BULANIK MANTIK SİSTEMİ İLE YAPILAN ADAPAZARI İLİ ZEMİN SINIFLAMA SONUÇLARININ COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK HARİTALANMASI

Alper KIYAK[1], Can KARAVUL[2]

[1]Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütler Dairesi, Ankara akiyak@mta.gov.tr
[2]Sakarya Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sakarya karavul@sakarya.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, ülkelerin bugünkü yerleşim alanlarının planlanmasında jeodinamik verilerine ait arşivler oluşturmasının ve bulanık mantık metodu ile yerel zemin gurubu sınıflamasının, deprem gibi afet oluşumlarının meydana getirebileceği riskleri öngörmek ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamakta etkin ve gerekli bir yöntem olduğunu göstermek amaçlanmıştır.

Gelişmiş ülkelerin Coğrafi Bilgi Sitemleri (CBS) kullanarak oluşturdukları jeodinamik veritabanı arşivleri ile hazırlanacak mikrobölgeleme haritaları ile deprem gibi afetlerde karşılaşılabilecek riskler en asgari seviyeye düşürülmesi amaçlanmaktadır. Son yıllarda özellikle yerbilimleri alanında sıklıkla kullanılan Bulanık mantık (Fuzzy Logic) metodu ile şehir ve ülke gibi büyük coğrafi bölgelerin Yerel zemin gruplarının sınıflandırılması işlemi klasik metoda göre oldukça kısa sürede yapılarak, CBS' de haritalanabilmektedir.

Bu amaçla yöntemin uygulaması 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinde büyük can ve mal kaybına uğramış Adapazarı ilinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sondaj ve sismik çalışma sonuçları kullanılarak oluşturulmuş 220 adet data içeren veri seti kullanılmıştır. Bulanık Mantık ile sınıflanan zemin grupları CBS' de haritalanmıştır. Mikrobölgeleme haritalarına göre, Adapazarı ili kent merkezi zemininin ilk 1,5 metrelik kesiminin %85–90 oranında Z–4 zemin grubu olduğu görülmüş, artan derinliklerde ise bu oranın nispeten azaldığı izlenmekle birlikte, genel dağılımının yine Z–4 ve Z–3 grubu zeminlerden oluştuğu görülmektedir. Dağılımın böyle çıkmasında en büyük etkenin, çalışma alanının yaklaşık % 85'lik bölümünde yeraltı su seviyesinin yüksek oluşu ve alüvyon zemine bağlıdır.

Anahtar Sözcükler: *Mikrobölgeleme, Bulanık Mantık, Mamdani, Yerel Zemin Grubu, Zemin Sınıflama*

ABSTRACT

CREATING MICROZONATION MAPS OF ADAPAZARI PROVINCE BY USING GEORAPHIC INFORMATION SYSTEMS

In this study, we aimed to show the vitality of geodynamic data archives fort he planning of settlement areas and earthquake risks.

In many advanced countries, this geodynamic data archives using for microzonation maps that are preparing by using Georaphic Information Systems (GIS). Recently, the fuzzy logic systems are using for classification of soil groups in city and countries and we can show them on the microzonation maps.

This study applied on the Adapazari province that exposed many damages in 1999 Earthquake. Totally 220 drilling and seismic data were collected and transferred into digital form. The soil groups were classificated by fuzzy logic system and microzonation maps were prepared by using GIS. Microzonation maps are show that most areas in the study area have Z-3 and Z-4 kind of soil group. It can be explain by the high ground water levels on the under consideration areas.

Keywords: *Microzonation, Georaphic Information Systems (GIS), Fuzzy Logic, Soil Group, Soil Classification*

1. GİRİŞ

Ülkelerin bugünkü yerleşim alanlarının jeodinamik verilerinin arşivlenmesi gereklidir. Arşivlenen bu verilerden ülkelerin deprem ve benzeri afetler zamanında karşılaşabileceği riskler ortaya çıkacaktır. Şehirlerde gelişim ve yerleşim planları yapılırken bu arşivden yararlanılması olası bir deprem durumunda can ve mal kaybının en aza indirilmesinde büyük rol oynayacaktır. Bu arşivlerde derlenen veriler ile zemin durumunu ortaya koyacak haritalar yapılmalıdır. Bu haritalar tektonik bakımdan aktif olan alanlardan başlayarak ülke geneli için yapılmalıdır. Az gelişmiş yada gelişmekte olan ülkelerde şehirleşmeler zemin özellikleri dikkate alınmadan yapılmaktadır. Bu nedenle de tektonik hareketler sonucunda büyük can ve mal kaybı yaşamaktadırlar.

Bu güne kadar CBS‘ de zemin bilgi sistemlerine yönelik olarak şehir, ülke ve dünya genelinde arşivler oluşturulmuş ve bu arşivler sayesinde bir çok bilgilere kolayca ulaşılarak faydalanılmaktadır. SIS (Soil information system) (http://www.soilinformationsystem.com/topic.php?lang=enu&sec=tech) , Canadian soil information system (http://sis.agr.gc.ca/cansis) ,NASIS (National soil information system) (http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/soildata.htm) gibi CBS ile oluşturulmuş olan sistemler sayesinde ülke genelinde zemine dair her türlü bilgiye ve öngörü sağlayacak haritalara ulaşmak mümkündür. Ayrıca GIRVAN ve APPLE New Jersey Somerset bölgesinde CBS ile oluşturulan mikrobölgeleme haritaları yardımı ile yapılan şehir planlama çalışmalarının getirdiği avantajları ortaya koymuşlardır. Yerel zemin gurubu (YZG) haritaları Mikrobölgeleme haritaları içerisinde büyük önem taşıyan haritalardır. Bu haritalar zeminlerin literatürde belirlenmiş kriterler çerçevesinde sağlamlık durumunun net bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Klasik yöntemle yapılan yerel zemin sınıfı belirleme işlemleri büyük ölçekli ve çok veri içeren çalışmalarda oldukça uzun zaman almakta ve guruplama sonuçları veri sayısının fazlalığına bağlı olarak çeşitli hatalar içerebilmektedir. Bulanık mantık sistemi ile oluşturulan modeller yardımı ile yapılan sınıflama ve guruplama işlemleri ise klasik yönteme göre oldukça kısa sürede yapılmakta ve daha güvenilir sonuçlar vermektedir. (KIYAK, 2008)

Birçok disiplinde olduğu gibi Yerbilimleri alanında da son yıllarda bulanık mantık sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından 1999 Marmara Depremi sonrasında revize edilerek yayınlanmış olan Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmeliğe göre belirlenmiş olan yerel zemin guruplama kriterleri kullanılarak Mamdani bulanık mantık metodu ile yerel zemin gurupları belirlenmiş ve elde edilen bu guruplama sonuçlarını kullanan ikinci bir mamdani bulanık mantık modeli ile yerel zemin sınıflarının belirlenmesi işlemi yapılmıştır. Yerel zemin sınıfı sonuçları bir CBS yazılımı olan Mapinfo Professional programı kullanılarak yerel zemin sınıfı haritası oluşturulmuştur.

2.17 Bulanık mantık sistemi ile guruplama ve sınıflama modellerinin oluşturulması

Bulanık mantığında belli sınırları vardır ve bu sınırlar makama, ele alınan eleman ve şartlara göre değişirler. Onu klasik mantıktan ayıran nokta bu sınırların daha esnek olmasıdır. İşte bu esneklik sayesinde bulanık mantık tatbik edildiği her sahada çok daha hassas sonuçlar doğurmaktadır. Bu bölümde yerbilimleri alanında önemli bir konu olan zeminlerin sınıflandırılmasında bulanık mantık ile oluşturulmuş sistemin kullanımı ve sistemin avantaj ve dezavantajlarına değinilecektir.

Öncelikle amaca uygun veritabanı oluşturabilmek için örnke çalışma alanı Adapazarı’nda 1999 depremi sonrasında belediyeler tarafından yaptırılan genel zemin etüd raporları ve vatandaşlar tarafından parsel bazında yaptırılan zemin etüd raporu sonuçları temin edilerek kurulacak bulanık mantık modeline uygun şekilde sayısal ortamına aktarılmıştır. Sayısal ortama aktarılan veriler gerekli veri analiz işlemlerine tabi tutularak sonuçları etkileyebilecek hatalı veriler tespit edilmiş ve bu veriler veritabanından çıkarılmıştır. (Karavul, Kıyak, Kurnaz 2006)

Zemin Grubu	*Zemin Grubu Tanımı*	*Stand. Penetr. (N/30)*	*Kayma Dalgası Hızı (m/s)*
(A)	1. Masif volkanik kayaçlar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayaçlar, sert çimentolu tortul kayaçlar....	—	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayaçlar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayaçlar.....	—	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	300–700
(C)	1.Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayaçlar ve çimentolu tortul kayaçlar.....	—	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	200–300
(D)	1.Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil....	< 8	< 200

Tablo 1: Yerel zemin gurupları (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmeliğe göre derlenmiştir.)

Yerel Zemin Sınıfı	*Tablo 1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)*
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	15 m $< h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Tablo 2: Yerel zemin sınıfları (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelikten alınmıştır.)

Bulanık mantık ile sınıflama sonuçlarının elde edilmesi işlemi Mamdani bulanık mantık metodu ile oluşturulan iki aşamalı sistem ile yapılmaktadır. Oluşturulan Mamdani Bulanık mantık Zemin Grubu ve Yerel Zemin Sınıfı belirleme modelleri (Şekil 1a, b) , girdi elemanları ve üyelik fonksiyonlarının dağılımları (Şekil 2a, b) ve (Şekil 3a, b) 'de görüldüğü gibi hazırlandı. Çıktı elemanı ve üyelik fonksiyonlarının tasarımı ise (Şekil 2c) ve (Şekil 3c) 'de görüldüğü gibi oluşturuldu. SPT girdileri için 7 üyelik fonksiyonu ve Vs girdileri için 8 üyelik fonksiyonu tanımlandı ve üyelik fonksiyonları da kendi aralarında üçgen ve trapez üyelik fonksiyonları olarak seçilip sınırları tanımlandı. Elde edilen Grup sonuçları oluşturulan Yerel Zemin Sınıfı belirleme modelinde H kalınlık parametresi ile birlikte girdi olarak kullanıldı. H girdi parametresi ise 6 adet üyelik fonksiyonu ile oluşturuldu ve üyelik fonksiyonları kendi aralarında üçgen ve trapez üyelik fonksiyonları seçilerek sınırları tanımlandı. İlk aşamada Tablo 1 'de görülen Bayındırlık ve iskan bakanlığı tarafından afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik kriterlerine oluşturulan guruplama modeli ile yerel zemin gurupları tespit edilmiştir. Guruplama için oluşturulan kurallar Tablo 3'te görülmektedir. İkinci aşamada ise Tablo 2 'de görülen kriterlere göre sınıflama sonuçlarını elde edebilmek için ilk aşamada belirlenen guruplama sonuçları ve

veritabanımızda bulunan (H) ilk tabaka seviye kalınlık değerleri kullanılarak sınıflama modelini kullanarak yerel zemin sınıfları tespit edilmiştir. Sınıflama modeli için oluşturulan kurallar Tablo 4 'te görülmektedir. Coğrafi koordinat değerleri bulunan bu çıktı değerleri CBS kullanılarak haritalanmakta ve çalışma alanının Yerel Zemin Sınıfı haritaları elde edilmektedir. Böylece risk teşkil eden veya sağlam olarak nitelenen zeminler görsel olarak ortaya çıkarılmaktadır. Bu sonuçların yapılan yada yapılacak olan şehir planlamalarının yönlendirilmesinde kullanılması olası depremler sonrasında can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Mamdani yönteminin model oluşturma aşamasının basitliği ve insan sezgilerine uygun oluşu ve diğer bulanık modelleme metotlarının temelini oluşturması tercih edilmesinde etkendir. Oluşturulan 2 aşamalı sistemin kurallarından bazılarının sözel olarak yazımı aşağıdaki şekildedir;

a) *Eğer* SPT A2 *ve* Vs A1 *ise* Grup A ve *Eğer* Grup A *ve* H H1 *ise* Sınıf Z1
b) *Eğer* SPT B2 *ve* Vs B3 *ise* Grup B ve *Eğer* Grup B *ve* H H5 *ise* Sınıf Z2
c) *Eğer* SPT D *ve* Vs D *ise* Grup D ve *Eğer* Grup D *ve* H H2 *ise* Sınıf Z4

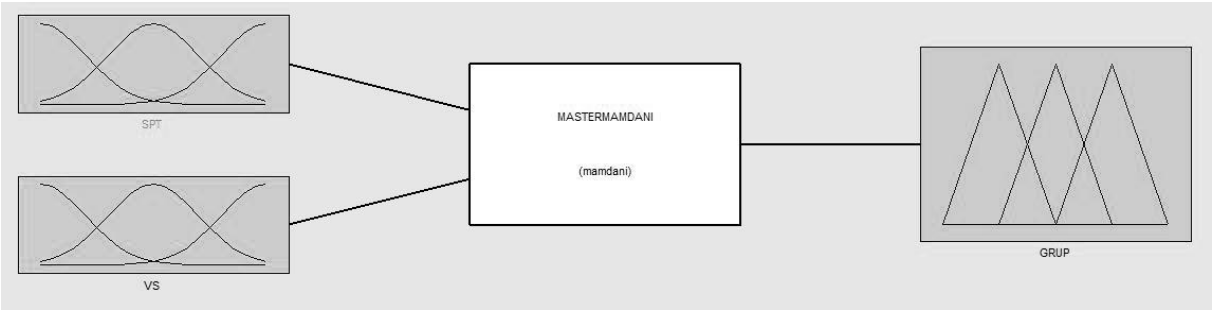
Oluşturulan sistemde ilk olarak, SPT ve Vs girdilerine karşı gelen grup türü belirlenmekte ve elde edilen grup sonucu ile birlikte H parametresi kullanılarak yerel zemin sınıfı belirlenmektedir.

Vs / SPT	A1	A2 A3	B1	B2 C1	B3	C2	C3	D
A2	A	A	-	-	-	-	-	-
A3	A	A	-	-	-	-	-	-
B2	-	-	B	B	B	-	-	-
B3	-	-	B	B	B	-	-	-
C2	-	-	-	C	-	C	C	-
C3	-	-	-	C	-	C	C	-
D	-	-	-	-	-	-	-	D

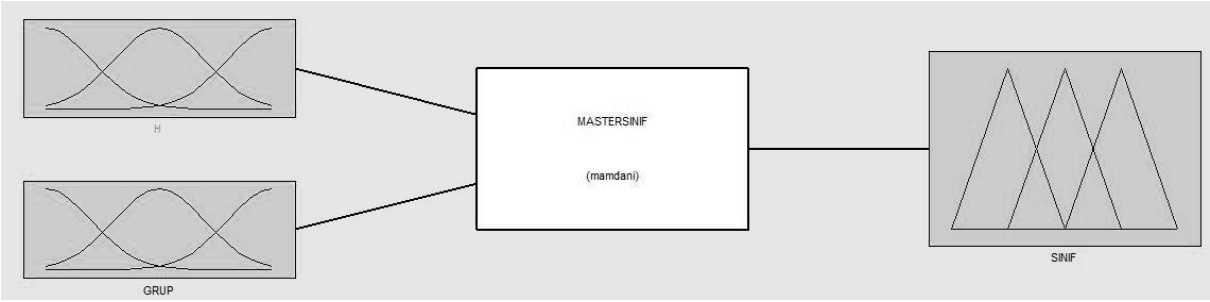
Tablo 3: Yerel Zemin Gurubunun belirlenmesinde kullanılan kurallar

Grup / H	A	B	C	D
H-1	Z-1	-	-	Z-4
H-2	Z-1	-	-	Z-3
H-3	Z-1	-	Z-3	-
H-4	Z-1	-	Z-4	-
H-5	Z-1	Z-2	-	-
H-6	Z-1	Z-1	Z-2	-

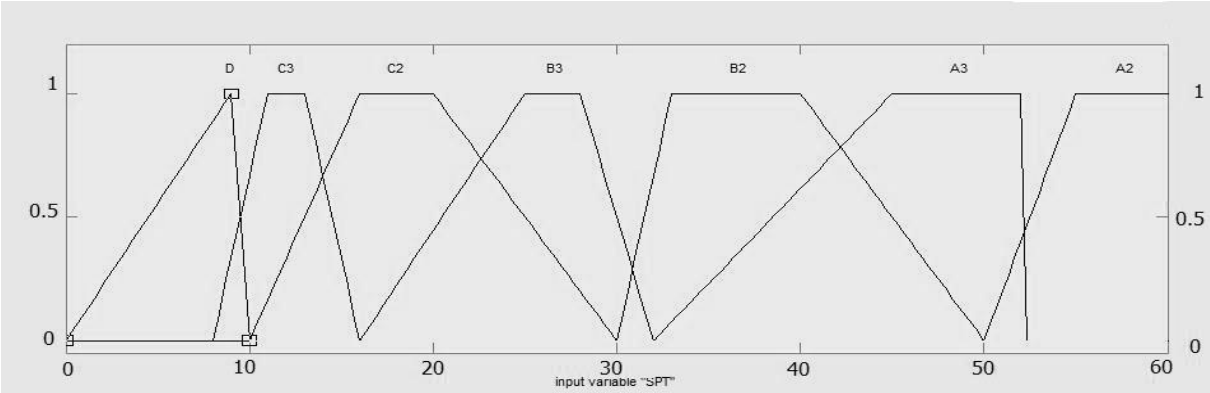
Tablo 4: Yerel Zemin Sınıfının belirlenmesinde kullanılan kurallar



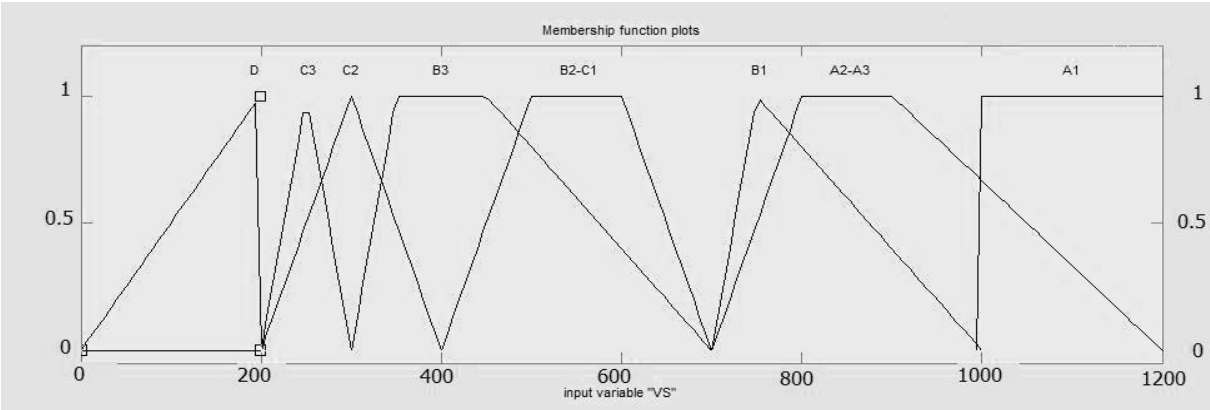
Şekil 1a: Mamdani tipi bulanık model genel görünüm (Zemin Grubu belirleme modeli)



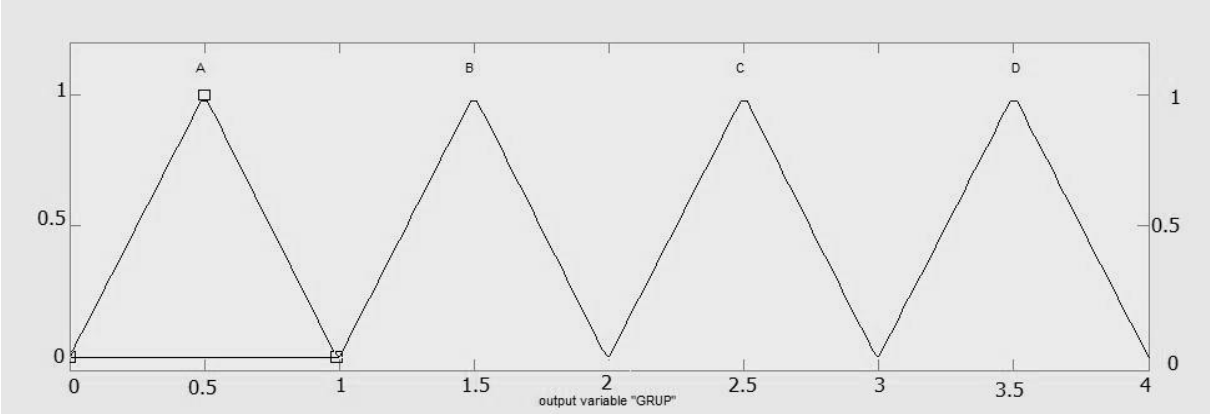
Şekil 1b: Mamdani tipi bulanık model genel görünüm (Zemin Sınıfı belirleme modeli)



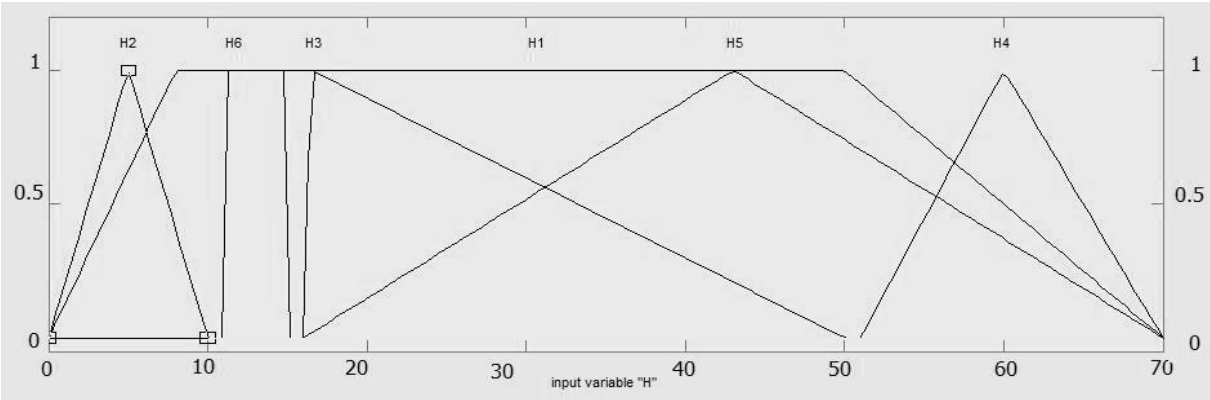
Şekil 2a: Mamdani tipi bulanık model SPT girdisi üyelik fonksiyonlarının dağılımı



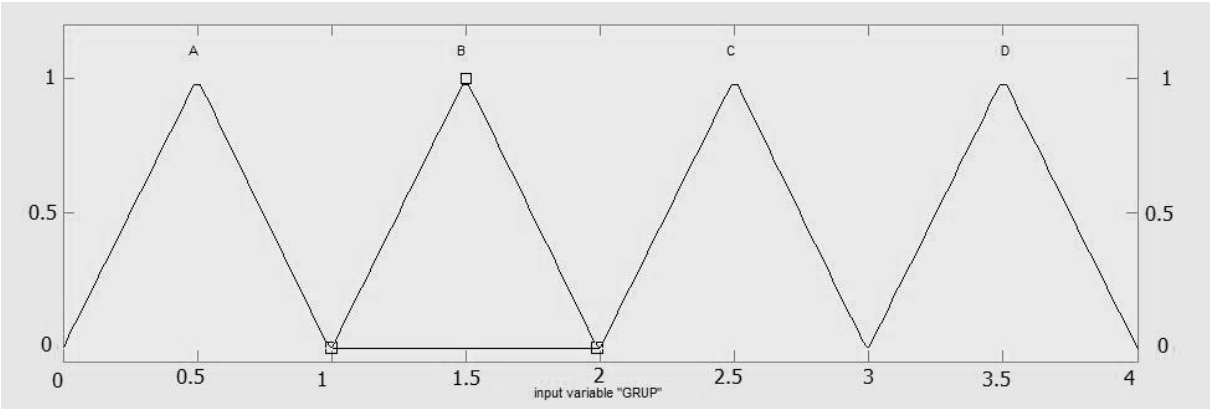
Şekil 2b: Mamdani tipi bulanık model Vs girdisi üyelik fonksiyonlarının dağılımı



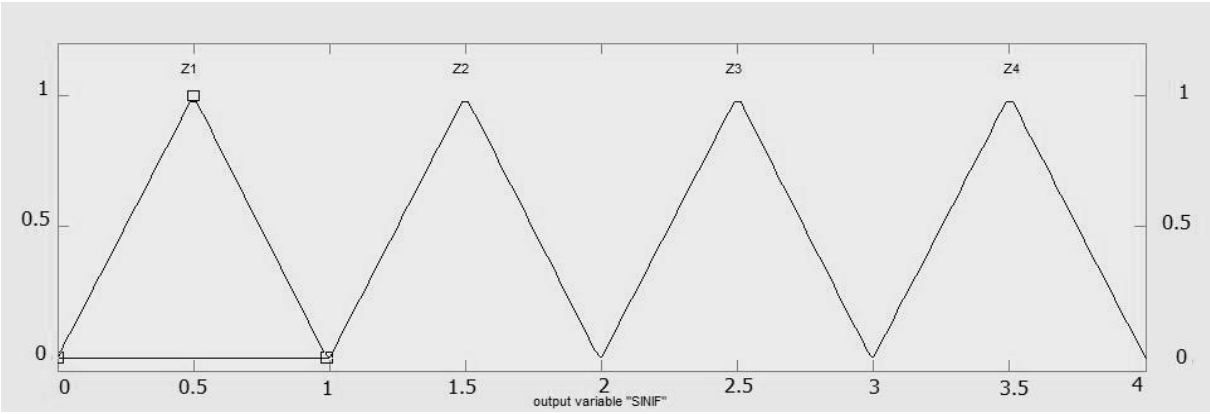
Şekil 2c: Mamdani tipi bulanık model Grup çıktısı üyelik fonksiyonlarının dağılımı



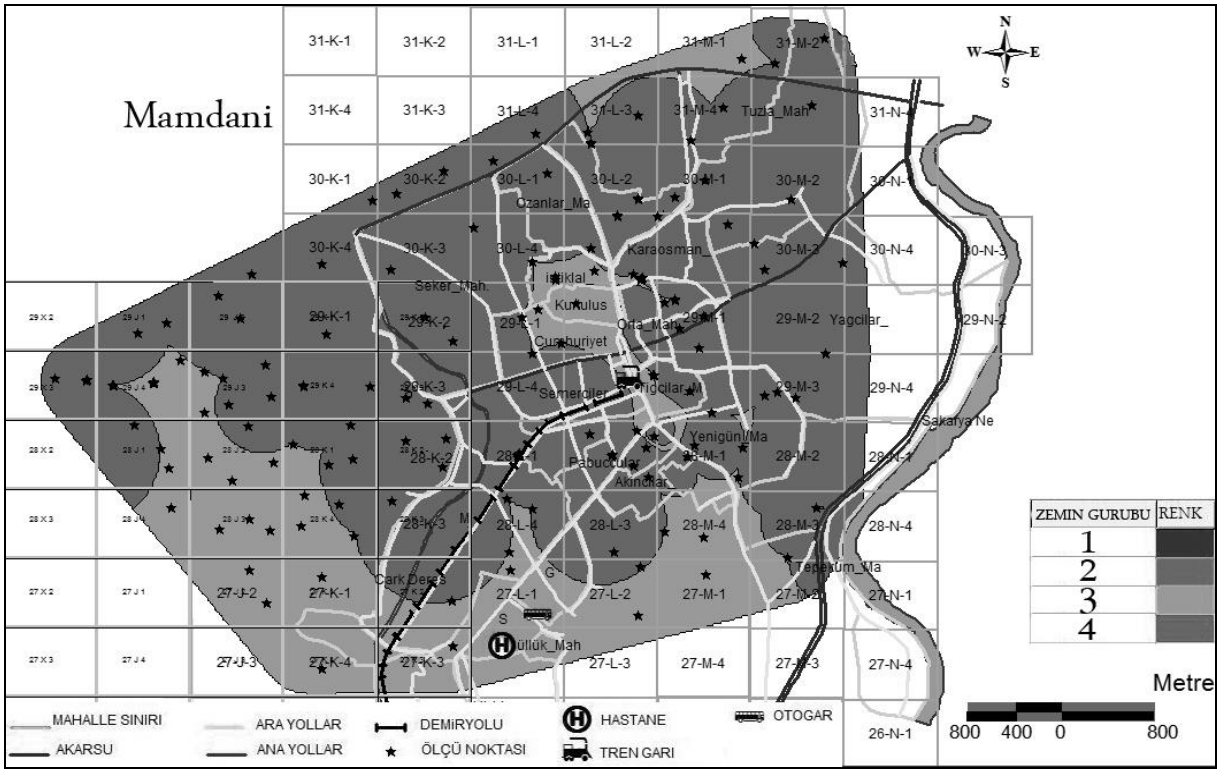
Şekil 3a: Mamdani tipi bulanık model H girdisi üyelik fonksiyonlarının dağılımı



Şekil 3b: Mamdani tipi bulanık model Grup girdisi üyelik fonksiyonlarının dağılımı



Şekil 3c: Mamdani tipi bulanık model Sınıf çıktı üyelik fonksiyonlarının dağılımı



Şekil 4: Mamdani tipi bulanık model sonuçlarından CBS kullanılarak oluşturulan çalışma alanı yerel zemin sınıfı haritası

Harita Adı	Kırmızı (Z-4) %	Sarı (Z-3) %	Yeşil (Z-2) %	Mavi (Z-1) %
Mamdani	**70**	**28**	**2**	**0**

Tablo 5: Bulanık model sonuçlarına göre oluşturulan Zemin grubu haritaları sonuçlarının yüzdelik dağılımları

Mamdani metodu sonuçları ile oluşturulan yerel zemin sınıfı haritası incelendiğinde (Şekil 4) Tablo '1 de görüldüğü üzere inceleme alanının % 70'lik kısmının kırmızı renk ile temsil edilen Z- 4 zemin gurubunda yer aldığı, %28'lik kısmının sarı renk ile temsil edilen Z-3 zemin gurubundan oluştuğu, % 2'lik kısmının yeşil renk ile temsil edilen Z-2 grubu zemin birimlerinden oluştuğu görülmektedir.

2. SONUÇLAR

Bu çalışma, günümüz yerleşim alanlarının planlanmasında jeodinamik verilerine ait arşivler oluşturmasının, deprem gibi afetlerin oluşumlarının meydana getirebileceği riskleri öngörmek ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamakta etkin ve gerekli bir yöntem olduğunu göstermektedir.
Bulanık mantık (Fuzzy Logic) metodu ile şehir ve ülke gibi büyük coğrafi bölgelerin Yerel zemin gruplarının sınıflandırılması işlemi klasik metoda göre oldukça kısa sürede tamamlandığı ve CBS'de haritalanabildiği görülmüştür.

Bu yöntemin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla geçmişten günümüze kadar çok sayıda depreme maruz kalmış Adapazarı iline ait zeminlerin mikrobölgelemesi yapılmıştır. Bölgenin KAFZ üzerinde yer alması nedeniyle oldukça aktif bir tektonik hareketliliğe sahiptir. Bu itibarla bölgenin mikrobölgeleme haritalarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Oluşturulan haritadan elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir. Buna göre;

a) Kullanılan yöntem ve sistemin şehir, ülke kapsamında uygulanabilir olduğu çalışma sonuçlarından görülmüştür. Sistemin faydaları ise şehirlerin veya ülkelerin yerleşim ve gelişim planlarının doğru yapılmasına, doğal afetler karşısında mal ve can kaybının azalmasına neden olacaktır.

b) Bu çalışmada uygulama alanı olarak Adapazarı bölgesi seçilmiştir. Bunun nedeni ise tektonik olarak aktif bir alanda yer alan Adapazarı'nın bir çok depreme maruz kalması sonucunda büyük can ve mal kaybı yaşamasıdır. İleride olası depremlerde can ve mal kaybı yaşanmaması için bu çalışmadan elde edilen sonuçlar yerel yöneticiler tarafından mutlaka dikkate alınmalıdır.

c) İnceleme alanında iki ana jeolojik formasyon bulunmaktadır. Topoğrafik olarak yüksek olan alanları filiş kaplarken, yüksek olmayan alanlar alüvyon ile kaplıdır.

d) Mamdani metodu sonuçları ile oluşturulan yerel zemin sınıfı haritası incelendiğinde (Şekil 4) Tablo '1 de görüldüğü üzere inceleme alanının % 70'lik kısmının kırmızı renk ile temsil edilen Z- 4 zemin gurubunda yer aldığı, %28'lik kısmının sarı renk ile temsil edilen Z-3 zemin gurubundan oluştuğu, % 2'lik kısmının yeşil renk ile temsil edilen Z-2 grubu zemin birimlerinden oluştuğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

GIRVAN, J. APPLE, E., (Spring 2006)," Somerset county, New Jersey, developing a county enteprise GIS" Arcnews; 28(1):34

KARAVUL, C., KIYAK A., KURNAZ, T.F., (2006),"Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Hazırlanan Zemin Haritalarında Veri Analizinin Önemi" 4. CBS Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi- İstanbul

SIS (Soil information system), http://www.soilinformationsystem.com/topic.php?lang=enu&sec=tech (30.04.2008)

ASRIS (Australian soil resource information system) http://www.asris.csiro.au/index_ie.html (30.04.2008)

NASIS (National soil information system) http://www.soils.wisc.edu/courses/SS325/soildata.htm (30.04.2008)

Canadian soil information system http://sis.agr.gc.ca/cansis/ (30.04.2008)

KIYAK, A.., (2008) "Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Adapazarı İlinin Mikro Zemin Parametre Haritalarının Hazırlanması" Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Başbakanlık Basımevi, Ankara http:// rega. basbakanlik. gov. Tr / Eskiler /2006 /03/ 20060306-3-1.pdf (30.04.2008)

BAYKAL N., BEYHAN T., Bulanık mantık ilke ve temelleri. (2004) 9758695088 ,Bıçaklar Kitabevi,182, Ankara, Türkiye