

DEPREM SİGORTASI PİRİMİ HESAPLAMASINDA KULLANILMAK ÜZERE GELİŞTİRİLMİŞ DEPREM HASAR GÖREBİLİRLİK RİSKİ BULAN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Yavuz KILAĞIZ^(*)
Ahmet BARAN^(**)
İsmet ULUSU^(***)

Özet: Nüfusunun %98'i deprem bölgelerinde yaşayan ülkemizde 1990'lı yıllardan sonra doğal afetlerde "zarar azaltma" stratejisi uygulanmaya başlanmış ve bu çerçevede 1999'da çıkarılan "Zorunlu Deprem Sigortasına Dair Kanun Hükmünde Kararname" ile depremde oluşabilecek zararların azaltılması hedeflenmiştir. Bu Kararınamede zorunlu deprem sigortası yapılacak binalar ve bu binalar için sigorta primlerinin hesap yöntemi tarif edilmiştir. Tarif edilen hesap yönteminde sigortalanacak binalar için sağlıklı bir deprem hasar görebilirlik riski hesabı yapılmamaktadır. Bu çalışmada sigorta şirketleri için zorunlu deprem sigortası kapsamı dışında kalan veya ihtiyari deprem sigortası yaptırılmak istenen binaların deprem sigortası priminin belirlenmesinde kullanılmak üzere yeterli sayıda parametre ile deprem hasar görebilirlik riski hesaplayan bir bulanık uzman sistem önerilmiştir. Önerilen sistemle hem sigorta şirketlerinin ters seçim yapmalarının önlenmesi, hem de bina maliklerinin, binalarının deprem hasar görebilirlik risklerini öğrenerek gereğinde tedbir almalarının sağlanması amaçlanmıştır. Esnek yapısıyla değiştirilmeye ve geliştirilmeye müsait, kullanımı oldukça kolay olan sistem Matlab programı, Visual Basic programlama dili ve SQL veri tabanı ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık uzman sistemler, bulanık mantık, deprem hasar görebilirlik riski, zorunlu deprem vergisi

Abstract: In our country whose %98 of population live in earthquake regions, after 1990s, a strategy for reducing the harms of natural disasters has been put into application and it has been aimed to reduce the would-be harms caused by the earthquakes by means of decree law on compulsory earthquake insurance which was accepted in 1999. In this decree law, it was described which buildings must be insured and how the insurance premiums for these buildings must be accounted. A correct earthquake vulnerability risk computation can not be done for these buildings by means of the described method in this decree law. In this study a fuzzy expert system computing the earthquake vulnerability risk with sufficient number of parameters has been suggested for the buildings which are out of compulsory earthquake insurance or the buildings which are wanted to be insured optionally for the insurance companies. It was aimed to ensure that both the insurance companies not to make a wrong selection and also building owners to take required precautions by realizing the earthquake vulnerability risk for their buildings. Our system, which is suitable for changing and improving because of its flexible structure

^(*) Yrd.Doç.Dr. Atatürk Üniversitesi Erzincan MYO

^(**) Yrd.Doç.Dr. Atatürk Üniversitesi Erzincan MYO

^(***) Öğr.Gör. Atatürk Üniversitesi Erzincan MYO

and easy to use, has been developed by using Matlab, Visual Basic programming language and SQL data base.

Keywords: Fuzzy expert systems, fuzzy logic, earthquake vulnerability risk, compulsory earthquake insurance

I.Giriş

Doğa, deprem, heyelan, çığ, yanardağ patlaması gibi olaylarla bozulan iç dengesini yeniden düzenler. Dünyadaki dinamik sürecin parçası olan bu olaylardan bir kısmı insanları etkilemediği halde, büyük çoğunluğu insan topluluklarının yaşamlarını etkileyerek, genel hayatın aksaması ve bozulmasına sebep olurlar. Şayet doğal olaylar, can kayıpları oluşturan, ekonomik ve sosyal kayıplara sebep olan, genel hayatı etkileyerek normal aktiviteleri aksatan olaylarsa, bunlar doğal afet olarak isimlendirilirler.

Dünya genelinde bir çok ülke bulunduğu coğrafya, iklim koşulları, jeoteknik ve topoğrafik özelliklerine bağlı olarak, zaman zaman çok önemli boyutlarda can ve mal kaybı ile sonuçlanan doğal afetlere maruz kalmaktadır. Dünya Bankası ve Columbia üniversitesinin 2005 yılında yayınladığı rapora göre, dünya nüfusunun %25'i en az bir doğal afet tehlikesi ile karşı karşıyadır (www.worldbank.org). UNDP (United Nations Development Programme)'nin verilerine göre son 20 yılda ülke başına yıllık ortalama 455.93 kişi veya tüm dünyada her gün 184 kişi doğal afetler nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Yine UNDP'ye göre 20.yüzyılın son 10 yılında doğal afetler nedeniyle 629 milyar dolar ekonomik kayıp oluşmuştur (www.undp.org).

Türkiye, deprem başta olmak üzere heyelan, su baskını, kaya düşmesi, çığ gibi doğal afetlerin sıkça meydana geldiği bir coğrafyada bulunmaktadır. Nüfusunun %98'i deprem riski taşıyan bölgelerde yaşayan (www.jmo.org.tr) ve son 20 yılda ortalama her yıl 972 kişinin doğal afetlerde öldüğü Türkiye'de (www.undp.org, Disaster Work Management Working Paper Series No:9; 2004:85) doğal afet zararları üzerine sağlıklı sonuçlar veren istatistik çalışmalar bulunmamakla birlikte, genel olarak afetler nedeniyle ortalama her yıl gayri safi milli hasılanın % 1.5-3' ü oranında bir ekonomik kaybın yaşandığı tahmin edilmektedir. Ancak bu oran çoğu zaman afetlerin neden olduğu doğrudan zararları ifade etmektedir (Deprem Ekonomik ve Sosyal Etkileri: Muhtemel Finans İhtiyacı, <http://ekutup.dpt.gov.tr>). Afetlerin hesaplamalara yansıtılmayan çevresel sonuçlarını, iş gücü ve üretim kayıplarını içeren dolaylı zararlar da göz önüne alındığında afetlerin ülkemize verdiği zararların daha da yüksek rakamlara ulaşacağı görülecektir.

İnsanların çoğunlukla büyük zarar gördükleri doğa olaylarını önleme yetisi bulunmamaktadır, ancak bu olaylar sonucu oluşan doğal afetlerin verdiği zararlar doğal afetlerden önce ve sonra alınacak bir takım önlemlerle azaltılabilir. Dünyada 1960'lı yıllardan sonra afet zararlarının azaltılması konusunda büyük bir stratejik dönüş yaşanmıştır. Bu tarihe kadar genellikle afet sonrası olaya müdahale yöntemlerinin güçlendirilmesi konusunu kabul eden

“yara sarma stratejisi” kullanılırken, bu tarihten sonra afet öncesi ve sonrası alınacak tedbirlerle, olabilecek zararı en aza indirmeyi amaçlayan “zarar azaltma” stratejisi uygulanmaya başlanmıştır. 1970’li yıllardan sonra UNDP, UNIDO, UNESCO, Dünya Bankası gibi kuruluşlar, ülkelerde bu stratejinin uygulanması için yoğun çaba sarf etmişlerdir (Şener vd; 2002:19).

Türkiye doğal afetlerden en çok zarar gören ülkelerin başında gelmesine rağmen maalesef dünyayla eş zamanlı olarak doğal afetlerde “zarar azaltma stratejisini” benimseyememiş, hatta bu stratejiyi benimsemesi uzun yıllar almıştır. 1990 yılında Türkiye’de ilk kez bir milli plan hazırlanmış, 1992 yılında Erzincan’da meydana gelen depremde uygulanan acil yardım ve kurtarma, iyileştirme ve yeniden inşa çalışmalarında başarılı uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

1997 yılında Japon Uluslararası Yardım Teşkilatı JICA desteğiyle “Deprem Zararlarının Azaltılması Araştırma Merkezi “kurulmuş, Türkiye Büyük Millet Meclisi “afetlerde meydana gelen can ve mal kayıplarını en aza indirmek için alınması gerekli tedbirlerin belirlenmesi” için bir komisyon oluşturmuş, UNDP’nin “Türkiye’nin Afet Yönetim Sisteminin İyileştirilmesi” projesi uygulanmaya başlanmış, 1998 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca yeni deprem yönetmeliği yürürlüğe konmuş, yine aynı yıl 3194 sayılı imar mevzuatında yeni bir yapı kontrol sistemi düzenlenmiştir (Say vd;2005:9). 1999 yılında Zorunlu Deprem Sigortası İle İlgili Kanun Hükmünde Kararname çıkarılmıştır. Tüm bu çalışmalara rağmen uygulamadaki yetersizlikler nedeniyle 1960 dan sonra meydana gelen depremlerde 28971 kişi ölmüş 206857 bina ağır hasar görmüş veya yıkılmıştır (Sözen, ve Piroğlu; 1999:48).

Günümüze kadar bir çok büyük doğal afetin yaşandığı Türkiye’de bundan sonra da büyük afetlerin yaşanacağı ve bunların can ve mal kaybına yol açacağı uzmanlar tarafından belirtilmekte ve doğal afetlerde zarar azaltma stratejisinin tam olarak uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu stratejide doğal afetler sebebiyle oluşacak zararların en aza indirilmesi için yapılan çalışmalarda, doğal afetlerden önce alınacak tedbirler, önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla hazırlanan yasal düzenlemeler gereği, yerleşim yeri planlarının yerleşim yerinin jeolojik özelliklerine göre yapılmasını zorunlu kılmakta, yapılan yeni binaların depremlere dayanıklı olması için standartlar getirmektedir (Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yayını;2000:16). Ayrıca 1999 Bolu ve Düzce depremlerinden sonra meydana gelecek bir deprem sonrası oluşacak ekonomik kaybın tamamının devlet tarafından karşılanamayacağı anlaşıldığından, 25.11.1999 tarihinde yürürlüğe konan Zorunlu Deprem Sigortasına Dair Kanun Hükmünde Kararname ile meydana gelecek deprem afeti sonucu bina maliklerinin veya intifa hakkı sahiplerinin, binaların zayi veya hasarlanması nedeniyle uğrayacakları maddî zararlarının karşılanmasının temini amaçlanmıştır (www.dask.gov.tr). 634 sayılı Kat Mülkiyeti Kanunu kapsamındaki (www.khkm.gov.tr.) bağımsız bölümler, tapuya kayıtlı ve özel mülkiyete tabi taşınmazlar üzerinde mesken olarak inşa edilmiş binalar, bu

binaların içinde yer alan ve ticarethane, büro ve benzeri amaçlarla kullanılan bağımsız bölümler ile doğal afetler nedeniyle devlet tarafından yaptırılan veya verilen kredi ile yapılan meskenlerin zorunlu deprem sigortasına tabi olduğunun belirtildiği kararnamede, yapı standartlarının uygulanması, sağlıklı yapılaşmaya ve modern bir toplumsal yapının oluşturulması da hedeflenmiştir.

Sigorta, belirli bir prim karşılığında, öngörülmuş bir riskin gerçekleşmesine bağlı zarar ya da hasarın karşılanmasını sağlayan sözleşme olarak tanımlanmaktadır (Aktuğlu;1995:25). Sigorta primi belirlenirken, risk oranları göz önünde bulundurulmaktadır. Şayet risk oranı yüksek kişilere düşük primlerle sigorta yapılırsa, sigorta şirketleri zarar görecektir ve hatta piyasadan çekilecektir. Ayrıca risk oranına göre düşük primlerle sigorta yaptırmak, sigorta satın alan kişilerin risklere karşı tedbirsiz davranmalarına sebep olacaktır (Kuşcu; 1996:73, Karabulut;1988:103).

Türkiye’de Zorunlu Deprem Sigortası kapsamında ödenecek sigorta primi, binanın doğal afette zarar görme riskine göre hesaplanmaktadır. Fakat binaların deprem hasar görebilirlik riski hesabında kullanılan parametreler (binanın bulunduğu deprem bölgesi, bina yapı tarzı, yüzölçümü) (www.dask.gov.tr) oldukça yetersizdir. Mevcut uygulamada aynı deprem bölgesinde aynı yüzölçümüne sahip aynı yapı tarzında biri çok düşük, diğeri çok yüksek dayanıma sahip iki bina sigorta için aynı sigorta primini ödemektedir. Bunun sonucu olarak sigorta şirketleri muhtemel bir depremde, büyük zarar görebilecek dayanımsız binaları küçük primler karşılığı sigortalayarak ters seçim yapmaktadırlar ve bu durum sigorta şirketlerinin zarar etme risklerini artırmaktadır. Ayrıca düşük sigorta primleri ile sigorta yaptırabilen dayanımsız bina sahipleri, deprem riskinin verebileceği zararlara karşı gevşek davranabilecek ve yeterli tedbiri almayacaktır. Dolayısıyla depremlerin kaçınılmaz olduğu ülkemizde meydana gelecek bir depremde ölüm sayılarında artış olabilecek ve büyük maddi kayıplar yaşanabilecektir. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için, deprem sigortası yapan şirketlerin sigorta yapacakları binaların muhtemel bir depremde zarar görme risklerini mümkün olduğunca doğru tespit etmeleri gerekmektedir.

Günümüzde binaların deprem hasar görebilirlik riskinin belirlenmesinde birçok yöntem uygulanmaktadır. Bir kısmı deterministik bir kısmı probabilistik tabanlı olan bu yöntemlerde, üç aşamalı değerlendirme yapmaktadırlar. Birinci aşamada risk unsuru taşıyan özellikler taranarak binanın risk gurubu belirlenmekte, ikinci ve üçüncü aşamada daha teknik hesaplamalarla detaylı değerlendirmeler yapılmaktadır (FEMA-273;1997, FEMA-310;1998, FEMA-356;2000, Erduran ve Yakut;2004:121, Sucuoğlu ve Yazgan; 2003: 97, Özcebe vd; 2003: 29, Akbulut ve Aytuğ;2005:88, İlki vd,2003: 1). Bu çalışmada, zorunlu deprem sigortası kapsamı dışında kalan veya ihtiyari deprem sigortası yaptırılmak istenen binaların sigorta primlerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere, olası bir depremde binaların hasar görebilirlik riskini hesaplayan bir bulanık uzman sistem geliştirilmiştir. Deprem hasar görebilirlik riski hesabında

kullanılan parametrelerin sınır değerleri kesin olmadığından, mevcut yöntemlerden farklı olarak bulanık mantığın kullanıldığı sistem Matlab programı, Visual Basic progamlama dili ve SQL veri tabanı ile gerçekleştirilmiştir. Sigorta primi belirlemek için önerilen bu sistemle binaların deprem hasar görebilirlik riskleri uygun parametrelerle hesaplandığından, sonuçlar Zorunlu Deprem Sigortasına Dair Kanun Hükmünde Kararname'de belirtilen sistemle bulunan sonuçlara göre daha sağlıklı olacak, dolayısıyla sigorta primleri doğru olarak hesaplanabilecek, hatta yüksek riskli binaların sigortası gerekli takviyeler sağlanmadan yapılmayacaktır. Bununla birlikte binalarının hasar görebilirlik risklerini öğrenmiş olan bina malikleri, gerekli takviyelerle olası deprem afetinde can ve mal kaybının minimize olmasını sağlayacaklardır. Sistemde risk hesabı için kullanılan değerlendirme parametreleri, bu parametrelerin üyelik fonksiyonları ve bulanık çıkarsamada kullanılan kurallar 4 kişiden oluşan bir uzmanlar grubu tarafından tespit edilmiştir.

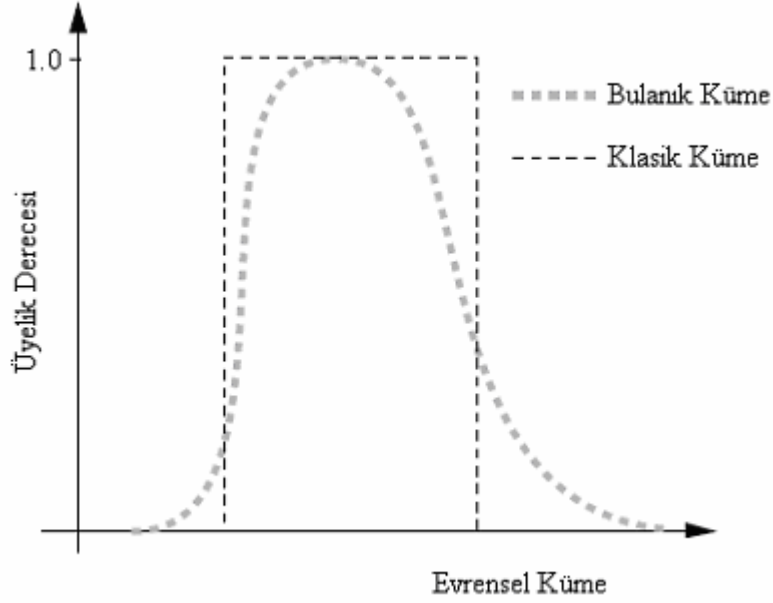
II. Bulanık Uzman Sistemler

Bulanık kümeler dayalı olan bulanık mantık, genelde insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlayarak gerçek dünyada meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olur (Nabiyev, 2003:640). Klasik küme kavramında bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman kısmi üyelik olmaz. Nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin tam elemanı, 0 ise elemanı değildir. Diğer bir deyişle, klasik kümelerde elemanların üyelikleri sadece $\{0,1\}$ değerlerini alabilir. Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değişebilir (Şekil 1). Bunlar, üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız bütünüyle bir kümedir (Elmas, 2003:30).

Bir X evrensel kümesinde tanımlanan, bulanık küme μ_A üyelik işlevi şöyle ifade edilir (Zadeh 1965:13):

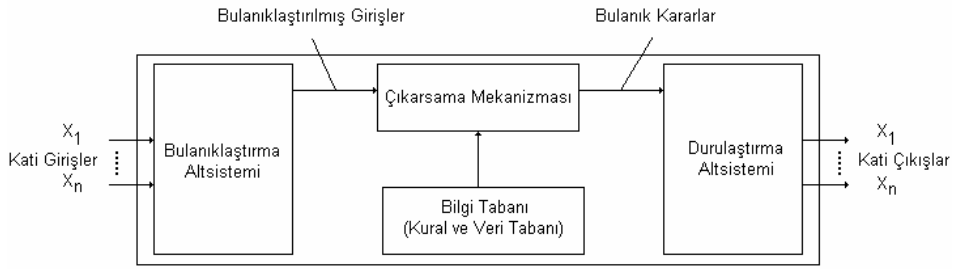
$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

Burada μ_A üyelik işlemi, $[0,1]$ aralığında gerçek bir sayıyı göstermektedir. Bir bulanık küme, μ_A gibi sürekli ya da ayrık bir üyelik işlevi ile gösterilebilir (Simonovic 2001:3-5). Bir bulanık sayı, bir X evrensel kümesinde bulanık bir alt kümedir ve bu alt küme içbükey, bir aralıkta sürekli ve m gibi bir reel sayı için $\mu_A(m) = 1$ şartlarını sağlamalıdır (Chen ve Cheng., 2005:805). Bulanık sayıların en genel olanları üçgen (triangular), yamuk (trapezoidal), gausyen (gaussian), iki farklı gausyenin iki yanlı birleşimi, çan şekilli (bell, generalized bell), sigmoidal, iki sigmoidal arasındaki fark, iki sigmoidalın çarpımı, polinomsal (Z,S ve Π) bulanık sayılardır. (Baykal ve Beyan, 2004:78-80; The Math Works Inc., 1999:16).



Şekil 1: Klasik ve Bulanık Kümeler

Blok yapısı Şekil 2 de verilen bulanık uzman sistemler, bulanıklaştırma alt sistemi, çıkarsama mekanizması, bilgi tabanı ve durulaştırma alt sisteminden oluşan ve klasik mantık yerine bulanık mantık kullanan uzman sistemlerdir (Kosko; 1997:76).



Şekil 2: Bulanık Uzman Sistem Blok Yapısı

Bulanıklaştırma alt sistemi, giriş bilgilerini, dilsel niteleyiciler olan sembolik değerlere dönüştürmektedir. Üyelik fonksiyonlarından yararlanılarak giriş bilgilerinin ait olduğu bulanık kümeyi/kümeleri ve üyelik derecesini tespit edip, girilen sayısal değere dilsel değişken değerler atar. Sistemin verimli çalışmasını sağlamak amacıyla değişik şekillerde (üçgen, yamuk, çan eğrisi vs.)

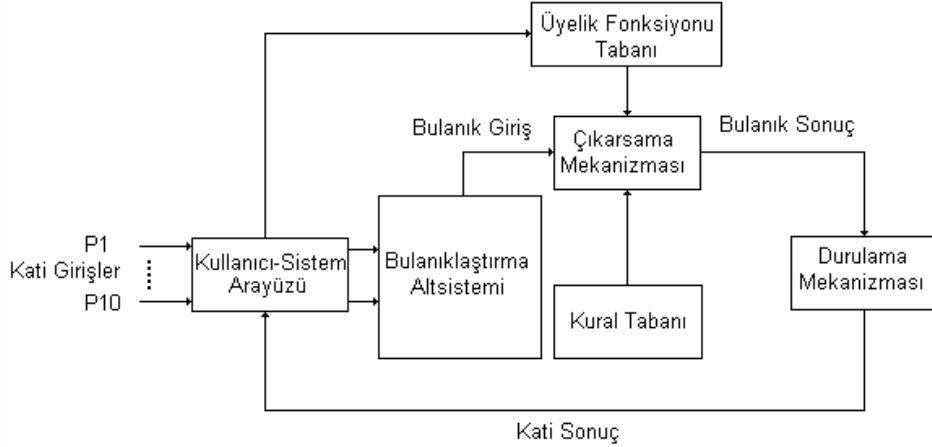
bulanık kümeler seçilir. Çıkarsama mekanizması, bilgi tabanını ve üyelik fonksiyonlarını kullanarak bulanık sonuçlar elde eder. Bilgi tabanı, çıkarsama biriminin kural tabanının kullandığı bilgileri aldığı veri tabanı ve dilsel denetim kurallarının bulunduğu ve uzmanlar tarafından hazırlanmış kural tabanı olmak üzere iki kısma ayrılır. Bulanıklaştırma, çıkarsama ve durulama işlemleri sırasında gerek duyulan üyelik fonksiyonları ve kural tablosu bilgileri, veri tabanından kullanıma sunulmaktadır. Giriş ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır. A ve B giriş değişkenleri, C ise çıkış değişkeni olan bir sistemde tipik bir kural genellikle aşağıdaki formda olmaktadır.

$$\text{Eğer } [(A = X) \text{ VE } (B=Y)] \text{ İSE } C=Z$$

Burada X, Y ve Z, A, B ve C değişkenleri için tarif edilmiş üyelik fonksiyonlarıdır. Durulama alt sistemi ise çıkarsama sonucu elde edilen bulanık sonuçları kati değerlere dönüştürerek çıkışa iletmektedir (Elmas;2003:90).

III. Deprem Hasar Görebilirlik Riski Hesaplama Uzman Sistemi

Bu çalışmada Zorunlu Deprem Sigortası kapsamı dışında kalan veya ihtiyari deprem sigortası yaptırılmak istenen binaların deprem sigortası priminin belirlenmesinde kullanılmak üzere binaların deprem hasar görebilirlik riskini hesaplayan bir bulanık uzman sistem geliştirilmiştir. Sigorta şirketleri için önerilen sisteme ait blok diyagram Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3: Geliştirilen Bulanık Uzman Sistemin Blok Diyagramı

Deprem hasar görebilirlik riski hesabı için bulanık mantık kullanılan sistemde, sistem yazılımı Matlab programı, Visual Basic programlama dili ve SQL veri tabanı ile gerçekleştirilmiştir. Full-Duplex veri iletişimi sağlanabilen sistem yazılımında, Matlab ve Visual Basic yazılımları arasında veri iletişimi Dinamik Veri Değişimi (Dynamic Data Exchange-DDE) yöntemiyle

gerçekleştirilmektedir. Kullanıcı ile etkileşimli çalışan sistemde, kullanıcı ile sistem arasındaki veri iletişimi Visual Basic programlama dili ile hazırlanmış bir kullanıcı-sistem arayüzü ile sağlanmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4: Kullanıcı-Sistem Arayüzü

Sigorta yaptırılmak istenen binanın deprem hasar görebilirlik riskini hesaplamak için kullanılacak değerlendirme formu, “D_Form” butonuna basılarak elde edilmektedir (Şekil 5). Kullanıcı–sistem arayüzüne değerlendirme formundaki bilgilerle birlikte, binanın bulunduğu deprem kuşağı ve binanın yapı tarzı girilir. Deprem hasar görebilirlik riski hesabında kullanılacak parametrelerin bulanık üyelik fonksiyonları sınır değerleri, deprem kuşağı ve yapı tarzına göre değişmektedir. Kullanıcı-sistem arayüzünden yapılan seçime göre üyelik fonksiyonu tabanından, farklı 4 deprem kuşağı ve 2 yapı tarzı için hazırlanmış 8 farklı üyelik fonksiyonu sınır değerleri tablosundan uygun olanı seçilmektedir.

DEPREM HASAR GÖREBİLİRLİK RİSKİ DEĞERLENDİRME FORMU			
Beton Kalitesi	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dilatasyon Mesafesi	<input type="text"/>		
Fay Hattına Olan Mesafe	<input type="text"/>		
Binanın Bulunduğu Arazinin Eğimi	<input type="text"/>		
Yaşı	<input type="text"/>		
Perde Oranı	<input type="text"/>		
Kat Sayısı	<input type="text"/>		
Fiziki Durumu	<input type="text"/>		
Fay Hattına Göre Yönü	<input type="text"/>		
Zemin	<input type="text"/>		
Uzman Görüşleri			
<input type="text"/>			
Değerlendirmenin Yapıldığı		Değerlendirme Yapan Uzmanın	
Tarih	<input type="text"/>	Adı	<input type="text"/>
Saat	<input type="text"/>	Soyadı	<input type="text"/>
		İmza	<input type="text"/>

Şekil 5: Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Hesabında Kullanılacak Değerlendirme Formu

Sistemde deprem hasar görebilirlik riskinin hesabında kullanılan parametreler 4 uzmanın görüşü doğrultusunda, literatürde 1. aşama değerlendirmede kullanılan parametrelerden seçilmiştir. Bu parametreler Tablo'1 de verilmiştir.

Tablo 1: Deprem Hasar Görebilirlik Riskinde Kullanılan Parametreler

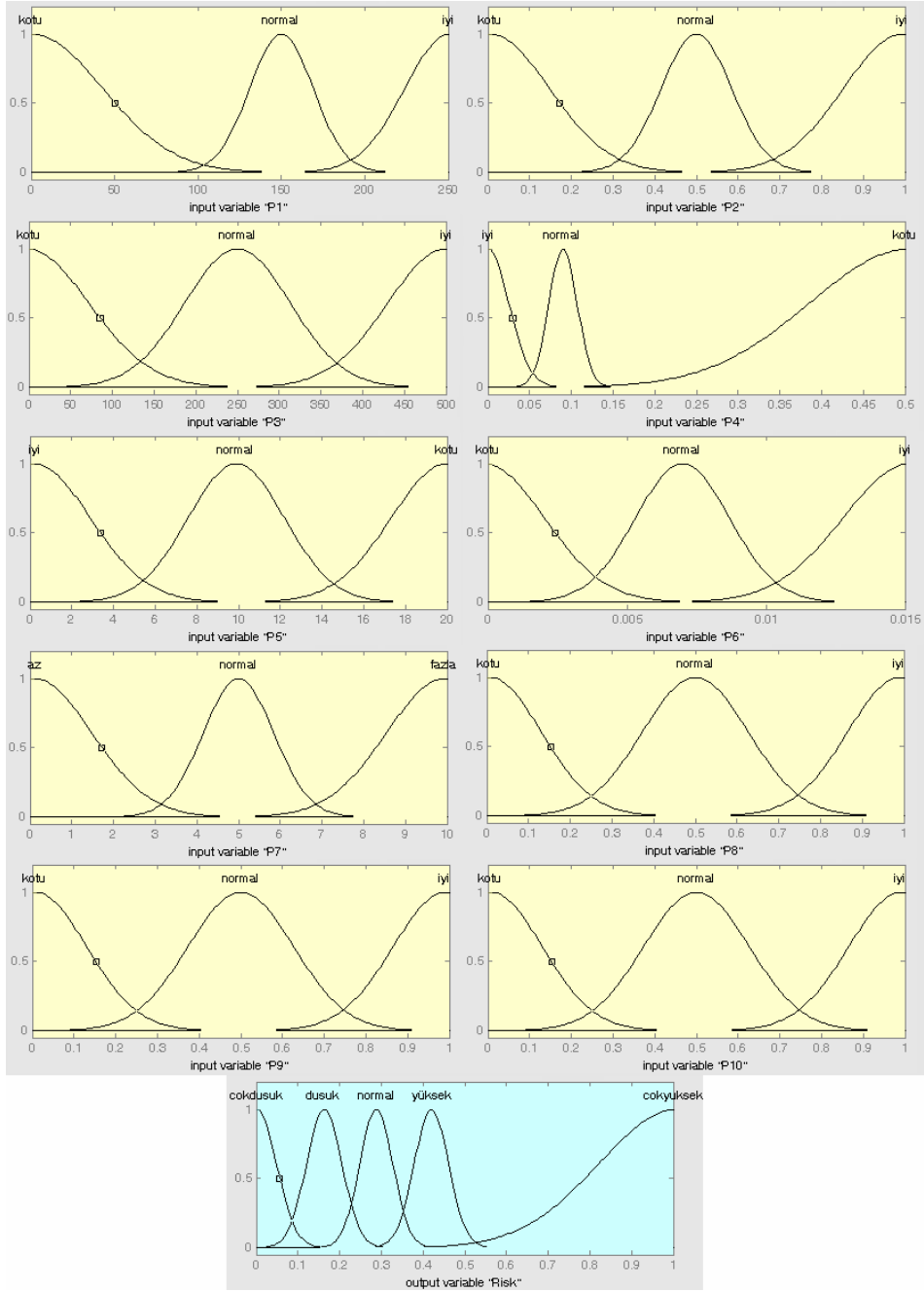
Parametre	Sembol
Beton Kalitesi	P1 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Dilatasyon Mesafesi	P2 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Fay Hattına Olan Mesafe	P3 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Binanın Bulunduğu Arazinin Eğimi	P4 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Binanın Yaşı	P5 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Perde Oranı	P6 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Kat Sayısı	P7 (Az=A, Normal=N, Fazla=F)
Fiziki Durum	P8 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Fay Hattına Göre Yönü	P9 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)
Zemin	P10 (Kötü=K, Normal=N, İyi=İ)

“Hesapla” butonuna basıldığında, arayüze girilen giriş parametrelerine ait değerler Matlab programına gönderilmektedir. DDE metodu ile Matlab programına gönderilen kati giriş değerleri uzmanlar tarafından belirlenmiş gaussian üyelik fonksiyonlarına göre bulanıklaştırılmaktadır. Sistemde 1. deprem kuşağında bulunan betonarme binaların deprem hasar görebilirlik riskinin hesaplanmasında kullanılan giriş parametrelerine ve çıkışa ait üyelik fonksiyonları Şekil 6’da verilmiştir.

Farklı deprem kuşakları ve bina yapı tarzları için hazırlanmış toplam 816 kuralın bulunduğu sistemde çıkarsama yöntemi olarak Mamdani metodu kullanılmıştır. Deprem hasar görebilirlik riskinin hesaplanmasında kullanılan kurallarının bazıları Tablo 2’de verilmiştir.

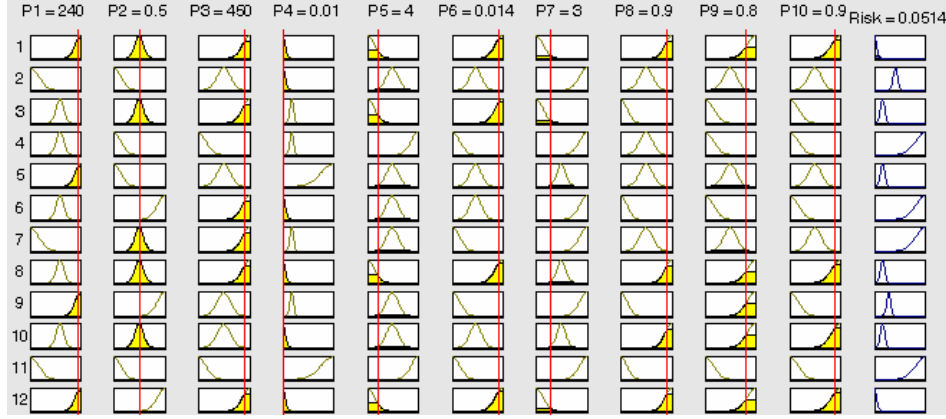
Tablo 2: Deprem Kuşağında Bulunan Betonarme Bir Binanın Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Hesabında Kullanılan Kurallardan Bazıları

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Risk
İ	N	İ	İ	İ	İ	A	İ	İ	İ	Çok düşük
N	N	K	N	İ	İ	A	K	K	K	Düşük
İ	İ	N	N	N	K	F	İ	N	N	Normal
K	K	N	İ	N	N	F	N	N	N	Yüksek
K	K	K	N	N	N	F	K	K	K	Çok Yüksek



Şekil 6: Deprem Hasar Görebilirlik Riski Hesabında Kullanılan Giriş Parametrelerine ve Çıkışa Ait Üyelik Fonksiyonları

Sistemde, çıkarsama mekanizmasından elde edilen bulanık değerler durulaştırma alt sisteminde Cendroid metodu ile durulaştırılmaktadır. [240 0.5 450 0.01 4 0.014 3 0.9 0.8 0.9] örnek değerleri için durulaştırılmış çıkışlarına ait kural gösterim ekranı Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7: Örnek Giriş Parametrelerine Ait Matlab Kural Gösterim Ekranı

Durulaştırma işleminden sonra yine DDE yöntemi ile Visual Basic yazılımına gönderilen katı ve bulanık risk değeri kullanıcı-sistem arayüzünde (şekil 4) görüntülenmektedir. “Yardım” butonuna basıldığında, yardım konularını gösteren bir form görüntülemekte, kullanıcı bu formdan seçeceği konuya göre sistemden bilgi almaktadır. Ayrıca “Kaydet” butonuna basılarak istendiğinde, girilmiş olan değerlendirme parametreleri değerleri sigorta almak isteyen kişinin adıyla açılan bir tabloyla, veri tabanına kaydedilmektedir.

Sistemin performansının değerlendirilmesi amacıyla, Erzincan Meslek Yüksekokulu İnşaat Programı öğretim elemanları tarafından, sistemde kullanılan parametre değerleri tespit edilmiş 73 farklı binanın deprem hasar görebilirlik riski geliştirilen sistemle hesaplanmış ve sonuçlar 4 farklı uzmana ait görüşlerle karşılaştırılarak Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Uzman Görüşleri ile Sistemin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Sistemin Uzmanlarla Uyuşma Oranı %	Uzmanlar				
	1	2	3	4	Ortalama
	98	95	96	95	96

Yapılan 73 hesaplama sonucunda uzman görüşleriyle ortalama %96 oranında uyuşan sistem, uzmanlar tarafından kullanılabilir bulunmuştur.

IV. Sonuç

Ülkemizde çok sık yaşanan deprem afetlerinin vermiş olduğu zararların azaltılması için 1999 yılından sonra uygulamaya konulan bir kanun hükmünde kararname ile binalar depreme karşı zorunlu olarak sigortalanmaktadır. Kararnamede tarif edilen sistemle sigortalanacak binanın sigorta primi hesaplanırken, binanın hasar görebilirlik riski yalnız deprem kuşağı, binanın yapı tarzı ve yüzölçümü dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu durum iki önemli sakınca ortaya çıkarmaktadır ki bunların ilki düşük riskli binaların yüksek fiyatla, yüksek riskli binaların düşük fiyatla sigortalanmasıdır. Ters seçim anlamına gelen bu durum, riskin gerçekleşmesi durumunda sigorta firmalarının zarar görmesine neden olacaktır. İkinci sakınca ise, sigorta yaptıracak bina maliklerinde gevşeklğe neden olarak alınması gerekli tedbirlerin alınmamasına sebep olmaktır. Bu iki sakıncanın ortadan kaldırılması için risk hesabının daha uygun parametrelerle daha sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, zorunlu deprem sigortası kapsamı dışında kalan veya ihtiyari deprem sigortası yaptırılmak istenen binaların deprem hasar görebilirlik risklerini, binalarda 1. aşama risk değerlendirmesi için kullanılan parametrelerle hesap eden bir bulanık uzman sistem önerilmiştir. Deprem hasar görebilirlik riski hesaparken farklı deprem kuşakları ve yapı tarzları için 8 ayrı üyelik fonksiyonu tablosundan oluşan bir üyelik fonksiyonları tabanı kullanılan sistem, esnek yapısı ile çok kolay geliştirilebilir ve değiştirilebilir bir sistemdir. Uzman görüşleriyle %96 oranında uyuşan sistemin kullanılması ile, hem binaların deprem hasar görebilirlik risklerine göre prim belirleyecek sigorta şirketlerinin zarar etmelerinin önleneceği, hem de insanların tedbir alarak olması kaçınılmaz deprem afetlerinde mal ve can kaybının azalacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Akbulut, T. M., Aytuğ, A. (2005) “Deprem Hasar Görebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı”, *YTÜ Mim. Fak. Dergisi*, 1(1), ss.88 98
- Aktuğlu M. A., (1995), Sigorta İşletmeleri ve Muhasebesi, Ege Üniversitesi İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayını, İzmir.
- Baykal, N., Beyan,T. (2004), Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Chen, L.S., Cheng, C.H. (2005), “Selecting IS Personnel Uses Fuzzy GDSS Based On Metric Distance Method”, *European Journal of Operational Research*, 160, ss. 803-820.

- Depremın Ekonomik ve Sosyal Etkileri: Muhtemel Finans İhtiyacı,
http://ekutup.dpt.gov.tr
- Disaster Work Management Working Paper Series No:9,2004
- Elmas, Ç. (2003), Bulanık Mantık Denetleyiciler, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Erduran, E., Yakut, A. (2004) “Drift Based Damage Functions for Reinforced Concrete Columns”, *Computers and Structures, Elsevier Publishers*, 82(2-3), ss.121-130.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), (1997), NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings. FEMA 273, Washington.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), (1998), Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings-A Prestandard FEMA 310, Washington.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), (2000), NEHRP Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings FEMA 356, Washington.
- İlki, A. Boduroğlu, H., Özdemir, P., Baysan F., Demir, C., Şirin, S. (2003) “Mevcut Ve Güçlendirilmiş Yapılar İçin Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması”, *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, AT-119,ss.1-12*
- Kanunlar, Yönetmelikler ve Kararnameler (2000), Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Karabulut, M., (1988), Sigorta Pazarlaması, Yön Ajans, İstanbul.
- Kosko, B., (1997), Fuzzy Engineering, Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Kuşçu, S., (1996), Sigorta Talep Teorisi ve Türkiye Uygulaması, Mega Ofset, Erzurum.
- Nabiyev, V. V. (2003), Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Ozcebe, G., Yucemen, M. S., Aydoğan, V., Yakut, A. (2003) “Preliminary Seismic Vulnerability Assessment of Existing Reinforced Concrete Buildings In Turkey, Part I: Statistical Model Based on Structural Characteristics”, *Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings, NATO Science Series, Kluwer Academic Publishers,4(29)*, ss. 29-42.
- Say, A. İ., İnelmen, K., Kabasakal, H. (2005) “Örgütlü Katılım ve Afet Yönetimi Etkileşimi”, *Öneri*, 6(23), ss. 9-18.
- Simovic, S.P. (2001), Fuzzy Set Ranking Methods and Multiple Expert Decision Making, The University of Western Ontario, Ontario.
- Sözen, S., Piroğlu, F. (1999), Acil Durum Yöneticileri için Zarar Azaltma Yöntemleri, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İstanbul.
- Sucuoglu, H., Yazgan, U. (2003) “Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stocks”, *Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings, NATO Science Series, Kluwer Academic Publishers, 4(29)*, ss. 97-118.

Şener, S. M., Tezer, A., M., Helvacıoğlu, İ., Trabzon, L. (2002), Ulusal Acil Durum Yönetimi Modeli Geliştirilmesi Projesi, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İstanbul.

www.dask.gov.tr

www.jmo.org.tr

www.khkm.gov.tr

www.undp.org

www.worldbank.org

Zadeh, L. (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8, ss. 338-353.