

BULANIK MANTIKLA UÇAK İNİŞ SIRALAMASININ YAPTIRILMASI

Emre KIYAK

Anadolu Üniv. Havacılık Y.O. Hav. Elek-Elekt. Böl.
ekiyak@anadolu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05 KASIM 2009, Kabul Tarihi: 10 TEMMUZ 2010

ÖZET

Günümüzde, hava trafik kontrol mesleği, en stresli mesleklerden bir tanesi olarak kabul edilmektedir. Sürekli dikkat gerektirmesi ve hata yapmaya yer olmaması bu mesleğin en büyük dezavantajlarından.

Bu çalışmada, yaklaşma sahasına giren uçaklar için hava trafik kontrolcüye tavsiye veren bir karar destek uygulaması gerçekleştirilmektedir. Girdi olarak uçağın hızı, irtifası ve piste olan mesafesi ele alınmıştır. Bu bilgiler bulanık mantıkla değerlendirilerek uçakların iniş sırası gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, durumu en uygun olan uçak belli bir standarda göre inişini hızlı bir şekilde gerçekleştirecektir. Ayrıca, hava trafik kontrolcüye daha az iş yükü binecek, yanlış kararların önüne geçilebilecektir. Aynı zamanda da uçakların harcadıkları yakıttan tasarruf etmeleri de sağlanabilecektir.

***Anahtar Kelimeler:** Uçak iniş problemi, bulanık mantık, karar destek sistemleri.*

SORTING OF AIRCRAFT LANDING BY USING FUZZY LOGIC

ABSTRACT

Nowadays, job of the air traffic controller is accepted the one of the most stressing job. Continuing attention and not to make mistake are the biggest disadvantage.

In this study, an application of decision support is achieved to air traffic controller giving advice for approaching aircrafts. Velocity of the aircraft, altitude and distance are considered as inputs. Sorting of the aircrafts is achieved using fuzzy logic with this information. By this means, the most suitable aircraft is landed rapidly respect to an certain standard. Moreover, the air traffic controller' workloads are lightened, wrong decisions are prevented. It is also obtained austeriy of fuel.

***Keywords:** Aircraft landing problem, fuzzy logic, decision support systems.*

1. GİRİŞ

Aletli iniş yapan bir uçak en genel halde beş ayrı bölümden geçerek uçuşunu tamamlar. Bunlar sırasıyla varış, başlangıç, orta, son yaklaşma ve pas geçme aşamalarıdır. Hava trafik kontrol, bu beş aşamada uçağın inmesi için pilotu yönlendirir.

Hava trafik kontrol; meydan kontrol, yaklaşma kontrol ve yol-saha kontrol birimlerinden meydana gelmiştir. Meydan kontrolün sorumluluk sahasının bittiği yerde yaklaşma kontrol, yaklaşma kontrolün sorumluluk sahasının bittiği yerde saha kontrol görevi devralır.

Saha kontrolün sorumluluk sahasında başka bir meydana da gidebilir veya komşu bir saha kontrolün sorumluluk sahasına geçebilir.

Meydan kontrol, kontrolleri altında bulunan uçaklara malumat ve müsaadeler vererek meydanın üzerindeki ve civarındaki trafiğin emniyetini temin ve bu trafiğin devamlı akışını hızlandırmak görevini yürütürler. Meydan kontrolörleri, aynı zamanda takside bulunan uçaklarında güvenliğinden sorumludurlar.

Yaklaşma kontrol, uçuşla ilgili seyrüsefer yardımcıları, cihazlar, takat kaynakları, aydınlatma

sistemleri gibi kolaylıkların faaliyetlerini kontrol eder. Aksaklıkların giderilmesi için gerekli birimlere bildirir. İlgili yönergelerde belirtilen usullere göre sorumlu olduğu terminal kontrol sahası içerisindeki görerek ve aletli uçuşları kontrol eder. Sorumluluğundaki uçuşların emniyet ve süratle kontrolü için saha kontrolle gerekli koordineyi sağlar. Kontrolündeki uçuşlarla ilgili kayıt ve uçak bilgilerinin yazıldığı stripleri tutar. Uçaklardan ve radarlardan alacağı hakiki hava durumuyla ilgili bilgileri değerlendirmek üzere pilotlara bildirir. Hava trafik kontrol müsaadelerini alır, aktarır, uçuş planlarını kontrol eder, ilgili yerlere bildirir. Sorumlu olduğu terminal sahası içinde birden fazla meydana varsa aralarında gerekli koordineyi sağlar. Görerek uçuş şartlarında uçan uçaklara gerektiğinde tavsiye hizmeti sağlar.

Saha kontrol, alçalan, tırmanan ve düz uçuş yapan uçaklar ile birlikte, transit geçen uçaklara da hizmet verilir. Alçalma yapacak uçakları, güvenli bir şekilde alçatarak yaklaşma kontrole devreder. Aynı şekilde yaklaşmanın devrettiği uçakları seviyesine tırmandırarak, güvenli bir şekilde uçmalarını sağlar. Yaklaşma ve saha kontrolde birçok kesişen rotalar olduğu için, çok dikkatli bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir [1].

Kontrolörler uçağın çeşitli bilgilerini, strip denen hazır kartlara yazarlar. Bu bilgiler, uçağın adı, seviyesi, gideceği yollar, kalkış ve iniş meydanı, geçtiği bir nokta ve bir sonraki noktaya tahmini varışı ve gerekli olan başka bilgilerdir. Stripleri, kendi önlerinde hazırladıkları boardlarda bir sıraya sokarak uçuşla ilgili düzenlemelerini gerçekleştirirler.

Yapılan işler göz önüne alındığında özellikle saha kontrolcülerin uçakların güvenliği düşünülerek yapılan ayırma işlemlerinde ve yaklaşma kontrolcülerin uçuş planlarını kontrol etmesinde bir karar verme destek sisteminden faydalanması oldukça pratik olabilir.

Bulanık mantığın havacılık alanında pek çok uygulaması bulunmaktadır. Uçuş modu ve uçuş parametre değerleri arasında bir ilişki esas alınarak pilota ekstra olarak durum bilgisi iletiminde, uçuş rotalarında önemli parametrelerin hesaplanmasında, uçağın iniş tertibatında kaymaya önleyici bir sistem olarak desteklenmesinde, uçağın uçuş kontrol sisteminde denetleyici olarak ve uçuş yol planlarının oluşturulmasında bulanık mantığın kullanıldığı görülmektedir.

Kelly ve Painter, pilotlara uçuşla ilgili durum bilgisini geliştirme amaçlı bir yazılım geliştirmiştir. Burada, uçuş yönetiminde olası anormallikler için algılayıcı verileri ve uçağın durum bilgisi otomatik olarak bir bilgisayarda değerlendirilmektedir. Çeşitli uçuş modları için sekiz adet değişkenin durumu takip

edilmektedir. Uçuş modu ve değişkenler arasındaki ilişkiler bulanık mantık kullanılarak değerlendirilmektedir [2].

Burchett, daha geniş bir enerji zarfında ve olabilecek kontrol yüzeyi arızalarını da dikkate alan uçuşta süzülüş rotalarını veren bir algoritma geliştirmiştir. Uçuş fazlarındaki matematiksel hesaplamaların yetersizliğinden dolayı bulanık mantık süzülüş dönüş rotalarındaki önemli parametrelerin hesaplanmasında kullanılmıştır [3].

Ursu ve Ursu tarafından, bir savaş uçağı için bulanık denetleyicinin kullanıldığı kilitlenmeyi önleyici fren sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarında emniyetli ve çabuk durmanın yanında, uçak tekeri ile yol arasındaki sürtünme katsayılarını da dikkate alıp, tekerlerin kaymasını önleyen ve yatay kararlılığı garantileyen fren ayarını yapmayı hedeflemişlerdir [4].

Menon ve arkadaşları tarafından hava trafik yönetimine yönelik bir yazılım programı geliştirilmiştir. Çalışmalarında, bulanık mantık benzetimlerinde kullandıkları her bir uçağın hızı ve hücum açısını kontrol etmede denetleyici olarak kullanılmıştır [5].

Boskoski ve arkadaşları tarafından, bulanık denetleyici bir uçağın modeli için otomatik iniş kontrol sisteminde kullanılmıştır [6].

Bickraj ve arkadaşları tarafından insansız bir hava aracı modeli için bulanık denetleyicinin kazanç ayarlamaları amacıyla kullanıldığı bir uçuş kontrol sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir [7].

Meyer ve arkadaşları tarafından havayolu taşımacılığında büyüyen trafik göz önüne alınarak güvenli bir yönetim için bulanık mantığa dayalı teknolojik sistemlerin kullanılması önerilmektedir [8].

Vijayan ve arkadaşları tarafından dinamik çevresel faktörler göz önüne alınarak çok etmenli uçuş yol planlaması yaklaşımı önerilmiştir. Hava trafik yönetimi açısından böyle bir yaklaşım algoritmasıyla yapılan uçuş rota planlamaları sayesinde yakıt tüketimi, hava şartları, yolcu rahatlığı ve trafik yoğunluğu gibi konularda fayda sağlanacağı öne sürülmüştür [9].

Bu çalışmada, yaklaşma sahasına giren uçakların uygun sırayla indirilmesi için hava trafik kontrolcüye tavsiye niteliğinde bir önerinin, karar destek sistemiyle sağlanması uygulaması gerçekleştirilmektedir. Uçağın hızı, irtifası ve piste olan mesafesi girdi olarak değerlendirilmiş olup, ilk inecek olan uçaktan, son uçağa değin iniş sırasının belirlenmesinde karar destek birimi olarak bulanık mantıktan faydalanılmıştır. Bu sayede, durumu en

uygun olan uçağın hızlı ve belli bir standarda göre inişini gerçekleştirecek olması sebebiyle hem hava trafik kontrolcüsüne daha az iş yükü binecek, hem yanlış kararların önüne geçilebilecek aynı zamanda da uçakların harcadıkları yakıttan tasarruf etmeleri sağlanabilecektir.

2. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, insanın dilsel ve sezgisel doğasını kullanıldığı bir denetim tipidir. Bulanıklaştırma, kuralların oluşturulması ve durulaştırma aşamalarından meydana gelir.

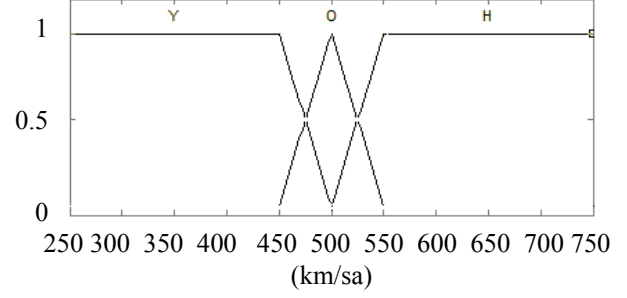
Bulanıklaştırıcı birim, bulanık işlem sisteminin ilk birimi olarak devreye girmektedir. Kesin veya geri besleme sonuçları biçiminde bu birime giren bilgiler, burada bir ölçek değişikliğine uğrayarak bulanıklaştırılmaktadır. Başka bir deyişle; bu bilgilerin her birine bir üyelik değeri atanıp, dilsel bir yapıya dönüştürülerek, buradan kural işleme birimine gönderilir. Kural işleme birimine gelen bilgiler, kural işleme biriminde depolanmış bir şekilde bulunan bilgi tabanına dayalı 'if ... and ... then ... else' (eğer ... ise, ... olsun) gibi kural işleme bilgileri ile birleştirilir. Burada sözü edilen mantıksal önermeler, problemin yapısına göre sayısal değerlerle de kurulabilmektedir. Son adımda; problemin yapısına uygun mantıksal karar önermeleri kullanılarak elde edilen sonuçlar durulaştırıcı birime gönderilir. Durulaştırıcı birime gönderilen bulanık küme ilişkilerinde, bir ölçek değişikliği daha gerçekleştirilerek bulanık haldeki bilgilerin her biri gerçel sayılara dönüştürülür [10,11].

Kesin matematiksel denklemlerin olmadığı, bir modelin ortaya konmadığı sistemlerde çözüm olarak bulanık mantık kullanımı yoluna gidilebilir.

3. BULANIK MANTIKLA UÇAK İNiŞ SIRALAMASI

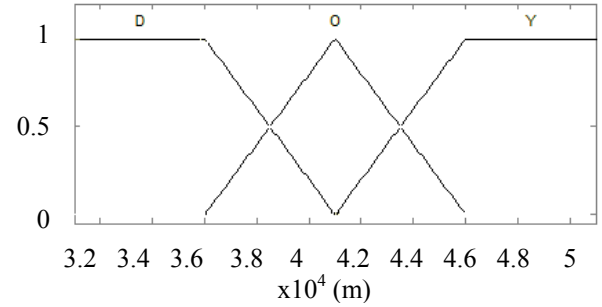
İniş yapacak olan uçakların hızı, irtifası ve mesafesi dikkate alınarak bulanık denetleyici tarafından bir çıkış puanı oluşturulmaktadır. Puanı en yüksek olandan en düşük olacak şekilde iniş sırasının yapılması esastır.

Bulanık denetleyicide giriş olarak kullanılan hız, irtifa ve mesafeye ait üyelik fonksiyonları Şekil 1-3'de, çıkış olarak kullanılan puan üyelik fonksiyonu ise Şekil 4'de görüldüğü gibi tanımlanmıştır. Girişlerde ve çıkışta kullanılan üyelik fonksiyonlarının seçimlerinde, sezgisel yol kullanılmıştır.



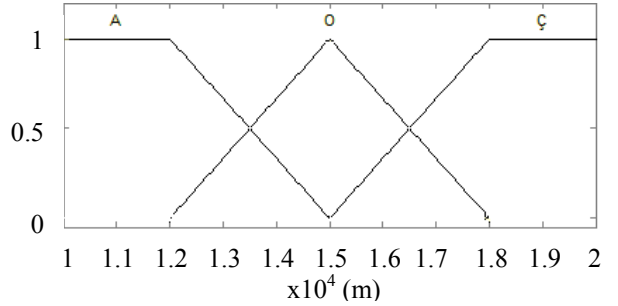
Şekil 1. Hız Üyelik Fonksiyonları

Şekil 1'de Y, O ve H ifadeleri sırasıyla yüksek, orta ve hızlı ifadelerine karşılık gelmektedir.



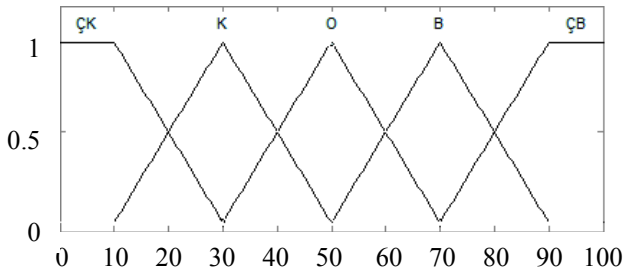
Şekil 2. İrtifa Üyelik Fonksiyonları

Şekil 2'de D, O ve Y ifadeleri sırasıyla düşük, orta ve yüksek ifadelerine karşılık gelmektedir.



Şekil 3. Mesafe Üyelik Fonksiyonları

Şekil 3'de A, O ve Ç ifadeleri sırasıyla az, orta ve çok ifadelerine karşılık gelmektedir.



Şekil 4. Puanlandırma Üyelik Fonksiyonları

Şekil 4'de ÇK, K, O, B ve ÇB ifadeleri sırasıyla çok küçük, küçük, orta, büyük ve çok büyük ifadelerine karşılık gelmektedir.

Toplam yirmi yedi kuralın kullanıldığı kural tablosunda aşığıdakine benzer yapıda kurallar oluşturulmuştur:

‘Eğer uçak yavaş, irtifası yüksek ve mesafesi çok ise, puanlandırması çok düşük olsun.’

Piste yaklaşmakta olan dört uçağın aşığıdaki gibi hız, irtifa ve mesafeye sahip olduğunu varsayalım:

Tablo 1 Yaklaşan Uçaklara Ait Bilgiler

	Hız (km/sa)	İrtifa (m)	Mesafe (m)
1. uçak	524	38300	13200
2. uçak	464	44600	16600
3. uçak	572	46800	13600
4. uçak	392	40300	18100

Bu durumda yukarıda tanımlanan girişleri ve çıkışı esas alan ve yirmi yedi tane kuraldan meydana gelmiş kural tablosunun kullanıldığı bulanık mantık denetleyici ile elde edilen puan değerleri sırasıyla 59, 19, 79 ve 12 olarak bulunmuştur. Bu duruma göre yaklaşma durumundaki bu dört uçak, 3. uçak, 1. uçak, 2. uçak ve 4. uçak şeklinde inişini gerçekleştirmelidir.

Uygulama da uçak sayısından bağımsız olarak bir değerlendirmenin yapılabilir olması en büyük avantajlardan bir tanesidir. Aynı zamanda uçaklara ait bilgiler (uçak tipi, büyüklüğü, uçağın geliş açısı, meteorolojik şartlar vb.) çeşitlendirilebilir. Böylece çok daha sağlıklı kararlar alınabilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde ve ilerleyen zamanda hava trafik kontrolcülerin iş yükleri düşünüldüğünde onların işlerini kolaylaştıran teknolojilerin kullanılması zorunlu hale gelecektir. Uçaklar için öneri niteliğinde bir iniş sıralamasının bulanık mantıkla gerçekleştirilmesi uygulaması, bu amaçla sürekli dikkat ve karar verme zahmetine giren hava trafik kontrolcüler için kolaylık sağlayacaktır.

Bu çalışmada, yaklaşma sahasına giren uçakların uygun sırayla indirilmesi için hava trafik kontrolcüye tavsiye niteliğinde bir önerinin, karar destek sistemiyle sağlanması uygulaması gerçekleştirilmektedir. Uçağın hızı, irtifası ve piste olan mesafesi girdi olarak değerlendirilmiş olup, ilk inecek olan uçaktan, son uçağa değin iniş sırasının belirlenmesinde karar destek birimi olarak bulanık mantıktan faydalanılmıştır. Bu sayede, durumu en uygun olan uçağın hızlı ve belli bir standarda göre inişini gerçekleştirecek olması sebebiyle hem hava

trafik kontrolcüye daha az iş yükü binecek, hem yanlış kararların önüne geçilebilecek aynı zamanda da uçakların harcadıkları yakıttan tasarruf etmeleri sağlanabilecektir.

Uygulamada verilen örnek her ne kadar basitmiş gibi gözükse de hava sahasındaki hareketlerin sürekli dikkatle izlenmesi göz önüne alındığında bu ve buna benzer bir durumun bile hava trafik kontrolcüler tarafından hızlı bir şekilde kararının verilmesinin o kadarda basit olmayacağı anlaşılmaktadır. Bulanık mantığın bu aşamada devreye girerek daha çok sayıda uçak için hızlıca bu işi yapması daha sağlıklı olabilir. Aynı zamanda bu uygulamada verilmeyen uçak tipi, geliş açısı gibi başka parametrelerin değerlendirilmesi de gerçekleştirilebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Hava Trafik Kontrol, 2009.
<http://www.havatrafik.com/Atc>
- [2] Kelly, W., Painter, J., “Soft Computing in the General Aviation Cockpit”, *Proceedings of the First On-line Workshop of Soft Computing*, Japan, 151-156, 1996.
- [3] Burchett, B., “Fuzzy Logic Trajectory Design And Guidance For Terminal Area Energy Management”, *Nasa Faculty Fellowship Program*, Marshall Space Flight Center, The University Of Alabama, 2002.
- [4] Ursu, I., Ursu, F., “An Intelligent ABS Control Based On Fuzzy Logic Aircraft Application”, *Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics– ICTAMI 2003*, Alba Iulia, 355-368, 2003.
- [5] Menon, P. K., Diaz, G. M., Vaddi, S. S., Grabbe, S. R., “A Rapid-Prototyping Environment for En Route Air Traffic Management Research”, *AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit*, San Francisco, California, 2005.
- [6] Boskoski, P., Mileva, B., Deskoski, S. “Auto Landing Using Fuzzy Logic”, *6th International PhD Workshop on Systems and Control*, Izola, Slovenia, 2005.
- [7] Bickraj, K., Pamphile, T., Yenilmez, A., Li, M., Tansel, I. N., “Fuzzy Logic Based Integrated Controller For Unmanned Aerial Vehicles”, *Florida Conference on Recent Advances in Robotics*, 2006.
- [8] Meyer, D., Sághi, B., Tarnai, G., “Safety Management Of Traffic Growth in Air Transportation”, *Transportation Engineering*, 36/1-2, 69-72, 2008.
- [9] Vijayan, V. P., John, D., Thomas, M., Maliackal, N. V., Vargheese, S. S., “Multi Agent Path

Planning Approach To Dynamic Free Flight Environment”, *International Journal of Recent Trends in Engineering*, Vol 1, No. 1., 2009.

[10] Yen, J., Langari, R., Zadeh, L. A., *Industrial Applications Of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, IEEE Press, New York, 1995.

[11] Chen, G., Pham, T. T., *Introduction To Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Control Systems*, CRC Press, Florida, 2001.

ÖZGEÇMİŞLER

Yrd. Doç. Dr. Emre KIYAK

1978 Eskişehir doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Eskişehir’de tamamladı. 2001 yılında Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Havacılık Elektrik ve Elektronik Bölümü’nden mezun oldu. 2001 yılında A. Ü. Sivil Havacılık Yüksek Okulu’na araştırma görevlisi olarak girdi. Yüksek lisansını 2003 yılında A.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Sivil Havacılık Ana Bilim Dalı’nda ve doktora çalışmasını 2008 yılında A.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Sivil Havacılık Ana Bilim Dalı’nda tamamladı. Halen Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksek Okulunda yardımcı doçent doktor olarak görevini sürdürmektedir.