



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 2A0042

TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES

Received: September 2009

Accepted: March 2010

Series : 2A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Müzeyyen Bulut Özek

Bihter Daş

Z.Hakan Akpolat

Firat University

muzeyyen_bulut@hotmail.com

Elazığ-Turkey

**ZAMAN SERİSİ TAHMİNİNDE TİP-2 BULANIK MANTIK TABANLI VERİ MADENCİLİĞİ
UYGULAMASI**

ÖZET

Bu çalışmada, tip-2 bulanık mantık tabanlı bir veri madenciliği yöntemi geliştirilmiştir. Elazığ ili meteorolojik verileri önce tip-1 bulanık mantık tabanlı sonra da tip-2 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği yöntemlerinden geçirilerek gelecek değerlerin tahmininin yapılması sağlanmıştır. Sonuçlara bakılarak geliştirilen yazılımların performansları kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tip-2 Bulanık Mantık, Veri Madenciliği, Zaman Serisi, Meteorolojik Veriler, Tip-1 Bulanık Mantık

**APPLICATION OF TYPE-2 FUZZY LOGIC BASED DATA MINING TO FORECASTING OF
TIME SERIES**

ABSTRACT

In this study, a type-2 fuzzy logic based data mining method is developed. Both type-1 fuzzy logic and type-2 fuzzy logic based data mining methods are used for the prediction of future values of Elazığ's meteorologic data. Performances of the type-1 and type-2 fuzzy logic based data mining softwares are compared.

Keywords: Type-2 Fuzzy Logic, Data Mining, Time Series, Meteorologic Data, Type-1 Fuzzy Logic

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Zamanın periyodik noktalarında, bir cevap değişkeni gözlemlenmesi yoluyla verilerin toplanması zaman serisi olarak adlandırılır. Bir değişken üzerine tekrarlanan gözlemler zaman serisini oluşturursa değişken, zaman serisi değişkeni olarak tanımlanır. Zaman serileri gelecekteki operasyonların bir yıldan fazla genelde 5, 10, 15 ve 20 yıla dayanan uzun dönem planlamasında ve tahmininde kullanılabilen ölçümleri belirlemek için analiz edilmektedir [1].

Zaman serileri veri madenciliği literatürde olay tahmini ve sınıflandırma gibi birçok alanda kullanılmıştır. Zaman serileri veri madenciliği asenkron motorlarda oluşan hataların teşhis edilmesi ve sınıflandırılması amacıyla kullanılmıştır [2 ve 3]. Bir stoktaki fiyat değişimlerinin tahmini için Hağan [4] çok katmanlı ileri beslemeli yapay sinir ağı kullanmıştır. Bulanık mantık tabanlı zaman serisi veri madenciliği kullanan bir tahmin algoritması kullanılarak yapay bir deprem zaman serisinde bir adım önceden deprem tahmini yapılmıştır [5]. Zaman serisi yöntemlerinden Üstel Düzleştirme ve Box-Jenkins yöntemleri ile Antalya iline yönelik aylık dış turizm talebi tahminleri yapan bir model geliştirilmiştir [6]. [7]'de Ankara hava kirliliği verisi için hibrit yapay sinir ağı modelleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada yukarıda anlatılan zaman serileri veri madenciliği yöntemlerinden farklı olarak tip-2 bulanık mantık tabanlı bir yöntem önerilmekte ve önerilen yapı tip-1 bulanık mantık tabanlı yöntem ile karşılaştırılmaktadır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Manyetik ortamdaki veri miktarlarının her geçen gün artması, anlamlı ve yararlı bilgilerin de sağlıklı bir şekilde ortaya çıkarılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, geniş bilgi verilerinden anlamlı ve yararlı bilgi ortaya çıkarma işlemine şiddetle ihtiyaç duyulmuş ve konunun önemi giderek artmıştır. Ortaya çıkarılan anlamlı ve yararlı bilgilerden faydalanarak ileriye dönük tahminlerde bulunmak ve birçok alanda uygulamak üzere çalışmalar yapılmaktadır.

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER (METHODS USED IN THIS STUDY)

Bu bölümde, çalışmada kullanılan veri madenciliği zaman serisi yöntemi ve tip-2 bulanık mantık hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1. Zaman Serisi Veri Madenciliği (Time Series Data Mining)

Veri madenciliği, büyük miktarda veri içinden, gelecekle ilgili tahmin yapmamızı sağlayacak bağıntı ve kuralların aranmasıdır [8]. Diğer bir deyişle, veri madenciliği tek başına bir şey ifade etmeyen veriler içindeki gizli örüntüleri ve ilişkileri ortaya çıkarmak için istatistik, yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi yöntemlerin ileri veri çözümlene araçlarıyla kullanılmasını kapsayan süreçler topluluğudur. Geleneksel sorgu (Query) ve raporlama araçlarının veri yığınları karşısında yetersiz kalması, saklı ve işlenmemiş bilgiye olan büyük ihtiyaç Veritabanlarında Bilgi Keşfi (VTBK) ve Veri Madenciliği (VM) gibi alanların keşfiyle anlaşılabilir ve yorumlanabilir hale gelmiştir [9]. Veri madenciliği uygulamaları başta pazarlama, bankacılık, tıp, mühendislik, endüstri, borsa analizleri ve ulusal güvenlik alanlarında kullanılmaktadır. Örneğin, müşteri ilişkileri yönetiminde, kredi kartı dolandırıcılıklarının tespitinde, üretim süreçlerinin iyileştirilmesinde, hatların yoğunluk tahmininde, kalite kontrol analizlerinde, hisse senedi fiyat tahmininde veri madenciliğinden etkin şekilde faydalanılmaktadır.

Veri madenciliği çalışmaları yapmak üzere birçok ticari yazılım üretilmiştir. Oracle DM, Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services, SPSS Clementine, SAS Enterprise Miner bu ürünlerden sadece birkaçıdır. Veri madenciliği modelleri iki başlıkta toplanmaktadır[10]:

- Tahmin Edici Modeller (sınıflandırma, eğri uydurma, zaman serileri vs.)
- Tanımlayıcı Modeller (kümeleme, özetleme, birliktelik kuralları, sıralı diziler vs.)

Tahmin edici modellerde amaç mevcut verileri kullanarak geleceğe yönelik kestirimler yapabilmek iken, tanımlayıcı modellerde amaç yine mevcut veri içindeki gizli ilişkileri, kümeleri ve veriyi niteleyebilecek olan özellikleri ortaya çıkarmaktır. Bu kapsamda çalışmada tahmin edici modelde yer alan zaman serisi tekniğinden yararlanılmıştır.

Zaman serileri veri madenciliğinin temellerini oluşturan en önemli bileşenlerdir. Bu serilerin yorumlanması ile ortaya bir kural veya sonuç çıkarılmaya çalışılır. Zaman içinde tekrarlanan ölçümlerle elde edilen bir gözlem dizisine "zaman serisi" denir [11]. Örneğin bir malın, yılın her ayında sahip olduğu perakende satış değerinin ölçümü bir zaman serisi verir. Burada satış fiyatı iyi tanımlıdır ve ölçüm eşit aralıklarla yapılmıştır. Düzensiz biçimde ya da sadece bir kez toplanmış verilerden ise zaman serisi elde edilemez. Çeşitli alanlarda karşılaşılan zaman serisi verilerine şu örnekleri verebiliriz:

- **Tarım:** yıllık pamuk üretimi ve bunların ton başına fiyatı.
- **Ekonomi:** günlük borsa de erleri, aylık ithalat ve ihracat rakamları, yıllık enflasyon oranları.
- **Meteoroloji:** saatlik rüzgâr hızı, günlük en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri, yıllık yağış miktarları.
- **Jeofizik:** sürekli gözlenen yerküre titre imleri.
- **Tp:** solunum verilerinin pnömokardiyogramla kaydedilmesi, kalp dalgalarının elektrokardiyogramla izlenmesi.
- **Sosyal bilimler:** yıllık doğum ve ölüm oranları, aylık işsizlik oranları. [11]

Bir zaman serisi ilgili değişken üzerinden bir gözlemler dizisidir. Değişken, genelde eşit aralıklı kesikli zaman noktalarında gözlemlenir[12]. Zaman serileri matematiksel semboller ile birlikte şu şekilde ifade edilebilir; X bir değişken olmak üzere t_1, t_2, \dots, t_k gibi zamanlarda yapılan gözlemlerden elde edilen değerler X_1, X_2, \dots, X_k şeklinde gösterilirler. Bu durumda, X değişkeni için gözlenen ölçümler zaman değişkeninin bir fonksiyonudur[12].

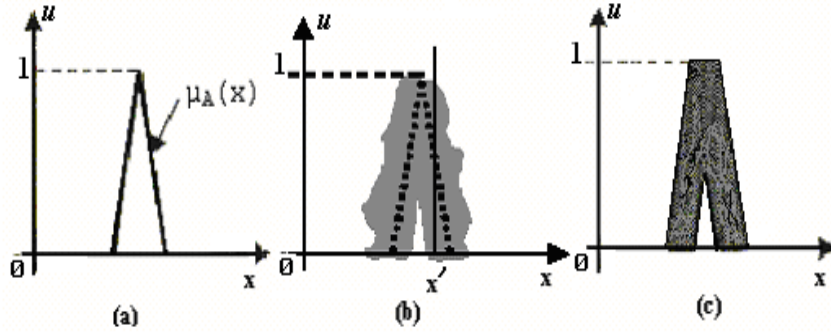
Elde edilen zaman serilerinin unsurlarına ayırma, aralarındaki ilişkiyi açıklama, kontrol amacı ve öngörü amacı ile analiz edilmesine zaman serisi analizi denir. Zaman serisi analizinin en önemli amacı bu serinin öngörü amacıyla analiz edilmesidir[12]. Zaman serisi analizi dizi üreten sürecin tanımlanmasını içerir. Zaman serisi öngörüsü için geleceğe uzatılabilen bir matematiksel model ile sürecin davranışının ortaya konulması gerekir[12]. Başka bir ifadeyle zaman serisi analizi, geçmiş dönemlere ait gözlem değerleri veya kayıtlar yardımıyla, geçmiş ve şimdiki durumu açıklayarak, gelecek hakkında tahminler yapmaya yarayan önemli bir istatistik tekniğidir. Zaman serisi analizi ile gelecek hakkında tahminler yapılırken, geçmişteki hareketlerin gelecekte de aynı eğilim içinde bulunacağı varsayılır. [12]

3.2. Tip-2 Bulanık Mantık (Type-2 Fuzzy Logic)

Elemanların üyeliği 0 veya 1 olarak belirlenemediğinde tip-1 bulanık kümeler kullanılır. Benzer şekilde koşullar çok bulanık yani üyelik derecesini $[0, 1]$ arasında belirlemede problem yaşıyorsa, tip-2 bulanık kümeler kullanılır. (Bu fikir ilk kez 1975 yılında Zadeh

tarafından ileri sürülmüştür) [13]. Ancak bu görüş tip-2 kümeleri kullanmak için olağanüstü bulanık koşullara sahip olunması gerektiği anlamında değildir. Eğer belirsizliğin tam değeri belirlenemiyorsa (üyelik derecesi net olarak belirlenemiyorsa), tip-1 yerine tip-2 bulanık kümeleri kullanmak daha doğru olacaktır. Bu şekilde düşünüldüğünde, belirsizliği sonlu tipte bir bulanık kümenin temsil edemeyeceği söylenebilir. Bu durumda, belirsizliği tamamen göstermek için tip- ∞ bulanık kümesini kullanma ihtiyacı duyulur. Ancak pratikte bu mümkün değildir. Bu yüzden bazı sonlu tip bulanık kümeler kullanılır.

Şekil 1 (a)'daki tip-1 üyelik fonksiyonu üçgenin solundan ve sağından çeşitli miktarlarda noktaları kaydırılarak bulanıklaştırılmış olsun. Şekil 1 (b)'ye bakılırsa x' 'de dikey çizginin bulanık kısımla kesiştiği noktalarda üyelik fonksiyonu birden fazla değer almıştır. Bu değerler aynı ağırlığa sahip olmak zorunda değildir ve bu noktalara bir genlik dağılımı uygulanabilir. Bu bütün $x \in X$ için yapılırsa tip-2 bulanık kümeleri tanımlayan üç boyutlu üyelik fonksiyonu yani tip-2 üyelik fonksiyonu elde edilir[13,14].



Şekil 1. a) Tip-1 üyelik fonksiyonu (b) Bulanıklaştırılmış tip-1 üyelik fonksiyonu c) FOU (Belirsizliğin Ayak İzi)
 (Figure 1. (a) Type-1 membership function (b) Blurred type-1 membership function c) FOU)

Bir tip-2 bulanık kümesi \tilde{A} ile gösterilir ve $x \in X$, $u \in J_x \subseteq [0,1]$ olmak üzere tip-2 üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x, u)$ şeklinde tanımlanır, yani

$$\tilde{A} = \{ (x, u), \mu_{\tilde{A}}(x, u) \mid \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0,1] \} \quad 0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x, u) \leq 1 \quad (2)$$

olarak ifade edilir.

\tilde{A} ayrıca

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x, u) / (x, u) \quad J_x \subseteq [0,1] \quad (3)$$

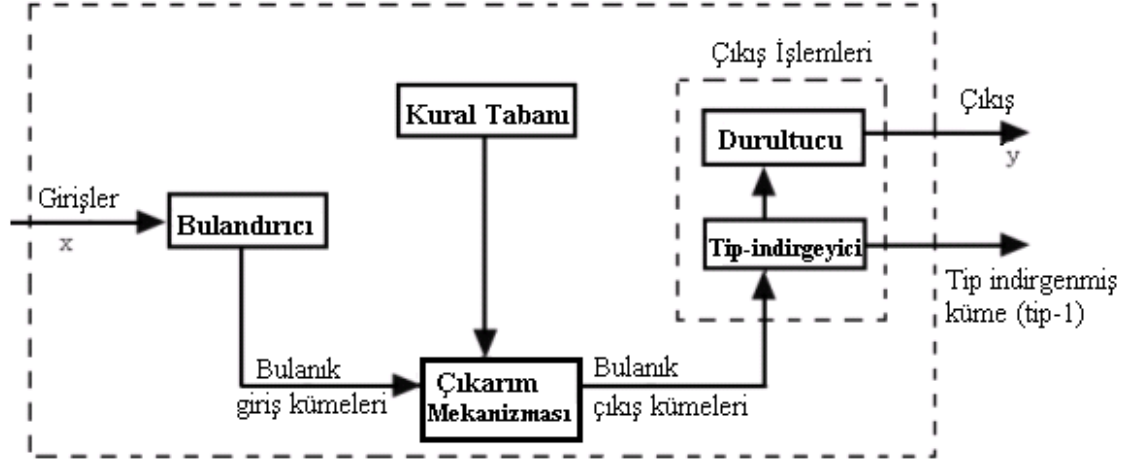
şeklinde de gösterilebilir [18].

Denklem (3)'deki $\int \int$ x ve u 'nun birleşimini gösterir[15].

3.3. Tip-2 Bulanık Mantık Sistemler (Type-2 Fuzzy Logic Systems)

Tip-2 bulanık mantık sistemin yapısı şekil 2'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi tip-2 bulanık mantık sistem, tip-1 bulanık mantık sisteme çok benzemektedir. Tip-2 bulanık mantık sistemin yapısal farklılığı çıkış bloğundadır. Tip-1 bulanık mantık sistemin çıkış bloğunda sadece durultucu bulunurken, tip-2 bulanık mantık sistemin çıkış bloğunda tip-indirgeyici ve durultucu birlikte yer almaktadır [13-15].

Tip-2 Bulanık Mantık Sistem



Şekil 2. Tip-2 bulanık mantık sistem yapısı
 (Figure 2. Type-2 fuzzy logic system structure)

Tip-2 bulanık mantık sistemde çıkarım mekanizmasının işleyişi, tip-1 bulanık sistemle paralellik göstermektedir. Tip-1 bulanık mantık sistemde çıkarım mekanizması, bulandırıcının çıkışlarını (üyelik derecelerini) ve kural tabanını kullanarak bir bulanık küme oluşturur. Bu bulanık küme, durultucu tarafından denetleyicinin çıkışını hesaplamak için kullanılacaktır. Kuraldaki varsayımlar t-norm ile bağlıdır. Giriş kümelerindeki üyelik dereceleri çıkış kümesindeki üyelik dereceleri ile sup-star yöntemi kullanılarak birleştirilir. Benzer şekilde tip-2 bulanık mantık sistemde de üyelik dereceleri, genişletilmiş sup-star yöntemi kullanılarak birleştirilmektedir.

$$R^l : IF \ x_1 \text{ is } \tilde{F}_1^l \text{ and } x_2 \text{ is } \tilde{F}_2^l \text{ and...and } x_p \text{ is } \tilde{F}_p^l \text{ THEN } y \text{ is } \tilde{G}^l \quad l=1,\dots,M \quad (4)$$

Denklem (4)'den görüldüğü gibi her kural, tip-2 bulanık imaj işlemini açıklamaktadır. $\tilde{F}_1^l \times \dots \times \tilde{F}_p^l = \tilde{A}^l$ olarak alınırsa denklem (4),

$$R^l : \tilde{F}_1^l \times \dots \times \tilde{F}_p^l \rightarrow \tilde{G}^l = \tilde{A}^l \rightarrow \tilde{G}^l \quad l=1,\dots,M \quad (5)$$

şeklinde yeniden düzenlenebilir.

R^l , $\mu_{R^l}(x, y) = \mu_{R^l}(x_1, \dots, x_p, y)$ üyelik fonksiyonuyla tanımlanmıştır.

$$\mu_{R^l}(x, y) = \mu_{\tilde{A}^l \rightarrow \tilde{G}^l}(x, y) \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \mu_{R^l}(x, y) &= \mu_{\tilde{A}^l \rightarrow \tilde{G}^l}(x, y) = \mu_{\tilde{F}_1^l}(x_1) \prod \dots \prod \mu_{\tilde{F}_p^l}(x_p) \prod \mu_{\tilde{G}^l}(y) \\ &= \left[\prod_{i=1}^p \mu_{\tilde{F}_i^l}(x_i) \right] \prod \mu_{\tilde{G}^l}(y) \end{aligned} \quad (7)$$

Buluşma işlemi için sadece çarpım ve minimum t-norm kullanılmıştır.

P tane giriş için \tilde{A}_x tip-2 bulanık kümesi,

$$\mu_{\tilde{A}_x}(x) = \mu_{\tilde{X}_1}(x_1) \prod \dots \prod \mu_{\tilde{X}_p}(x_p) = \prod_{i=1}^p \mu_{\tilde{X}_i}(x_i) \quad (8)$$

şeklinde gösterilmektedir. Her kural (R^l), $\tilde{B}^l = \tilde{A}_x \circ R^l$ ile tip-2 bulanık ilişkisini belirlemektedir.

$$\mu_{\tilde{B}^l}(y) = \mu_{\tilde{A}_x \circ R^l}(y) = \sqcup_{x \in X} \left[\mu_{\tilde{A}_x}(x) \prod \mu_{R^l}(x, y) \right] \quad y \in Y \quad l=1,\dots,M \quad (9)$$

Denklem (9), şekil 2'deki giriş-çıkış ilişkisini göstermektedir. (7), (8) ve (9) denklemleri, yeniden düzenlenirse,

$$\begin{aligned} \mu_{\tilde{B}'}(y) &= \sqcup_{x \in X} \left[\mu_{\tilde{A}_x}(x) \sqcap \mu_{R'}(x, y) \right] \\ &= \sqcup_{x \in X} \left\{ \left[\prod_{i=1}^p \mu_{\tilde{X}_i}(x_i) \right] \sqcap \left[\prod_{i=1}^p \mu_{\tilde{F}_i}(x_i) \right] \sqcap \mu_{\tilde{G}'}(y) \right\} \\ &= \sqcup_{x \in X} \left\{ \left[\prod_{i=1}^p \mu_{\tilde{X}_i}(x_i) \sqcap \mu_{\tilde{F}_i}(x_i) \right] \sqcap \mu_{\tilde{G}'}(y) \right\} \quad (10) \\ &= \mu_{\tilde{G}'}(y) \sqcap \left\{ \left[\sqcup_{x_1 \in X_1} \mu_{\tilde{X}_1}(x_1) \sqcap \mu_{\tilde{F}_1}(x_1) \right] \sqcap \right. \\ &\quad \left. \dots \sqcap \left[\sqcup_{x_p \in X_p} \mu_{\tilde{X}_p}(x_p) \sqcap \mu_{\tilde{F}_p}(x_p) \right] \right\}, \quad y \in Y \end{aligned}$$

denklemini elde edilir.

Örnek 1: Şekil 3'de iki kural için bulandırıcı ve and işlemi minimum ve çarpım t-norm için gösterilmiştir.

$$\underline{f}^l = \underline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1') * \underline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \quad \text{ve} \quad \overline{f}^l = \overline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1') * \overline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \quad (11)$$

minimum t-norm için,

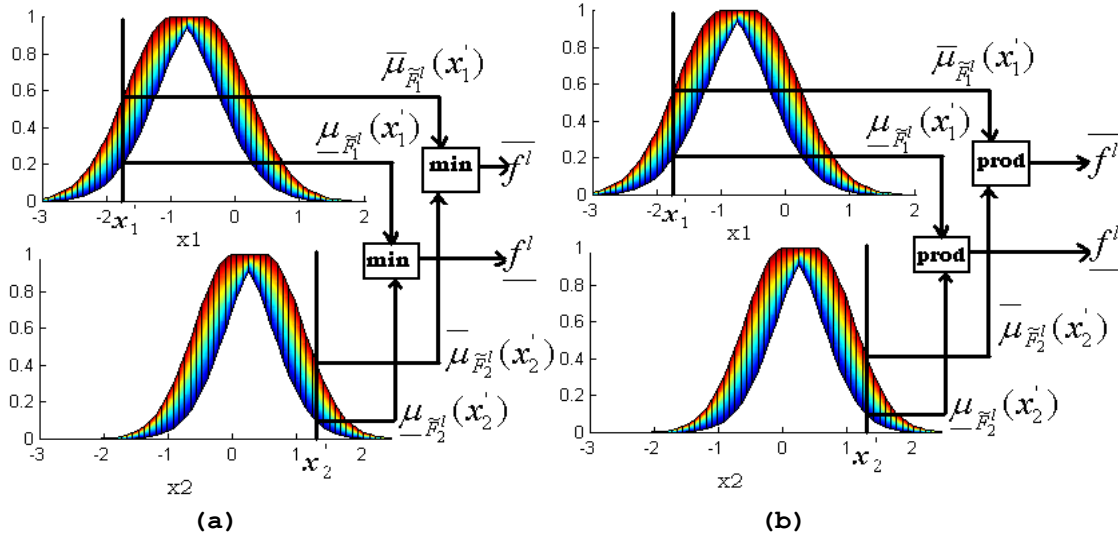
$$\underline{f}^l = \min \left[\underline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1'), \underline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \right] \quad (12)$$

$$\overline{f}^l = \min \left[\overline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1'), \overline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \right] \quad (13)$$

çarpım t-norm için,

$$\underline{f}^l = \underline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1') \times \underline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \quad (14)$$

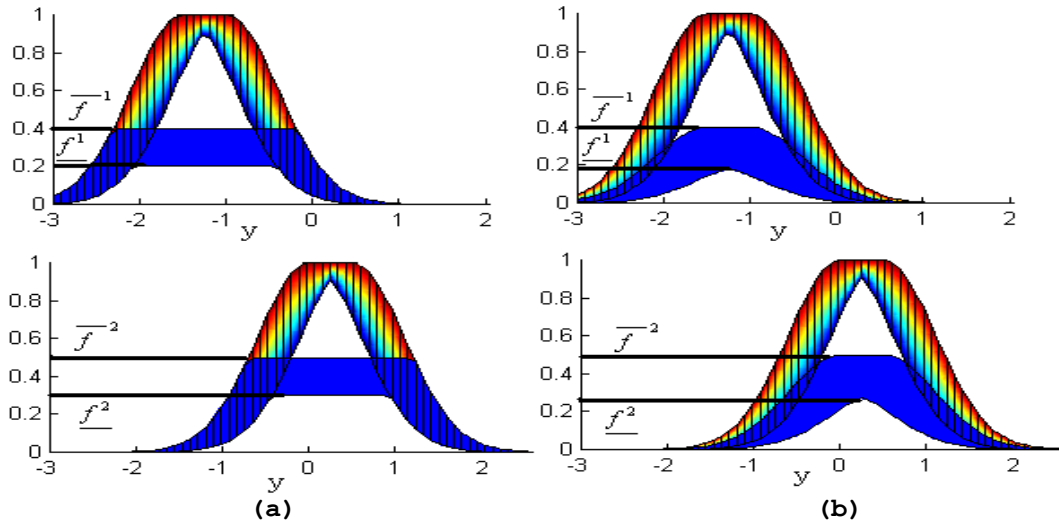
$$\overline{f}^l = \overline{\mu}_{\tilde{F}_1'}(x_1') \times \overline{\mu}_{\tilde{F}_2'}(x_2') \quad (15)$$



Şekil 3. Aralıklı singleton tip-2 bulanık mantık sistem için bulandırıcı ve and işlemleri (a) minimum t-norm ile (b) çarpım t-norm ile

(Figure 3. Pictorial description of input and antecedent operations for an interval singleton type-2 FLS (a) minimum t-norm (b) product t-norm)

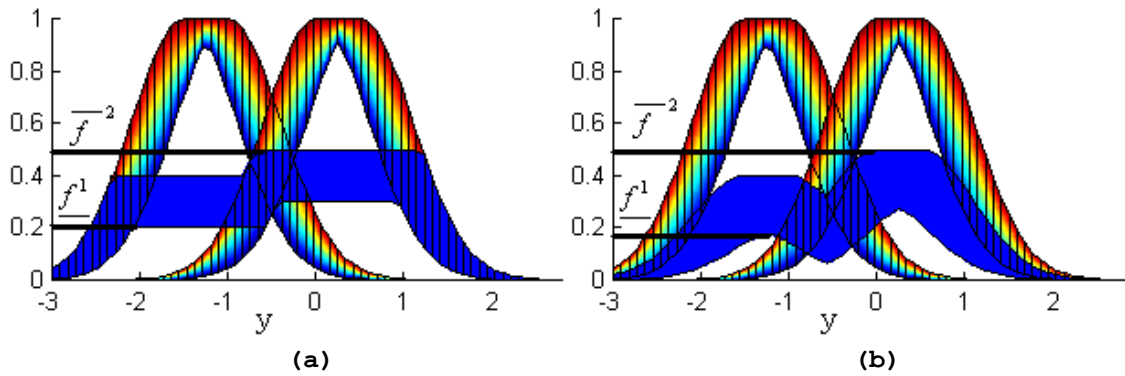
Şekil 4'de ima işlemi (minimum ve çarpım t-norm için) gösterilmiştir.



Şekil 4. Aralıklı singleton tip-2 bulanık mantık sistem için ima işlemi (a) minimum t-norm ile (b) çarpım t-norm ile
 (Figure 4. Pictorial description of consequent operations for an interval singleton type-2 FLS (a) minimum t-norm (b) product t-norm)

Şekil 2'den görüldüğü gibi bulandırıcıyı, çıkarım mekanizması, tip-indirgeme ve durultma izler. Giriş-varsayım işleminin sonucu aralıklı tip-1 kümedir. Şekil 5'den görüldüğü gibi \underline{f}^l ve \overline{f}^l sol en yüksek ve sağ en yüksek noktalarını göstermektedir. Aralıklı çıkış kümesi için tip-indirgeme yöntemlerinden biri seçilir. Elde edilen aralıklı küme, y^l ve y^r 'nin aritmetik ortalaması alınarak durultulur.

$$y(x) = f_{s2}(x) = \frac{y_l + y_r}{2} \quad (16)$$



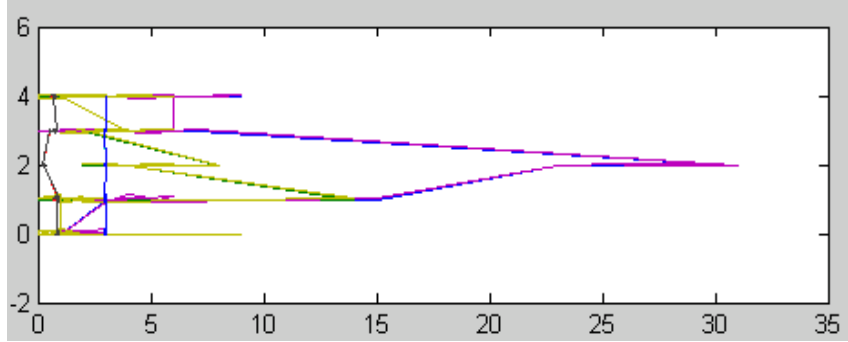
Şekil 5. Şekil 4 'deki çıkış kümelerinin birleştirilmiş gösterimi
 (Figure 5. Pictorial description of combined output sets for the two fired output sets depicted in figure 4)

4. ÖNERİLEN TİP-2 BULANIK MANTIK TABANLI VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMİ (PROPOSED TYPE-2 FUZZY LOGIC BASED DATA MINING METHOD)

Bu çalışmada, Elazığ iline ait meteorolojik veriler kullanılarak, tip-1 ve tip-2 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği yöntemleri ile ileriye dönük hava tahmini yapılmıştır.

Radarlardan alınan günlük meteorolojik verileri sağlayan www.wunderground.com internet sitesinden, Elazığ iline ait meteorolojik veriler alınmıştır. Sıcaklık, çiy noktası, nem oranı, basınç verileri geliştirilen programlara giriş olarak verilerek değerlendirilip hava tahmininin yapılması sağlanmıştır.

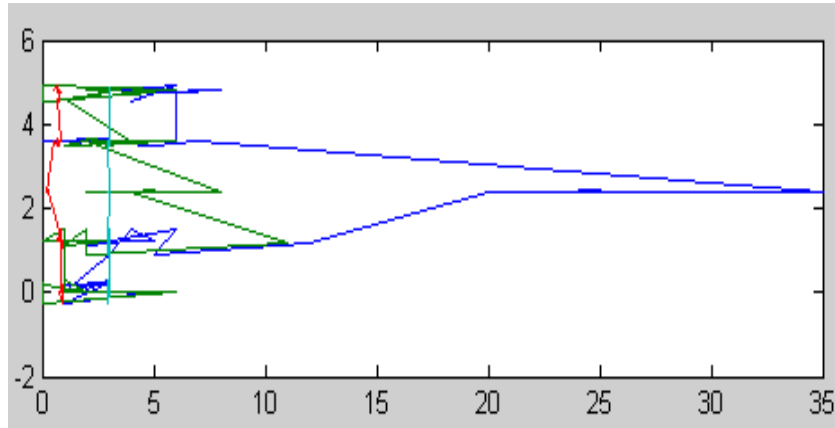
Bilgisayarda değerlendirilen çıkış verileri, 5 karar sınıfı olarak ifade edilmektedir. Bu karar sınıflarından 0 durumu havanın karlı olacağını, 1 durumu havanın yağmurlu olacağını, 2 durumu havanın açık olacağını, 3 durumu havanın kapalı olacağını, 4 durumu ise havanın bulutlu olacağını gösterir. Şekil'de gerçek verilere ait grafik gösterilmiştir.



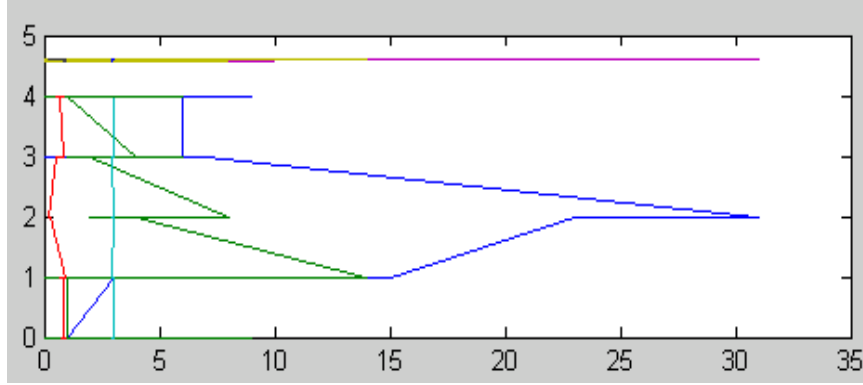
Şekil 6. Alınan meteorolojik veriler
(Figure 6. Received meteorologic data)

Bilgisayarın hızlı derleyebilmesi için, giriş verilerinden nem oranı 100'e basınç ise 10'a bölünerek normalizasyona uğratılmaktadır. Tüm veriler için aynı işlem uygulanmaktadır.

Yazılan program için 3 temel matlab dosyası (anfis2.m, genfis2.m, ruleview2guisiz.m) geliştirilmiştir. Anfis2.m; zaman serisi verileri üzerinde eğitimi gerçekleştirme, genfis2.m; anfis eğitimi için sugeno tip-2 bulanık çıkarım sistemi oluşturma, ruleview2guisiz.m; oluşturulan bulanık çıkarım sisteminin diyagramını çizme amacıyla geliştirilmiştir.



Şekil 7. Tip-1 bulanık mantık tabanlı yöntem ile hava tahmini grafiği
(Figure 7. Weather forecast graphic using type-1 fuzzy logic based method)



Şekil 8. Tip-2 bulanık mantık tabanlı yöntem ile hava tahmini grafiği
(Figure 8. Weather forecast graphic using type-2 fuzzy logic based method)

Alınan sonuçlar neticesinde ortaya çıkan grafikler Şekil 7 ve şekil 8'de gösterilmiştir. Şekil 7 ve şekil 8'deki grafiklere bakıldığında, şekil 8'deki tip-2 bulanık mantık tabanlı yöntem ile hava tahmini grafiğinin, şekil 6'daki meteorolojik verilere ait grafikte benzerlik gösterdiği görülmektedir. Çıkış verileri 0 ile 4 aralığında olacağı için tip-1 ile geliştirilen yazılımda çıkışın bu veri aralığı dışına çıktığı görülmektedir. Tip-2 ile geliştirilen yazılımda ise çıkış verileri 0 ile 4 veri aralığında değer almaktadır.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Veri madenciliği ve bilgi keşfi, bilimden mühendisliğe, tıp alanlarından eğitime birçok alanda yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Veri madenciliği için ilk etapta çok miktarda kaliteli ve güvenilir veri gerekmektedir. Çünkü çıkarılacak kuralların kalitesi verinin kalitesi ile doğru orantılıdır. Bu aşamada kişilerin yardım ve desteği olmaksızın başarı elde edilmesi mümkün değildir.

Geçerli ve uygulanabilir bilginin veri yığınlarından elde edilmesi dinamik bir süreçtir. Bu süreçte kümeleme, sınıflandırma ve regresyon, bulanık mantık tabanlı birliktelik kuralları gibi birçok teknik kullanılmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımını kullanılma nedeni, {var, yok} şeklinde ikili değerler dışında kategorik ve nicel değerler içeren veri tabanlarından ilgili kuralların keşfedilmesidir.

Bu çalışmada, tip-2 bulanık mantık tabanlı bir veri madenciliği yöntemi geliştirilmiş ve geliştirilen bu yöntemin hangi veriler üzerinde performans gösterebileceği anlatılmaya çalışılmıştır. İlk olarak tip-1 bulanık mantık ile oluşturulan yazılım, daha sonra tip-2 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği için geliştirilerek meteorolojik veriler için ileriye dönük tahmin yapılması sağlanmıştır.

Geliştirilen yazılımların zaman serisi ve meteorolojik veriler üzerindeki performanslarına bakılırsa, tip-1 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği yönteminin zaman serisi verileri üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Tip-2 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği yönteminin ise dört ve üzeri karar sınıflı verilerin sınıflandırmasında ve girişlerin fazla olduğu tahminlerde daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Akgül, I., Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri, Der Yayınları, 2003, İstanbul.
2. Povinelli, R., Bangura, J., Demerdash, N., and Brown, R., (2002). Diagnostics of Bar and End-Ring Connector Breakage Faults in Polyphase Induction Motors Through a Novel Dual Track of Time-Series Data Mining and Time-Stepping Coupled FE-State Space Modeling, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 17, No. 1.
3. Yeh, C., Povinelli, R.J., Mirafzal, B., and Demerdash, N.A.O., (2004). Diagnosis of Stator Winding Inter-Turn Shorts in Induction Motors Fed by PWM-Inverter Drive Systems Using a Time-Series Data Mining Technique.
4. Hagan, M.T., Demuth, H.B., and Bale, M.H., (1996). Neural Network Design, Boston: PWS Publishing.
5. Aydın, İ., Karaköse, M. ve Akın, E., (2005). Bulanık mantık tabanlı zaman serisi veri madenciliği kullanan tahmin algoritması, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, İstanbul.
6. Çuhadar, M., Güngör, İ. ve Göksu, A., (2009). Turizm talebinin yapay sinir ağları ile tahmini ve zaman serisi yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi: Antalya iline yönelik bir uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:14, Sayı:1, ss:99-114.
7. Eğrioğlu, E. ve Aladağ, Ç.H., (2005). Yapay Sinir Ağları Ve Arıma Modellerinin Melez Yaklaşımı İle Zaman Serilerinde Öngörü, VII. Ulusal Ekonometri Ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi.
8. Dursun, O., (2005). Meteorolojik verilerin veri madenciliği ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
9. Dolgun, M.Ö., Özdemir, T.G. ve Deliloğlu, S., (2007). Öğrenci Seçme Sınavında (ÖSS) Öğrencilerin Tercih Profillerinin Veri Madenciliği Yöntemleriyle Tespiti, Bilişim 07 Kongresi, Ankara.
10. Daş, B., (2007). Tip-2 bulanık mantık tabanlı veri madenciliği yöntemi ile zaman serisi tahmini. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
11. Uzel, S., (2008). Zaman serisi analizi yöntemi üzerine bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
12. Çelik, B., (2008). Yapay sinir ağları metodolojisi ile zaman serisi analizi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
13. Mendel, J.M., (2001) Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions. Prentice-Hall, NJ, USA.
14. Mendel, J.M., (2007). Advances in type-2 fuzzy sets and systems, Information Sciences, 177, pp:84-110.
15. Bulut, M., (2004). Tip-2 bulanık mantık sistemlerin benzetimi için yazılım geliştirme. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.