin bazı kişileri hatalı tanımlayarak ilave güvenlik kontrollerine sebebiyet vermesi, hatalı tanımlanan kişilerin listelerden kalıcı olarak kaldırılacağını garanti etmemesi, mağduriyet yaşayanlara yönelik tazminat süreçlerinin oluşturulmaması gibi eleştiriler genel anlamda sistem hakkında güvensizlik yaratmaktadır [17].

### **3.4. Kayıtlı Yolcu Programı (Registered Traveler Program)**

CAPPS, CAPPS II ve Secure Flight güvenlik sistemlerinin sahip olduğu eksikler ve yolcu müsaadesi olmadan anayasal haklarına yönelik müdahaleler üzerine oluşan tartışmalar sonucunda genel kabul göremeden uygulamadan kaldırılmak zorunda kaldı. Ancak, havacılık güvenliği için gelişmiş biyometrik teknoloji uygulamalarının geliştirilmeye ve kullanılmasına yönelik çalışmaların bir ürünü olan Registered Traveler Program 2006 yılında test edilmeye başlandı [18]. Program esasen bir kimlik doğrulama çabası taşımakta olup, yolcuları; biyografik ve biyometrik verilerini gönüllü olarak profil oluşturma için razı etmeye davet etmeyi amaçlamaktadır. Bu programa katılmak isteyen yolcular, gönüllü olarak bir ücret ödeyecek ve biyografik bilgi, parmak izi ile iris görüntülerinin biyometrik olarak şifrelediği Registered Traveler kart sahibi olmak için ayrıntılı bir güvenlik kontrolüne tabi tutulacaktır. Program ile minimum güvenlik riski taşıyan yolcuların tespit edilmesi ve daha sonra bu yolculardan elde edilen kazanımlar sayesinde gelişmiş bir güvenlik kontrol noktası deneyimine sahip olmak hedeflenmektedir.

Registered Traveler programının CAPPS, CAPPS II ve Secure Flight'a nazaran tüketici dostu ve nispeten daha şeffaf olmasına rağmen, Registered Traveler programı mahremiyeti yersiz bir şekilde ihlal ettiği ve teröristlerin rahatça terör eylemi gerçekleştirmek için yanlış kimlik tespiti yaptırarak güvenlik önlemlerinin azaltıldığı Registered Traveler olabilecekleri gerekçesiyle eleştirildi [12].

### **3.5. Gözlem Teknikleriyle Yolcuların Taranması (Screening Passengers by Observational Techniques (SPOT))**

Program, havalimanlarında bulunan insanlar arasındaki potansiyel teröristleri hepsi stres, korku ya da yanıltma işareti olan 94 objektif kriter ile belirlemeyi amaçlamakta olup yeterli miktarda kriteri karşılayan yolcular, program kapsamında ek taramaya yönlendirilmektedir [19]. Program 2003 yılından itibaren test edilmeye başlandı ve 2007 yılından itibaren de kullanıma sunuldu. Program, davranışsal gözlem de dahil olmak üzere, suçlu profillemeye yöntemlerine ve davranış değerlendirme stratejilerine dayanan yasa uygulayıcı teknikleri kaynak almaktadır. Ancak bilimsel geçerliliği ve operasyonel faydası konusu ile ilgili program maliyetleri ve devam eden eleştirel sorular, kurulduğu günden bu yana program üzerinde var olan tartışmalarda ana endişe kaynağını oluşturmaktadır.

### **3.6. Ön-Kontrol Programı (Pre-Check Program)**

Davranışsal tespit temelli programlar sert bir biçimde eleştirilirken, düşük riskli yolcuların geçiş işlemlerini hızlandırmak için tasarlanmış güvenilir bir program olan Pre-Check programı kullanıcılar tarafından daha olumlu tepkiler aldı ve 2011 yılında kullanıma sunularak 2012 yılında tamamen faaliyete geçirilmesi sağlandı [20]. Pre-Check programının da biyografik ile biyometrik verilere ihtiyaç duyması ve katılım için ücret gerektirmesi sebebiyle daha önce kullanıma sunulan Registered Traveler programına benzemektedir. Pre-Check programı, biyografik temelli kapsamlı güvenlik kontrollerini tekrar oluşturdu ve Registered Traveler programı gibi bir biyometrik kimlik kartı yayınlamayı onaylanmış bir kişiye, uçuş rezervasyonları sırasında bir seyahat numarası verdi [20]. Programın ciddi anlamda kabul görmesi tarama şeritlerindeki yoğunluğu artırmakta olup bunun da programa üye olmayan kişilerin Pre-Check programına katılımını hızlandırdığı düşünülmektedir.

#### 4. Güvenlik Mülakatı Uygulamaları Hakkındaki Çekinceler

İcra edilmekte olan güvenlik mülakatı uygulamaları üzerindeki tartışmalar ve çekinceler kullanıma sunulduğu ilk günden itibaren süregelmektedir. Uygulamalar hakkındaki çekinceler dört ana konu üzerinde yoğunlaşmaktadır [12].

- Gizlilik ve insan hakları savunucuları güvenlik mülakatı uygulamaları gibi ilave güvenlik önlemlerinin aşırı olduğunu ileri sürmektedirler. Sebep olarak da, 11 Eylül 2001 tarihindeki terör saldırılarını gerçekleştirenlerin uçak ile seyahat edenlerin küçük bir kısmını oluşturduklarını belirtmektedirler. Bundan dolayı güvenlik mülakatı uygulamalarının havacılık güvenliğine tehdit oluşturmayan havayolu yolcularının büyük bir çoğunluğunun gizliliğini ihlal etmektedir.
- Yolculara ait kimlik dosyalarında bulunan bilginin kaynağı ciddi merak uyandırmakta olduğu için güvenlik mülakatı uygulamalarının yolcuları kişisel bilgilerinin kontrolünden mahrum ettiği düşünülmektedir.
- Güvenlik mülakatı uygulamalarının hatalı kararlar verdiği düşünülmektedir. Özellikle isim benzerlikleri ile karşılaşıldığında uygulamaların hatalı karar verdiği görülmektedir. Teröristlerin de kimlik hırsızlığı yaparak uygulamaların hatalı tehdit değerlendirmesi yapmasına sebep vermesi havacılık güvenliğinde ciddi bir kusur yaratacağı değerlendirilmektedir.
- Davranışları veya politikaları Amerika Birleşik Devletleri'nin çıkarları ile çatışan, özellikle Ortadoğu ve Afrika bölgeleriyle bağlantılı olan yolculara karşı önyargılı olduğu ileri sürülmektedir. Bu nedenle, güvenlik mülakatı uygulamalarının yolcuları etnisite, ırk veya din kaynaklı olarak insan haklarına aykırı bir şekilde sınıflandıracağı değerlendirilmektedir.

#### 5. Sonuç

Toplumlarda şiddet ve korku yaratarak insanları huzursuz etmeyi amaçlayan terör örgütlerinin devletler için milli bir simge olan havayolu

taşımacılığına yönelik bir girişimi, eğer yeterli önlem alınmaz ise tahmin edilmesi ve durdurulması zor olup herhangi bir zaman diliminde vuku bulabilmektedir. Bu kapsamda; havayolu ile seyahat eden yolcuların beraberindeki yüklerin harici bir müdahale olmaksızın kontrol edilebilmesi maksadıyla darbeli hızlı nötron analizi, buhar algılama, iz tespiti, köpek timleri, x-ray makineleri, gama ışını, termal nötron aktivasyonu ve radyasyon algılamalı birçok kapsamlı yöntem sürekli geliştirilmekte ve yaygın olarak havalimanlarında kullanılmaktadır.

Havayolu ile seyahat eden yolcuların da güvenlik mülakatı uygulamaları yoluyla ön incelemeye tabi tutulması, beraberlerinde getirmiş olabilecekleri tehlikeli maddelerin tespitine ve verebilecekleri olası zararlara yönelik bir tedbir olarak düşünülmektedir. Çünkü insanların da tehlikeli nesnelere kadar dikkat edilmesi gereken tehlikeli bir yapı olduğu açıktır.

Biyometrik, psikometrik, sosyometrik araçlar vasıtasıyla gerçekleştirilen bahse konu güvenlik mülakatları ile sadece insanların taşıyabilecekleri silahlara değil, aynı zamanda gerektiğinde silah olabilecek insanlara ve onların düşünceleri ile davranışlarına yoğunlaşarak gerçekleştirilmesi muhtemel terör saldırılarının da önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Seyahat eden insanlara ait tüm bilgilere erişim yetkisi olması sebebiyle güvenlik mülakatı uygulamalarının gizliliği ihlal ettiği düşünülse de etkili bir şekilde kullanıma devam edilmesi güvenli bir havayolu taşımacılığı için önemlidir.

#### Kaynaklar

- [1] IATA (2017). Annual Review. Montreal: IATA Publications.
- [2] Iyer B. H., Sarangal S., Need for Increased Security in Aviation in Cargo Sector, International Conference on Law & Regulation of Air Transport and Space Applications, 2012.
- [3] Gerece E., Havacılık Emniyeti ve Havacılık Güvenliği Kavramları Arasındaki İlişki ve Farkların Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma, İstanbul Üniversitesi İşletme

- İktisadi Enstitüsü Dergisi, Cilt no 17, Sayı 54:26-37, 2006.
- [4] <http://www.havacilikguvenligi.com/guvenlik-mulakati-yonteminin-kisa-tarihcesi-profiling/> (Ziyaret Tarihi: 01 Şubat 2018)
- [5] Duchesneau J., Aviation Terrorism Thwarting High-Impact Low-Probability Attacks, Royal Military College of Canada, Division of Graduate Studies and Research, 2015.
- [6] <http://www.nydailynews.com/news/justice-story/justice-story-son-bomb-mom-luggage-kills-44-flight-article-1.1335372> (Ziyaret Tarihi: 03 Şubat 2018)
- [7] Kraus, Douglas, "Searching for Hijackers: Constitutionality, Costs and Alternatives, University of Chicago Law Review, Vol.40 No.2, 383-420.1973
- [8] <http://abcnews.go.com/US/story?id=91316&page=1> (Ziyaret Tarihi: 03 Şubat 2018)
- [9] Kleiner Y. S., Racial Profiling in the Name of National Security: Protecting Minority Travelers' Civil Liberties in the Age of Terrorism, Boston College Third World Law Journal, Volume 30 Issue 1, 103-144, 2010.
- [10] Ravich M.T., Airline Passenger Profiling Systems After 9/11: Personal Privacy Versus National Security, Journal of the Transportation Research Forum, Vol. 44, No. 2, 127-141, 2005.
- [11] Nojeim, G. T., Aviation Security Profiling and Passengers Civil Liberties, Air & Space Lawyer 13, 3-9, 1998.
- [12] Ravich M.T., Is Airline Passenger Profiling Necessary?, University of Miami Law Review, Vol. 62, No. 1,1-53,2007.
- [13] <https://www.globalsecurity.org/security/systems/cappsii.htm> (Ziyaret Tarihi: 09 Şubat 2018)
- [14] Alberto V., Bogatz D., Computer Assisted Passenger Prescreening System (CAPPS II): National Security V. Civil Liberties, Information Sharing and Homeland Security Conference, 2004.
- [15] GAO (2004). AVIATION SAFETY: Computer-Assisted Passenger Prescreening System Faces Significant Implementation Challenges, Washington: GAO Publications.
- [16] GAO (2014). SECURE FLIGHT: TSA Should Take Additional Steps to Determine Program Effectiveness, Washington: GAO Publications.
- [17] <https://www.aclu.org/other/testimony-timothy-d-sparapani-aclu-legislative-counsel-secure-flight-and-registered-traveler> (Ziyaret Tarihi: 10 Şubat 2018)
- [18] Kathleen M., Aviation and Airport Security, 2nd ed., CRC Press, Florida, 2009.
- [19] <https://arstechnica.com/tech-policy/2013/11/despite-lack-of-science-tsa-spent-millions-on-behavioral-detection-officers/> (Ziyaret Tarihi: 11 Şubat 2018)
- [20] Congressional Research Service, Risk-Based Approaches to Airline Passenger Screening, R43456, 2014.

# JAV

e-ISSN: 2587-1676



**JOURNAL**  
**OF AVIATION**

**Volume 2 - Issue 1**

[dergipark.gov.tr/jav](http://dergipark.gov.tr/jav)

**June 2018**

[www.javsci.com](http://www.javsci.com)



**Editörler / Editors**

Prof. Dr. Mustafa Taşkın (Mersin Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman Dursun (Fırat Üniversitesi)

Doç. Dr. Vedat Veli Çay (Dicle Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Er (Fırat Üniversitesi)

**Yayın Kurulu / Editorial Board**

Prof. Dr. Mohd Razif İdris (Kuala Lumpur University, Malaysian)  
Prof. Dr. Simone Sarmiento ( Federal do Rio Grab De Unv. Brazil)  
Prof. Dr. Faruk Aras (Kocaeli University, Turkey)  
Prof. Dr. Sermin Ozan (Fırat University, Turkey)  
Prof. Dr. Mustafa Sabri Gök (Bartın University, Turkey)  
Prof. Dr. Ahmet Topuz (Yıldız Technical University, Turkey)  
Prof. Dr. Mustafa Boz (Karabük University, Turkey)  
Prof. Dr. Nicolas Avdelidis, (Universite Laval, Canada)  
Prof. Dr. Tarcisio Saurin (Federal do Rio Grande do Sul Unv. Brazil)  
Doç. Dr. Matilde Scaramucci ( Estadual Campinas Unv., SP, Brazil)

Doç. Dr. Özlem Atalık (Anadolu University, Turkey)  
Doç. Dr. Önder Altuntaş (Anadolu University, Turkey)  
Doç. Dr. Ferhan Kuyucak Şengür (Anadolu University, Turkey)  
Doç. Dr. Uğur Soy (Sakarya University, Turkey)  
Dr. Öğr. Üyesi Haşim Kafalı (Muğla University, Turkey)  
Dr. Öğr. Üyesi Fatih Koçyiğit (Dicle University, Turkey)  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yeniad (Yıldırım Beyazıt University, Turkey)  
Dr. Öğr. Üyesi Tolga Tüzün İNAN (Gelişim University, Turkey)  
Dr. Hikmat Asadov (Azerbaijan National Aerospace Agency)

**Bu Sayının Hakemleri / Reviewers of This Issue**

Doç. Dr. Eyyüp ÖKSÜZTEPE (Fırat Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Serkan KAYA (Harran Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Ercüment Neşet Dizdar (Karatekin Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KIRCA (Çankaya Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Kasım KIRACI (İskenderun Teknik Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Ferhat AKYÜZ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Haşim KAFALI (Muğla Üniversitesi)  
Dr. Öğr. Üyesi Tolga Tüzün İNAN (Gelişim Üniversitesi)  
Dr. Akın ÖZDEMİR (Bayburt Üniversitesi)  
Dr. Akansel Yalçınkaya (İstanbul Medeniyet Üniversitesi)  
Dr. Hüseyin Erdoğan (Dicle Üniversitesi)  
Dr. Bahri Baran Koçak (Dicle Üniversitesi)

**Journal of Aviation (JAV)** TÜBİTAK ULAKBİM DERGİPARK sistemi bünyesinde faaliyet gösteren Uluslararası Hakemli bir dergidir. Dergide yayımlanan yazıların sorumluluğu yazarlara aittir.

### Dizinler ve Platformlar/Abstracting & Indexing

 <a href="#">Google Scholar</a>	 <a href="#">Index Copernicus</a>	 <a href="#">ASOS Index</a>	 <a href="#">Scientific Indexing Services</a>
 <a href="#">DRJI</a>	 <a href="#">International Scientific Indexing</a>	 <a href="#">COSMOS IF</a>	 <a href="#">Bielefeld Academic Search Engine (BASE)</a>
 <a href="#">Journal Factor</a>	 <a href="#">JIFACTOR</a>	 <a href="#">i2or</a>	 <a href="#">Rootindexing</a>
 <a href="#">Science Library Index</a>	 <a href="#">Academic Keys</a>	 <a href="#">Eurasian Scientific Journal Index</a>	 <a href="#">ResearchBib</a>

### İletişim / Contact

<http://dergipark.gov.tr/jav> - [www.javsci.com](http://www.javsci.com)  
[journalofaviation@gmail.com](mailto:journalofaviation@gmail.com) - [info@javsci.com](mailto:info@javsci.com)  
ISSN: 2587-1676



## İçindekiler

Performance Measurement System (PSM) and Balanced Scorecard (BSC) Strategies Used in The Process Related with Ramp Handling Services of Ground Handling Management (Research Article) <b>Tüzün Tolga İNAN</b>	1-9
Hava Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması (Araştırma Makalesi) <i>Profiling Application at Aviation Security Multi Criteria Decision Making and Goal Programming Methods Using Fuzzy Logic in The Selection of Supplier in Air Defense Industries (Research Article)</i> <b>Yunus AYDIN, Tamer EREN</b>	10-30
Legal and Ethical Issues of Unmanned Aerial Vehicles (Research Article) <b>Sezer ÇOBAN, Tuğrul OKTAY</b>	31-35
Hava Araçlarında Kullanılan ULB Cihazlarının Güvenilirlik İncelemesi (Araştırma Makalesi) <i>Reliability Study of ULB Devices Used in Aircrafts (Research Article)</i> <b>Ercan KIVANÇ, Satılmış ÜRGÜN</b>	36-44
Development of Crew Resource Management Concept in Civil Aviation (Research Article) <b>Tüzün Tolga İNAN</b>	45-55
Havacılık Güvenliğinde Güvenlik Mülakatı Uygulaması (Derleme) <i>Profiling Application at Aviation Security (Review)</i> <b>Celil Anıl KORKMAZ, Erhan BÜTÜN</b>	56-63