

ARAÇ GEÇİŞ BÖLGELERİNİN BELİRLENMESİNDE BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI

Mehmet ERBAŞ¹, Zübeyde ALKIŞ²

¹Dr. Müh., Kara Harp Okulu, Askerî Bilimler Bölümü, Çankaya, Ankara, merbas@kho.edu.tr
²Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, İstanbul, zubevde@yildiz.edu.tr

ÖZET

Günümüz şartlarında araç ile yapılan intikaller genel olarak yollar üzerinde yapılmaktadır. İki nokta arasında gidilecek bir güzergâhın belirlenmesinde en kısa yol algoritmaları kullanılmaktadır. Bu sayede başlangıç yeri ile bitiş yeri belirlenmekte ve rota planlamaları yapılmaktadır.

Araçla yollar dışında yapılacak bir intikal söz konusu olduğunda ise benzer bir intikal planlanmasında değişik faktörlerin etkisi devreye girecektir. Bu kapsamda arazide aracın geçebileceği bölgelerin tespit edilmesi ve hangi bölgelerden geçebileceğinin önceden analiz edilmesi gerekebilir.

Genellikle askerî alanda kullanılan yollar dışındaki araç geçişini etkileyen en önemli etkenlerin başında arazinin eğimi ve zeminin jeolojik yapısı bilgileri gelmektedir. Söz konusu eğim ve zemin faktörlerinin yanında hareket yapılacak zamandaki meteorolojik şartlarında araç geçişine etkisi bulunacaktır.

Bu çalışmada arazide araç hareketine etki eden faktörler tespit edilmeye çalışılmış, özellikle belirsizliklerin modellenebilmesine imkân sağlayan bulanık mantık çerçevesinde kurallar oluşturulmuştur. Geliştiren uygulama sanal küre yazılımı üzerinde çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: İntikal planlama, bulanık mantık, sanal küre.

ABSTRACT

FUZZY LOGIC APPROACH TO FINDING VEHICLE TRANSITION AREAS

Travelling by means of a vehicle is usually made on the roads nowadays. Shortest path algorithms are used to find the optimal routes between two point nodes. Thereby, start and finish locations can be determined and effective route planning can be done in shorter time.

Additional factors should be considered in the route planning when the off-road travel by a vehicle is the case. It is essential to find out the vehicle transition areas and some further analysis may be required for the safe routing.

The most important factors for the vehicle movement generally used in military purposes are terrain slope and the geological structure of the ground. In addition to these factors, instantaneous meteorology may have a great impact on the vehicle transition.

In this study we aim to identify factors effecting the vehicle movement on the terrain and some rules has been established within fuzzy logic framework which helps to modeling of the uncertainties. The developed application has been designed to work on the virtual globe software.

Keywords: Route planning, fuzzy logic, virtual globe.

1. GİRİŞ

Arazi üzerinde yapılacak araç intikallerinde seçilen aracın hangi bölgelerden geçebileceğine dair detaylı çalışmalar daha çok iki boyutlu uygulamalar üzerinde yapılmıştır. İki boyutlu yazılımlar üzerinde seçilen aracın hangi bölgelerden geçebileceği, hangi bölgelerin hareketi yavaşlattığına dair çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar yapılırken daha çok arazinin eğim bilgileri dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Analiz yapılırken aracın eğim tırmanma kabiliyeti dikkate alınmakta ve arazi eğimi ile karşılaştırma yapılmakta ve analizler yapılırken genellikle klasik mantık çerçevesinde değerlendirilmeler yapılmaktadır.

Arazi üzerinde araçla yapılacak bir hareketi etkileyen değişik arazi ve zemin koşulları bulunmaktadır. Bu koşullar genel olarak;

- Arazinin zemin yapısı,
- Arazinin eğimi,

- Arazide bulunan su özellikleri,
- Diğer arazi detayları (ormanlar, madenler, taş ocakları, meskûn mahal, kayalık ve leçelik arazi),
- Demiryollarının konumu ve özellikleri,
- Karayollarının konumu ve özellikleri,
- Yerleşim yerleri ve
- Sanayi kaynakları

şeklindedir.

Bu çalışmada araç hareketini etkileyen meteorolojik koşullar, araç bilgileri, eğim ve zemin bilgileri incelenmiştir. Etki eden faktörler bulanık mantık kuralları kapsamında değerlendirilmiştir.

2. BULANIK MANTIK

İnsanoğlu günlük hayatını sürdürürken pek çok sorun ile karşılaşmakta ve geçmişte edindiği bilgi ve deneyimlerden yararlanarak çözümler üretmektedir. Bu sorunların bir kısmı tamamen belirli olmakta ve kolayca tanımlanabildiğinden dolayı çözüm getirilmesi de kolay olmaktadır. Bunun yanı sıra, belirsizlikler içeren veya tam olarak tanımlanamayan sorunların çözümü ise nispeten zor olmakta ve görecelilik arz etmektedir.

Belirsizliğin bu önemli rolünün anlaşılması, geleneksel anlayıştan belirsizliği temel alan modern anlayışa geçişi sağlayan dönüşümü başlatmıştır. Bu anlayış literatüre ilk girdiği anda deterministik bir anlayıştaki klasik görüşe ters düşmesinden dolayı çok sıcak karşılanmamıştır. Bu alandaki gelişme sürecinde, ihtimal teorisinden farklı olarak belirsizlikle ilgili birçok teorisinin ortaya çıktığı görülmüştür (Sarı, Murat ve Kirabali, 2005). Söz konusu belirsizliklerin modellenmesi ve ifade edilmesinde bulanık mantık (fuzzy logic) kullanılmaktadır

1930'lu yıllarda ünlü Amerikan filozofu Max Black tarafından belirsizliği açıklayıcı kavramlar geliştirilmiş olsa da, bulanık mantık kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Azeri bilim adamı Prof. A.Zadeh'in bu konu üzerindeki araştırmalarına ait ilk makalelerini ("The Theory of Fuzzy Logic and Fuzzy Sets [Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı]) yayınlamasıyla duyulmuştur (Sarı, Murat ve Kirabali, 2005; Zadeh, 1965; Yapay-Zeka.org, 2011; Işıklı, 2008; Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003; Seattle Robotics, 2011). O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir.

Bulanık mantık ile klasik mantık (Aristo mantığı) arasındaki temel fark klasik mantığın önermelerin sadece aşırı uç değerleri kullanmasıdır. Aristo mantığında bilindiği gibi bir şey ya A kümesinin elemanıdır ya da değildir. Başka bir deyişle ya siyah ya da beyazdır. Gerçek dünyada ise tam siyah veya tam beyaz bulamak pek mümkün olmamaktadır. Bulanık mantık ise gerçek hayata uygun olarak grilerle çalışır. Çok uç durumlarda siyah veya beyaz vardır (Yapay-Zeka.org, 2011). Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar Çizelge 1' de gösterilmiştir (Dokuz Eylül Üniversitesi, 2011).

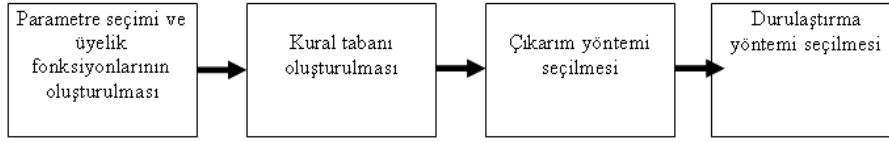
Çizelge 1. Klasik mantık ile bulanık mantık farklılıkları.

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> A değil	A <u>ve</u> A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında süreklilik
İkili birimler	Bulanık birimler

Bulanık mantık için, matematiğin gerçek dünyaya uyarlanması da denilebilir. Çünkü gerçek dünyada her an değişen durumlara göre değişen sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Elmas, 2003). Bulanık mantık ile günlük konuşma dilinde geçen sözel belirsizlikleri modelleme ve hesap yapılırken işin içine katma imkânı bulunabilir (Baykal ve Beyan, 2004).

2.1 Bulanık Modelleme

Bulanık modelleme, çoklu değerlikler ile değerlendirme yapılması nedeniyle problemlerin çözümünde kolaylık ve gerçeğe yakınlık gibi üstünlüklere sahip olmaktadır. Bulanık modelleme genel olarak Şekil 1'de gösterilen 4 aşamadan oluşmaktadır.



Şekil 1. Bulanık modelleme aşamaları.

Bulanık modellemenin ilk aşaması, problemin tanımlanması ve buna göre uygun parametrelerin seçilerek üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasıdır. Bulanıklaştırma sürecinde ele alınan üyelik fonksiyonları, problemin yapısına ve amacına uygun olmalıdır. Genel anlamda üyelik fonksiyonları sezgisel, matematik, geometrik ya da istatistiksel yaklaşımlara dayandırılabilir (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003). Bulanık kümelerin kullanışlılığı, farklı kavramlara uygun üyelik derecesi fonksiyonlarını oluşturabilme becerisine dayanmaktadır. En sık kullanılan fonksiyonlar kolaylık açısından “üçgen”, “yamuk” ve “çan eğrisi”dir (Zimmerman, 1990; Şen, 2001).

Daha sonra ilgili parametreler ve oluşturulan bulanık alt kümelere göre problemin çözümünü içeren kurallar dizisi veya kural tabanı oluşturulur. Bulanık mantıkta kurallar, ‘eğer ... ise, ... olsun’ şeklinde koşullu durumlarla formüle edilirler.

Üçüncü aşamada ise çıkarım yöntemleri seçilir. Son aşamada ise, bulanık olan değerlerin tekrar durulaştırılması veya klasik sayılara dönüştürme yöntemi belirlenir (Dokuz Eylül Üniversitesi, 2011; Ross, 1995). Durulaştırma işlemlerinde en çok kullanılan yöntemler; Ağırlık Merkezi, Maksimum Üyelik, Mean-Max Üyelik ve Ağırlık Ortalaması yöntemleridir (Elmas, 2003; Yılmaz, 2010).

3. ARAZİ ANALİZİ

Coğrafi bilgi sistemleri günümüzde hemen hemen her alanda uygulama imkânı bulmaktadır. Askerî ve sivil alanda kullanılan araçların arazi üzerinde nerelerden geçebileceği, hangi bölgelerin hareketi yavaşlatacağı ve aracın hangi bölgelerden geçemeyeceğinin tespit edilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinde faydalanılmaktadır. Arazi üzerinde araçla yapılacak bir hareketi etkileyen değişik arazi ve zemin koşulları bulunmaktadır. Bu koşullar genel olarak aşağıda listelenmiştir.

Bu çalışmada harekete etki eden;

- Araç,
- Eğim,
- Zemin ve
- Yağış

olmak üzere dört katmanda bulanık mantık kuralları uygulanmıştır. Her bir katman için üyelik fonksiyonları tanımlanmış ve kurallar oluşturulmuştur.

3.1 Araç Bilgisi İçin Üyelik Fonksiyonunun Oluşturulması

Kullanıcı tarafından seçilen araç askerî ve sivil arazi araçlarını içermektedir. Uygulamada kullanılan araçların bilgileri Çizelge 2’de gösterilmiştir (Global Security, 2011; Turkishworld, 2011; Wikipedia, 2011a; Wikipedia, 2011b; Wikipedia, 2011c; Wikipedia, 2011d).

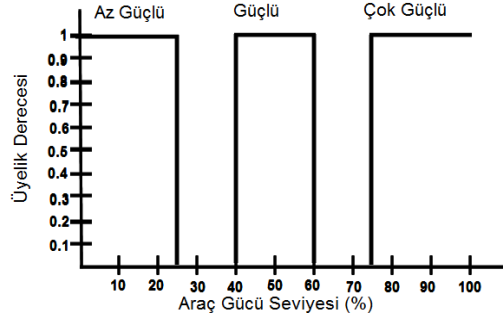
Çizelge 2. Araçlara ait teknik bilgiler.

Adı	Uzunluğu (m)	Geniřliđi (m)	Ağırlığı (ton)	Dik / Yan Meyil Geçiş Kabiliyeti (%)
M60 - Patton	9.31	3.00	53	60 / 30
M48 A5T1	8,25	3,63	54	60 / 30
Leopard - 1	9.54	3.41	42	60 / 30
Leopard - 2A4	9.97	3.75	62	60 / 30
M1 Abrams	9.77	3.66	60	60 / 10
M1 - A1	9.82	3.66	63	60 / 10
M1 - A2	9.82	3.66	69	60 / 10
T - 90	9.53	3.78	46	60 / 40
Unimog	5.41	2.47	11	70 / 30

Çizelge 2’de gösterilen araçların güç durumları;

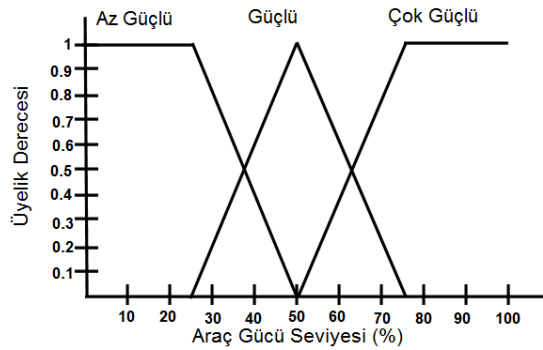
- Az güçlü
- Güçlü ve
- Çok güçlü

olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Değerlendirme seçilen aracın imkân ve kabiliyetleri dikkate alınarak yapılmıştır. Araç bilgileri klasik mantık kuralları çerçevesinde değerlendirilmek istendiğinde oluşturulan üyelik grafiği (crisp set) Şekil 2’de gösterilmiştir



Şekil 2 Araç bilgisi için crisp üyelik fonksiyonu grafiği

Çizelge 2’deki grafikte araç bilgileri için elde edilecek üyelik değerleri 1 veya 0 olmaktadır. Klasik mantık çerçevesinde değerlendirme yapılması durumunda seçilen bir aracın herhangi bir gruba üyelik derecesi Şekil 2’de gösterildiği gibi 1 veya 0 değerleri alacaktır. Söz konusu araç bilgileri bulanık mantık kapsamında değerlendirildiğinde oluşacak üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 3’de gösterilmiştir.



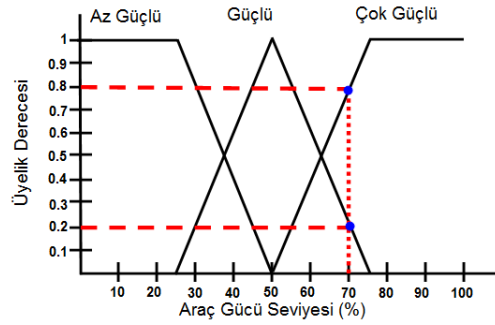
Şekil 3 Araç bilgisi için üyelik fonksiyonu grafiği

Bulanık mantık kapsamında üyelik dereceleri 0 ve 1 değerleri arasında bir değer olabilmektedir. Seçilen bir aracın hangi seviyede ne kadar üyeliğinin belirlenmesi için üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Araç bilgisi için hazırlanan üyelik fonksiyonları Çizelge 3’te gösterilmiştir.

Çizelge 3 Araç bilgisi için üyelik fonksiyonları

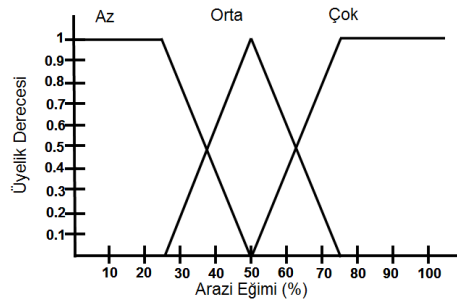
Adı	Denklemi
Az Güçlü	$\mu_{AzGüçlü}(x) = \begin{cases} 1 & x < 25 \\ \frac{(50-x)}{25} & 25 < x < 50 \\ 0 & x > 50 \end{cases}$
Güçlü	$\mu_{Güçlü}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50, x > 75 \\ \frac{(x-25)}{25} & 25 < x < 50 \\ \frac{(75-x)}{25} & 50 < x < 75 \end{cases}$
Çok Güçlü	$\mu_{ÇokGüçlü}(x) = \begin{cases} 0 & x < 50 \\ \frac{(x-50)}{25} & 50 < x < 75 \\ 1 & x > 75 \end{cases}$

Örneğin seçilen bir aracın gücü %70 seviyesinde ise bu araca ait üyelik değerleri Şekil 4'de gösterildiği gibi olacaktır. Çizelge 3'teki üyelik fonksiyonları yardımıyla araç gücü %70 olan bir aracın üyelik dereceleri hesaplandığında, üyelik dereceleri az güçlü için 0, güçlü için 0.20 ve çok güçlü için 0.80 olacaktır.

**Şekil 4** Araç bilgisi için üyelik fonksiyonu grafiği

3.2 Eğim Bilgisi İçin Üyelik Fonksiyonunun Oluşturulması

Arazi eğimi araç geçişlerini az, orta ve çok olmak üzere üç şekilde etkilemektedir. Arazi eğiminin araç hareketini etkileme durumları değerlendirildiğinde oluşturulan üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 5'de gösterilmiştir.

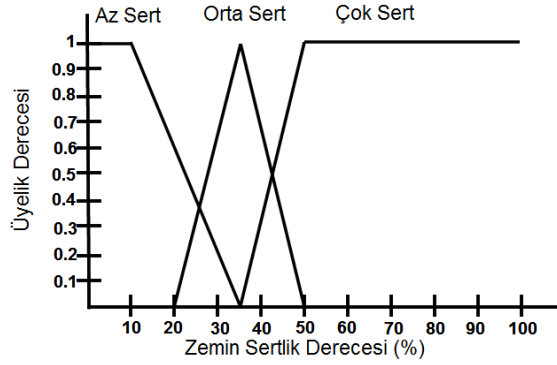
**Şekil 5** Arazi eğimi için üyelik fonksiyonu grafiği

3.3 Zemin Bilgisi İçin Üyelik Fonksiyonunun Oluşturulması

Zemin sınıflandırılması bir aracın geçip geçmemesine etki etmesi bakımından;

- Az sert,
- Orta sert ve
- Çok sert

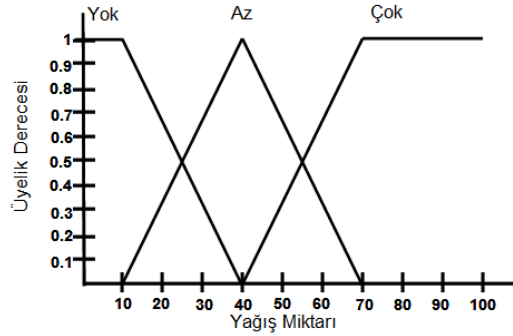
olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Zeminin sertlik derecelerine göre oluşturulan üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6 Zemin bilgisi için üyelik fonksiyonu grafiği

3.4 Yağış Bilgisi İçin Üyelik Fonksiyonunun Oluşturulması

Araç ile intikal edilecek zamandaki yağış durumu yok, az ve çok olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Yağış bilgisinin için oluşturulan üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7 Yağış bilgisi için üyelik fonksiyonu grafiği

3.5 Bulanık Mantık Kurallarının Uygulanması

Bulanık mantık kurallarının uygulamasında Mamdani ve Sugeno yöntemleri olmak üzere genel olarak iki yaklaşım kullanılmaktadır (Baillie, 2004). Uygulamada Mamdani yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda bulanıklaştırma, kural uygulama, çıkarım ve durulaştırma süreçlerinden oluşmaktadır.

Bu kapsamda bulanık mantık kuralları uygulanırken iki aşama takip edilmektedir. İlk aşama üyelik fonksiyonları kullanılarak seçilen kriter için üyelik derecelerinin hesaplanması ve kural uygulama işleminin yapılması, ikinci aşama ise çıkarım ve durulaştırma işlemlerinin yapılarak sonuç değerlerin elde edilmesidir.

Kural uygulama işlemi yapılırken bulanık mantık operatörlerine (AND, OR) göre işlemler yapılmasıdır. Bu operatörler kesişim (\cap) ve birleşim (\cup) işlemlerine benzerdir. “AND” operatörü kullanıldığında üyelik derecelerinden minimum olanı, “OR” operatörü kullanıldığında üyelik derecelerinden maksimum olanı alınmaktadır (Baillie, 2004).

Uygulamada dört adet katman olduğu için dört katman aynı anda değerlendirilmemiştir. Katmanlar ilk önce ikili bir bulanıklaştırma işlemine tabi tutulmuş ve çıkan sonuçlar tekrar işleme sokulmuştur. Bu kapsamda “Araç” ve “Yağış” bilgileri sonucunda “Araç Kapasite” değeri elde edilmiş, “Zemin” ve “Eğim” bilgileri sonucunda ise “Arazi Yapısı” değeri elde edilmiştir. Son olarak “Araç Kapasite” ve “Arazi Yapısı” değerleri üzerinde tekrar bulanık mantık kuralları uygulanmış ve sonuçlar elde edilmiştir.

3.6 Arazi Analizinin Yapılması

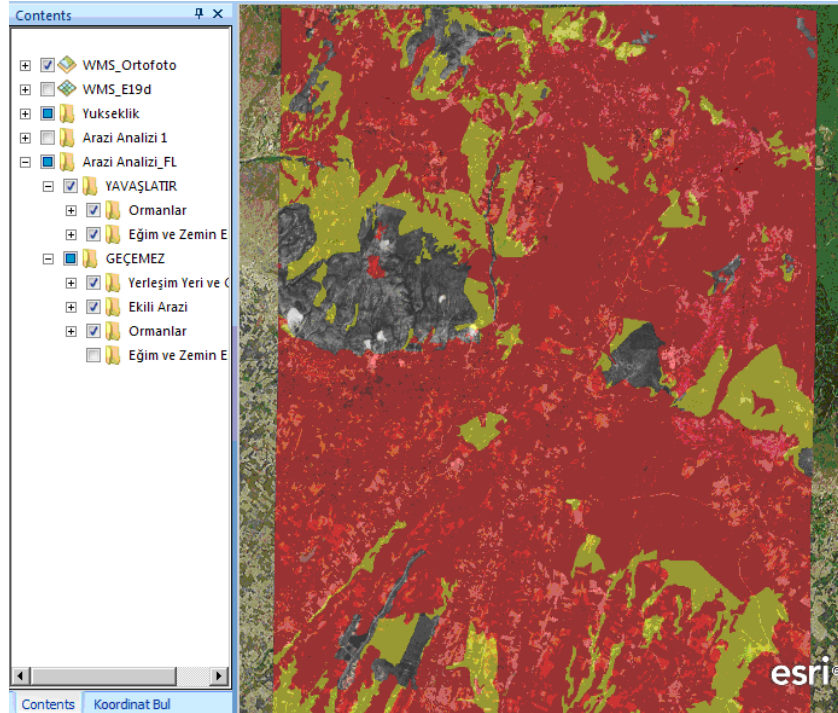
Arazi üzerinde (yollar dışında) araç ile hareket edilmesi durumunda bir aracının seçilecek olan hava durumu şartlarına göre arazide hangi bölgelerden geçebileceği, hangi bölgelerin aracın geçişini yavaşlatacağı ve aracın geçemeyeceği bölgelerin gösterilmesi bulanık mantık kuralları çerçevesinde değerlendirilmiştir. Geliştirilen uygulama sanal küre yazılımı üzerinde çalışacak şekilde geliştirilmiştir.

Uygulamayı çalıştırmak için “Arazi Analizi” uygulamasının çalıştırılması gerekmektedir. Uygulama çalıştırıldığında ekrana gelen “Arazi Analizi Giriş Ekranı” (Şekil 8) üzerinden kullanıcılar ilk olarak kullandıkları aracı seçmektedirler. Araç seçimi yapıldıktan sonra seçili aracın resmi gösterilecek ve araç bilgileri ilgili metin kutularında otomatik olarak yazılacaktır. Eğer kullanılan araçta bir modifikasyon yapılmışsa söz konusu metin kutuları yardımıyla bu bilgilerin güncellenmesi de yapılabilir. Bilgiler girildikten sonra son olarak analiz yapılacak gündeki hava durumu bilgisinin girilmesi gerekmektedir. Hava durumu bilgileri “Açık”, “Az Yağışlı” ve “Çok Yağışlı” olarak seçilebilmektedir. Bir sonraki adımda ise arazi üzerinde bulunan ekili arazilerin üzerinden geçilip geçilemeyeceği bilgilerin seçimi yapılmaktadır.



Şekil 8 Arazi Analizi Giriş Ekranı

Şekil 8’de “Unimog” aracı seçilmiş ve bu aracın havanın açık olduğu durumda ekili arazilerden geçmemesi tercih edilerek bir analiz yapılması istenmiştir. İlgili bölümlerden seçimler yapıldıktan sonra analiz yapılması için “Bulanık Yöntemle Analiz Yap” düğmesi ile bulanık mantık kurallarına göre analiz yapılmaktadır. Analiz yapılırken arazinin zemin, eğim, bitki örtüsü ve diğer detayları göz önüne alınarak analiz yapılmaktadır. Analiz sonucunda seçilen aracın belirlenen hava koşulları için geçiş bölgeleri renklendirilerek gösterilmektedir.



Şekil 9 Hava Durumu “Açık “ seçilerek yapılan bulanık analiz

Analiz sonuçlarının gösterilmesi renk tonları yardımıyla yapılmıştır. Bu sayede sonuçların kolaylıkla anlaşılması hedeflenmiştir. Analiz sonuçlarında kullanılan renklerin açıklaması Çizelge 4’de gösterilmektedir.

Çizelge 4 Eğitim kategorilerine göre renk kodu açıklamaları

Renk Kodu	Açıklaması
Kırmızı	Geçilemeyecek bölgeler
Sarı	Hareketi yavaşlatan bölgeler
Renksiz	Rahat geçilen bölgeler

Analiz sonuçları Çizelge 4’de gösterilen renk kodlarına harita üzerinde gösterilmektedir. Ayrıca analizi sonucu, katman ağacında da gösterilmekte ve kullanıcılar bu bölümü kullanarak hareketi etkileyen bölgeleri daha detaylı olarak inceleme imkânı bulabilmektedirler. Örneğin; Şekil 9’daki geçilemeyecek bölgeler alt alta “Yerleşim Yeri ve Göller”, “Ekili Arazi”, “Ormanlar” ve “Eğim ve Zemin Engelleri” olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. İstenilen kategorinin yanında bulunan onay kutularının işaretlenmesi ile söz konusu engellerin daha detaylı incelemesi yapılabilmektedir.

4. SONUÇLAR

Özellikle 2000’li yıllardan itibaren kullanımı giderek artan ve günümüzde herkes tarafından bir başvuru kaynağı olarak kullanılan sanal küre uygulamaları hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Sanal küre uygulamaları bize hem rehberlik etmekte hem de gideceğimiz yerler hakkında ön bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Söz konusu sanal küre uygulamalarının kullanımındaki yoğun artış göz önüne alınarak, arazi üzerinde seçilen bir araçla hareket edilmesi durumunda aracın hangi bölgelerden geçebileceği, hareketi yavaşlatan ve engel olan bölgelerin tespit edilmesi amacıyla arazi analizi uygulaması geliştirilmiştir.

Analizin sanal küre uygulaması üzerinde çalıştırılması sayesinde kullanıcıların hem sanal küre yazılımlarının sunmuş olduğu yeteneklerden faydalanabilmeleri hem de altlık haritalar üzerinde analizleri çok kısa sürede yapabilmeleri sağlanmıştır.

Analiz sonucunda seçilen araç ve hava koşullarına göre aracın hangi bölgelerden geçeceği, hangi bölgelerin hareketi yavaşlattığı ve hangi bölgelerin geçilemez olduğu bilgileri bulanık mantık kuralları çerçevesinde çok kısa bir sürede analiz edilerek kullanıcılara sunulmuştur.

Uygulama ile bir personelin harita incelemesiyle en az bir günde yapabileceği analizin çok kısa bir sürede gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece personelin araziye çıkmadan harekât yapılacak bölgeyi detaylı olarak incelemesi ve intikal boyunca karşılaşılabilecek arazi arızaları, yerleşim yerleri gibi detaylar ile muhtemel engellerin kolaylıkla tespit edebilmesi imkânı sağlanmıştır. Bu sayede personelin analiz sonucunu incelemesine, intikal planını tekrar gözden geçirmesine ve gerekirse yeni güzergâh belirlenmesine yardımcı olunacağı değerlendirilmektedir.

İleriki çalışmalarda harekât yapılacak araziye uygun aracın bulanık mantık yöntemiyle tespit edilmesine yönelik çalışmaların yapılabileceği ve analizlerin çalışma bilgisayarları yerine mobil uygulamalar içinde geliştirilebileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Sari, M., Murat, Y.S. ve Kirabali, M., 2005, Fuzzy Logic Modelling Approach and Applications, *Dumlupınar University Journal of Institute of Sciences*, 9: 77-92.

Baykal N. ve Beyan T., 2004, *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*, (Bıçaklar Kitapevi, Ankara).

Baillie-De Byl, P., 2004, *Programming Believable Characters for Computer Games* (Charles River Media Inc., Hingham, Massachusetts).

Dokuz Eylül Üniversitesi, 2011, Bulanık Mantık, www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul_man.doc, (05.08.2011).

Elmas Ç, 2003, *Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kurami Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık)*, (Seçkin Yayıncılık, Ankara).

- Global Security**, M1 Abrams Main Battle Tank, 2011, <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/m1-specs.htm>, (05.03.2011).
- Işık Ş.**, 2008, Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi*, 19: 105-126.
- Kıyak E ve Kahvecioğlu A.**, 2003, Bulanık Mantık Ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1 (2):91-97.
- Ross, T.**, 1995, *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, (John Wiley & Sons Ltd., England).
- Seattle Robotics**, Fuzzy logic – An Introduction, 2011, www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz/fl_part1.html#INTRODUCTION, (05.08.2011).
- Şen Z.**, 2001, *Bulanık (Fuzzy) Mantık Ve Modelleme İlkeleri*, (Bilge Sanat Yapım Yayınevi, İstanbul).
- Turkishworld**, 2011, <http://www.turkishworld.multiservers.com/equipment.html>, (05.03.2011).
- Wikipedia**, M1 Abrams, 2011c, http://en.wikipedia.org/wiki/M1_Abrams, (05.03.2011).
- Wikipedia**, Leopard 1, 2011a, http://tr.wikipedia.org/wiki/Leopard_1, (05.03.2011).
- Wikipedia**, Leopard 2, 2011b, http://tr.wikipedia.org/wiki/Leopard_2A4, (05.03.2011).
- Wikipedia**, T-90, 2011ç, <http://en.wikipedia.org/wiki/T-90>, (05.03.2011).
- Wikipedia**, Unimog, 2011d, <http://en.wikipedia.org/Unimog>, (05.03.2011).
- Yapay-Zeka.org**, Bulanık Mantık (Fuzzy Logic), 2011, <http://www.yapay-zeka.org/modules/wiwimod/index.php?page=Fuzzy+Logic>, (05.08.2011).
- Yılmaz E.**, 2010, Massive Crowd Simulation With Paralel Processing, *Doktora Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilişim Sistemleri Bölümü, Ankara.
- Zadeh, L.A.**, 1965, Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8 (3): 338–353
- Zimmerman, H.J.**, 1990, *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, (Kluwer Ac. Publishing, Dordrecht).