
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

SUGENO İNTEGRALİ KULLANILARAK ARALIKLI TİP-2 BULANIK DİLSEL ÖZETLEME

İlyas ÖZDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YÖNETİM BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2019

İlyas ÖZDOĞAN tarafından hazırlanan "SUGENO İNTEGRALİ KULLANILARAK ARALIKLI TİP-2 BULANIK DİLSEL ÖZETLEME" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/ ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Fatih Emre BORAN

Enerji Sistemleri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.....

Başkan: Doç. Dr. Babek Erdebilli

Endüstri Mühendisliği, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.....

Üye: Doç. Dr. Diyar Akay

Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.....

Tez Savunma Tarihi: 10/12/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ

Bilişim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



İlyas ÖZDOĞAN

10/12/2019

SUGENO İNTEGRALİ KULLANILARAK ARALIKLI TİP-2 BULANIK DİLSEL ÖZETLEME

(Yüksek Lisans Tezi)

İlyas ÖZDOĞAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

Aralık 2019

ÖZET

Bilişim dünyasında yaşanan teknolojik gelişmeler devasa verilerdeki artışı da beraberinde getirmiştir. Bu gelişmeyle birlikte büyük verilerden elde edilebilecek anlamlı bilginin önemi de artmıştır. Bu yüzden, son yıllarda verinin anlaşılabilir düzeyde özetini sunan dilsel özetleme öne çıkmıştır. Dilsel özetlemede literatürde yapılan çalışmaların büyük kısmında tip-1 bulanık kümeler kullanılmıştır. İnsanlardan kaynaklanan farklı belirsizlikleri daha iyi yansıtmak için aralıklı tip-2 bulanık kümeler oluşturulmuş ve daha iyi sonuçlar vermesi için dilsel özetlerin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bunun yanında literatürde dilsel özetleri değerlendiren yöntemlerde skalar kardinalite kullanılmıştır, fakat bu tip kardinalite yöntemlerinin tutarsız ve veriyi iyi yansıtmama gibi bazı dezavantajları vardır. Sayısal verilerden üretilen dilsel özetlerin tutarlı ve doğru olması gerekmektedir. Bundan dolayı dilsel özetlerin değerlendirilmesi için bulanık kardinalite temelli yeni bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemin, literatürde tanımlanan özellikleri sağladığı ispat edilmiştir. Yeni yöntem aralıklı tip-2 bulanık kümenin alfa kesmeleriyle elde edilen kesin kümelerin alt ve üst üyelik dereceleri ile gösterimine dayanmaktadır. Önerilen yöntem kullanılarak üç hisse senedin son on yılın fiyatlarını içeren zaman serileri dilsel olarak özetlenmiştir.

Bilim Kodu	:	114606
Anahtar Kelimeler	:	Bulanık küme, aralıklı tip-2 bulanık küme, dilsel özetleme
Sayfa Adedi	:	77
Danışman	:	Doç. Dr. Fatih Emre BORAN

INTERVAL TYPE-2 FUZZY LINGUISTIC SUMMARIZATION USING SUGENO INTEGRAL

(M. Sc. Thesis)

İlyas ÖZDOĞAN

GAZİ UNIVERSITY

INFORMATICS INSTITUTE

December 2019

ABSTRACT

Technological developments in the world of informatics have led to the increase in huge data. With this development, the importance of meaningful information obtained from big data has increased. Therefore, in recent years, linguistic summarization, which provides an understandable summary of the data, has come to the fore. In the literature, type-1 fuzzy sets were used in most of the studies in the literature. To better reflect different human uncertainties, interval type-2 fuzzy sets were created and used to evaluate linguistic summaries for better results. In addition, in literature scalar cardinality has been used in the methods that evaluate linguistic summaries, but such cardinality methods have some disadvantages such as inconsistent and poorly reflecting the data. The linguistic summaries produced from numerical data should be consistent and accurate. Therefore, a new method based on fuzzy cardinality has been proposed for the evaluation of linguistic summaries. It has been proved that the proposed method satisfies the properties described in the literature. The new method is based on the representation of the lower and upper membership degrees of the definitive sets obtained by alpha cuts of the interval type-2 fuzzy sets. Using the proposed method, the time series containing the prices of the three stocks for the last ten years are summarized in linguistic terms

Science Code	:	114606
Key Words	:	Fuzzy set, interval type-2 fuzzy set, linguistic summarization
Page Number	:	77
Supervisor	:	Assoc. Prof. Fatih Emre BORAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım boyunca beni her zaman destekleyen, bilgi birikimi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. Fatih Emre Boran'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarıma ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ x

SİMGELER VE KISALTMALAR xi

1. GİRİŞ 1

2. BULANIK KÜMELER 3

2.1. Tip-1 Bulanık Kümeler 3

2.2. Tip-2 Bulanık Kümeler 9

2.3. Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümeler 12

3. DİLSEL ÖZETLEME 19

3.1. Dilsel Özetleri Değerlendirme Yöntemlerinde Olması Gereken Özellikler 22

3.2. Kardinalite Yöntemleri 25

3.3. Dilsel Özetlemede Kullanılan Kardinalite Temelli Yöntemler 29

3.3.1. Zadeh'in yöntemi 29

3.3.2. Bulanık kardinalite temelli yöntemler 30

3.4. Yöntemlerin Genel Gösterimi 33

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 35

4.1. Zaman Serilerinin Dilsel Özetlemesi 35

4.2. Diğer Konularda Yapılan Dilsel Özetlemeler 38

4.3. Tip-2 Bulanık Dilsel Özetleme 39

5. ÖNERİLEN YÖNTEM 41

5.1. Aralıklı Tip-2 Bulanık Dilsel Özetlerin Sağlaması Gereken Özellikler 41

Sayfa

5.2. Hesaplama Adımları 44
5.3. Önerilen Yöntem 45
5.3.1. Tip-I niceleyici cümleler için önerilen yöntem 46
5.3.2. Tip-II niceleyici cümleler için önerilen yöntem 46
5.4. Önerilen Yöntemin Değerlendirilmesi 47
5.4.1. Tip-I niceleyici cümleler için önerilen yöntemin değerlendirilmesi 47
5.4.2. Tip-II niceleyici cümleler için önerilen yöntemin değerlendirilmesi 50
6. TREND ANALİZİ 55
6.1. Macd-histogram 55
6.2. Algoritma Adımları 56
7. UYGULAMA 61
7.1. Yerel Trendlerin Belirlenmesi 61
7.2. Dilsel Özetlerin Oluşturulması 62
7.3. Dilsel Özetlerin Değerlendirilmesi 65
8. SONUÇ VE ÖNERİLER 69

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. Tip-I niceleyici cümlelerin değerlendirme yöntemlerinin özellikleri..... 33

Çizelge 3.2. Tip-II niceleyici cümlelerin değerlendirme yöntemlerinin özellikleri 33

Çizelge 3.3. Yöntemler ve kullandıkları kardinaliteler arasındaki ilişkiler 33

Çizelge 5.1. α - kesmesi sonucu oluşan alt ve üst kesin kümeler 44

Çizelge 6.1. EMA'nın hesaplanması 56

Çizelge 6.1. Trendlere ilişkin istatistik bilgileri..... 61

Çizelge 7.2. THYAO hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri 65

Çizelge 7.3. PETKM hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri..... 65

Çizelge 7.4. GARAN hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri 66

Çizelge 8.1. THYAO dilsel özetlerin karşılaştırması 70

Çizelge 8.2. PETKM dilsel özetlerin karşılaştırması..... 70

Çizelge 8.3. GARAN dilsel özetlerin karşılaştırması 70

Çizelge 8.4 Yarı-bulanık niceleyici cümlelere örnekler 71

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Tip-1 bulanık kümelerde öz, sınır, destek, yükseklik 5

Şekil 2.2. Üçgensel bulanık sayı 6

Şekil 2.3. Bulanık kümeler 7

Şekil 2.4. (a) Tip-1 üyelik fonksiyonu (b) Tip-2 üyelik fonksiyonu 10

Şekil 2.5. Aralıklı tip-2 bulanık kümelerin gösterimi 13

Şekil 2.6. Alt, üst üyelik fonksiyonları ve gömülü tip-1 bulanık kümenin gösterimi 16

Şekil 3.1. Göreceli niceleyiciler 21

Şekil 3.2. “Yaklaşık 3” mutlak niceleyici 21

Şekil 6.1. Hisse senedi ve macd-histogram grafiği 57

Şekil 6.2. Sözde kod 58

Şekil 6.3. Yerel trendler 58

Şekil 7.1. Trendin x ekseni ile yaptığı açı 62

Şekil 7.2. Trendin hata değeri 62

Şekil 7.3. Trendin süresi 63

Şekil 7.4. GARAN için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler 63

Şekil 7.5. THYAO için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler 64

Şekil 7.6. PETKM için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler 64

Şekil 7.7. Kullanılan niceleyiciler 65

Şekil 7.8. GARAN hissesinin son 10 yıllık grafiği 66

Şekil 7.9. PETKM hissesinin son 10 yıllık grafiği 66

Şekil 7.10. THYAO hissesinin son 10 yıllık grafiği 67

Şekil 7.11. THY hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri 67

Şekil 7.12. PETKM hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri 68

Şekil 7.13. GARAN hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri 68

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
X	Evrensel küme
A	Tip-1 bulanık küme
x_i	i. eleman
$\mu_A(x_i)$	x_i elemanın A kümesine aitlik derecesi
α	Alfa kesmesi
A_α	Elemanlarının üyelik dereceleri α 'ya eşit ya da büyük olan kesin küme
g	Sözdizimsel kural
m	Anlamsal kural
$\bigcap$	Kesişim operatörü
$\otimes$	t-norm operatörü
$\bigcup$	Birleşim operatörü
$\oplus$	t-konorm operatörü
$\mathbb{C}$	Bulanık kardinalite
u	İkincil değişken
$\tilde{A}$	Tip-2 bulanık küme
J_x	Birincil üyelik derecesi
$u_{\tilde{A}}(x,u)(f_x(u)/u)$	İkincil üyelik derecesi
$\tilde{A}^I$	Aralıklı tip-2 bulanık küme
$\tilde{A}_e$	Gömülü tip-2 bulanık küme
$\tilde{A}_e^j$	j. gömülü tip-2 bulanık küme
$\tilde{A}_e^I$	Gömülü aralıklı tip-2 bulanık küme
$\tilde{A}_{e_j}^I$	j. gömülü aralıklı tip-2 bulanık küme
A_e	Gömülü tip-1 bulanık küme

Simgeler	**Açıklamalar**
A_e^j	j. gömülü tip-1 bulanık küme
$\mu_A^I(x_i)$	Aralıklı üyelik derecesi
$\mu_A^L(x_i)$	Alt üyelik derecesi
$\mu_A^U(x_i)$	Üst üyelik derecesi
$\mathcal{L}^I$	Aralıklı kafes
$\otimes^I$	Aralıklı t-norm operatörü
$\oplus^I$	Aralıklı t-konorm operatörü
α^I	Aralıklı alfa kesmesi
$\tilde{A}_\alpha^I(x_i)$	Aralıklı tip-2 bulanık kümenin α kesmesi
$\underline{\tilde{A}}_\alpha^I(x_i)$	Aralıklı tip-2 bulanık kümenin α kesmesi ile oluşan alt kesin küme
$\overline{\tilde{A}}_\alpha^I(x_i)$	Aralıklı tip-2 bulanık kümenin α kesmesi ile oluşan üst kesin küme
$\tilde{A}_{[\alpha_i,\alpha_j]}^I(x_i)$	Aralıklı α kesmeleriyle oluşan kesin kümeler
$\mathbb{D}$	Veritabanı
Y	Veritabanındaki tüm nesnelerin kümesi
y_m	Veritabanındaki m. nesne
v_k	k. özellik
X_k	v_k 'nın tanım kümesi
$v_k(y_m)$	$m.$ kayıtın $k.$ özelliğine ait değeri
d_m	$m.$ nesne için tüm özellikleri kapsayan kayıt
S_k	Özetleyici
$\mathrm{w_g(S_g)}$	Öncül özetleyici
S_g	Öncül özetleyici
Q	Niceleyici
T	Doğruluk derecesi
$\forall$	Tümü niceleyicisi
$\exists$	En az biri niceleyicisi

Simgeler	**Açıklamalar**
$\varnothing$	Boş küme
$Z_Q(S)$	Tip-I niceleyiciler cümleler için Zadeh tarafından önerilen doğruluk derecesi
$P\left((S \mid w_g(S_g)\right)$	$\mathrm{w_g(S_g)}$ bulanık kümesinin S bulanık kümesine göre göreceli skalar kardinalitesi
$Z_Q\left(S \mid w_g(S_g)\right)$	Tip-II niceleyiciler cümleler için Zadeh tarafından önerilen doğruluk derecesi
$G_Q(S)$	Tip-I niceleyici cümleler için G tipi bulanık kardinalite temelli yöntem
$E(S,i)$	S bulanık kümesinin i tane elemana sahip olmasının olabilirliği
$L(S,i)$	S bulanık kümesinin ez az i tane elemana sahip olmasının olabilirliği
$GD_Q(S)$	Tip-I niceleyici cümleler için GD tipi bulanık kardinalite temelli yöntem
$ED(S,i)$	S bulanık kümesinin i tane elemana sahip olmasının olabilirliği
$Z(S,i)$	S bulanık kümesinin i tane elemana sahip olmasının olabilirliği
$GD_Q\left(S \mid w_g(S_g)\right)$	Tip-II niceleyici cümleleri değerlendirmek için olasılık temelli yöntem
$ER\left(S \mid w_g(S_g), c\right)$	S bulanık kümesinin $\mathrm{w_g(S_g)}$ bulanık kümesine göre göreceli bulanık kardinalitesi
c	Göreceli bulanık kardinalitenin oranı
$ZS_Q\left(S \mid w_g(S_g)\right)$	Tip-II niceleyici cümleleri değerlendirmek için olabilirlik temelli yöntem
$ES\left(S \mid w_g(S_g), c\right)$	S bulanık kümesinin $\mathrm{w_g(S_g)}$ bulanık kümesine göre göreceli bulanık kardinalitesi
$\tilde{S}_k^I$	Aralıklı tip-2 bulanık küme ile modellenen özetleyici
$\tilde{T}$	Aralıklı doğruluk derecesi

Kısaltmalar	Açıklamalar
BKA	Belirsizliğin kapladığı alan
BK	Bulanık küme
BS	Bulanık sayı

1. GİRİŞ

Modern çağda hızla gelişen bilişim teknolojilerinin birçok alanda kullanımı hem yapılan işlerde büyük kolaylık hem de büyük çaplı verilerin üretilmesini sağlamıştır. Bu verilerin en büyük kaynağı olan internetin kullanıcı etkileşimi sonucu dünya çapında oluşturduğu trafik 1992 yılında günlük 100 GB iken, 2017 yılında saniyede 46.600 GB'ye ulaşmıştır, 2022 yılında saniyede 150.700 GB olması tahmin edilmektedir (Cisco and Cisco Systems, 2019). Yıldan yıla artan bu trafiğin ürettiği veri de git gide artmaktadır. Bu verilerin büyük bir kısmı kayıt altında ve ulaşılabilir olmasına rağmen tek başına anlamı olmayan birçok kişi tarafından "veri çöplüğü" olarak ifade edilen verilerdir. Bilgi keşfi/veri madenciliği veri çöplüğünden yararlı bilgiler çıkarmak için ortaya çıkan ve son zamanlarda önemi giderek artan bir araştırma alandır.

Veri madenciliği, makine öğrenmesi, istatistik ve veritabanı sistemlerinin yöntemlerini içeren, büyük veri setlerinden anlamlı verileri bulma sürecidir. Veri madenciliği, bir veri setinden anlamlı bilgi çıkarmak amacı olan disiplinler arası bir bilgisayar ve istatistik bilimi alanıdır. Verilerden bilgi çıkarım işlemi beş aşamada gerçekleştirilir, bunlar: Seçim, veri ön işleme, dönüşüm, veri madenciliği ve yorumlamadır. Veri madenciliği temel olarak tanımlayıcı ve tahmin edici olmak üzere iki alt kategoriye ayrılmaktadır. Tanımlayıcı veri madenciliği yöntemlerinden bir tanesi de özetleme işlemidir.

Özetleme alanında en çok kullanılan araç olan istatistiksel yöntem sayısal verilere ait bilgileri yine sayısal bilgilerle (ortalama, medyan, standart sapma, varyans vb.) özetler. Ancak bu bilgiler sınırlıdır ve çoğu insan için bir anlam ifade etmemekte ve sayısal olmayan veriler için özetleme yapılamamaktadır. İnsanların çoğu bu tür istatistiki bilgiler yerine dilsel ifadeler içeren dilsel özetleri hem akılda kalıcılığı açısından, hem de anlaşılabilir olmasından dolayı seçmektedir. Dilsel özetlemede dilsel terimler bulanık kümelerle ifade edilerek sürekli ve kategorik değişkenler arasındaki ilişki kolay ve anlaşılabilir bir şekilde çıkarılır. Bu yöntem ile bir kurumda çalışan insanların yaş ve aylık kazançlarının olduğu veritabanından "çoğu genç çalışanların aylık kazancı ortadır" gibi dilsel özetler oluşturulabilir ve bu özetin veriyi ne kadar doğrulukla yansıttığı doğruluk derecesi yardımı ile hesaplanabilmektedir.

Dilsel özetleme konusunda literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Yager (1982) tarafından önerilen dilsel özet yapılarının doğruluk derecesi Zadeh tarafından önerilen skalar kardinalite temelli yöntem ile hesaplanması yaygın olarak kullanılmıştır. Ayrıca dilsel özetleme ile ilgili literatürde yapılan çalışmaların çoğu tip-1 bulanık kümelere dayanmaktadır. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler insanlardan kaynaklanan belirsizlikleri daha iyi yansıtmasına rağmen dilsel özetlerde çok az kullanılmıştır. Bunun sebeplerinden biri skalar kardinalite temelli yöntemlerin kullanılmasıdır. Bu tür yöntemler dilsel özetleri değerlendirmede tutarsız sonuçlar üretmektedir. Boran ve Akay yaptıkları çalışmada bulanık kardinalite temelli aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetlerin daha doğru sonuçlar ürettiğini göstermişlerdir. (Boran and Akay, 2014)

Bu tez kapsamında aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetlerin değerlendirmesi için bulanık kardinalite temelli sugeno integrali kullanılarak yeni bir doğruluk derecesi geliştirilmiş ve literatürde yer alan özellikleri sağladığı ispat edilmiştir. Yeni yöntem aralıklı tip-2 bulanık kümenin alfa kesmeleriyle elde edilen kesin kümelerin alt ve üst üyelik dereceleri ile gösterimine dayanmaktadır. Oluşturulan tezin planı aşağıdaki gibidir:

1. Bölüm 2'de tip-1 BK'lar, tip-2 BK'lar ve aralıklı tip-2 BK'larla ilgili temel tanımlar verilmiştir.
2. Bölüm 3'te literatürde sıklıkla kullanılan skalar kardinalite temelli Zadeh'in yöntemi ve bulanık kardinalite temelli yöntemler anlatılmıştır. Bulanık kardinalite temelli yöntemlerde olması gereken özelliklerden bahsedilmiştir.
3. Bölüm 4'de dilsel özetleme konusunda literatürde önerilen çalışmalar incelenmiştir.
4. Bölüm 5'te bu çalışma kapsamında önerilen, tip-I ve tip-II cümlelerin değerlendirilmesi için önerilen doğruluk derecesinin hesaplama adımları açıklanmıştır. Literatürde yer alan özellikler bakımdan değerlendirilmiş ve yöntemin bu açıdan uygun olduğu ispatlanmıştır.
5. Bölüm 6'da yerel trendlerin nasıl oluşturulduğu anlatılmıştır.
6. Bölüm 7'de önerilen yeni doğruluk derecesinin uygulaması yapılmıştır. Borsa İstanbul'da işlem gören üç hisse senedinin günlük kapanış fiyatlarını içeren 10 yıllık veri zaman serisi olarak kullanılmıştır. İlk olarak yerel trendler oluşturulmuş ve tip-II dilsel özetler üretilmiştir. Önerilen yöntem ile doğruluk dereceleri hesaplanmıştır.
7. Bölüm 8'de bu tez kapsamında önerilen yöntemler genel hatlarıyla değerlendirilmiş ve gelecekte bu konuyla ilgili hangi tür çalışmaların yapılabileceğine değinilmiştir.

2. BULANIK KÜMELER

Bulanık kümeler, 1965 yılında istatistiksel yönden gösterilemeyen belirsizliklere sahip olan veri ve bilgileri açıklamak için Zadeh tarafından oluşturulmuştur (Zadeh, 1965). Birçok sorunun temelinde var olan söz konusu belirsizliği matematiksel olarak ifade etmek için bulanık kümeler kullanılmıştır. Bulanık mantık; bilgi tabanlı sistemlere, insana ait düşünme yeteneklerinin uygulanmasını sağlayan bir çıkarım morfolojisi sağlar. Bulanık mantık teorisi, düşünme ve akıl yürütme gibi insan bilişsel süreçleriyle ilgili belirsizlikleri yakalamak için matematiksel bir güç sağlar. Bulanık mantığın temel özelliklerinden bazıları şunlardır:

- Bulanık mantıkta, kesin muhakeme, yaklaşık muhakemenin sınırlandırılmış bir durumu olarak ifade edilir.
- Bulanık mantıkta her şey bir derece ile ifade edilir.
- Bulanık mantıkta, bilgi esnek nesneler topluluğu veya değişkenler üzerindeki bulanık kısıtlar olarak yorumlanır.
- Çıkarım, esnek kısıtların yayılma süreci olarak görülmektedir.
- Herhangi bir mantıksal sistem bulanıklaştırılabilir.

Bulanık mantıkta çok özel uygulamalarda daha iyi performans vermesini sağlayan iki ana özellik vardır.

- Belirsiz ve yaklaşık muhakeme sayesinde özellikle matematiksek olarak modellenemeyen sistemlerle uyumlu çalışır.
- Bulanık mantık, eksik veya belirsiz bilgiler altında tahmini değerlerle karar verilmesine olanak sağlar (Zadeh and Kacprzyk, 1992).

2.1. Tip-1 Bulanık Kümeler

Bu bölümde tip-1 bulanık kümesi ve bazı önemli kavramlarından bahsedilecektir. Bahsedilen kavramlar dilsel özetlemede yapılacak işlemler açısından önemlidir.

Tanım 2.1

X boş olmayan bir evrensel küme, A bu evrensel kümede tanımlı bir bulanık alt küme olsun. Bu durum Eş. 2.1'deki gibi tanımlanır.

$$\mu_A(x): X \to [0,1] \ \ \forall x \in X \tag{2.1}$$

$\mu_A(x)$, X 'in her elemanın A bulanık kümesine aitlik derecesini gösterir. A bulanık kümesi Eş. 2.2 ile gösterilir.

$$A = \{(u, \mu_A(x)) \mid u \in X\} \tag{2.2}$$

$X = \{x_1, ..., x_n\}$ sonlu bir küme ve A, X 'in bir bulanık alt kümesi ise Eş.2.3'deki gibi gösterilir.

$$A = \mu_A(x_1) + ... + \mu_A(x_n) \tag{2.3}$$

Burada $\mu_i / x_i, i = 1, ..., n$ ifadesi μ_i, x_i 'in A kümesine ait olmasını gösteren üyelik derecesini ayrıca artı da birleşimi ifade eder (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

Tanım 2.2

X 'in bulanık altkümesi olan A 'nın α - kesimleri Eş. 2.4'deki gibi gösterilir.

$$A_\alpha = \{x \in X \mid A(x) \geq \alpha\} \ \alpha \in [0,1] \tag{2.4}$$

A'nın α kesmesi alınarak X 'in faklı bir kesin altkümesi oluşur. $\alpha = 0$ olduğunda $A_\alpha = X$ olur (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

Tanım 2.3

X 'in bulanık altkümesi olan A 'nın bazı özellikleri Eş. 2.5-2.9'da ve Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

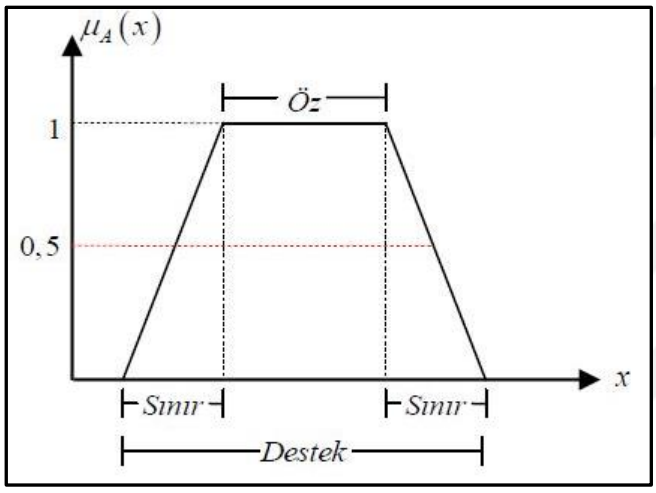
$$Öz(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\} \tag{2.5}$$

$$Destek(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\} \tag{2.6}$$

$$Sınır(A) = \{x \in X \mid 0 < \mu_A(x) < 1\} \tag{2.7}$$

$$Geçiş\ Noktaları(A) = \{x \in X \mid 0 < \mu_A(x) < 1\} \tag{2.8}$$

$$Yükseklik(A) = \sup_{x \in X}\{\mu_A(x)\} \tag{2.9}$$



Şekil 2.1. Tip-1 bulanık kümelerde öz, sınır, destek, yükseklik

Tanım 2.4

Tip-1 bulanık kümenin yüksekliği, üyelik fonksiyonundan çıkan maksimum değerdir. X 'in bulanık altkümesi olan A'nın normal olabilmesi için yüksekliğinin Eş. 2.10'daki gibi 1'e eşit olması gerekir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

$$\sup_{x \in X}\{\mu_A(x)\} = 1 \tag{2.10}$$

Tanım 2.5

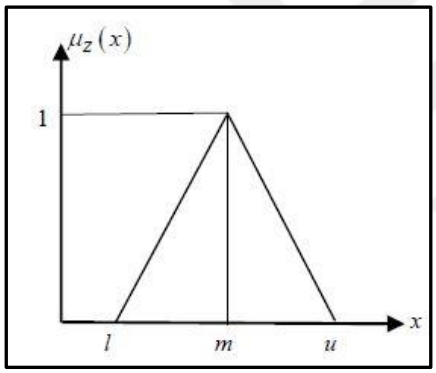
X 'in bulanık altkümesi olan A'nın konveks olabilmesi için Eş. 2.11'deki şartı sağlaması gerekir.

$$\mu_A(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)) \; \forall x_1, x_2 \in X, \; \lambda \in [0,1] \tag{2.11}$$

Bir nicelik ile ilgili belirsizlik varsa (hatalı ölçümler, dilsel belirsizlikler gibi), bu nicelik bulanık küme olarak modellenebilir ve bu durumda oluşan sayıya bulanık sayı denir. Tip-1 bulanık küme ile modellenirse tip-1 bulanık sayı denir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

Tanım 2.6

A bulanık kümesi normal, konveks ve sınır desteği var ise bulanık sayı olarak ifade edilebilir. Kesin kümelerden bulanık sayılar oluşturmak için üyelik fonksiyonları kullanılır. Üyelik fonksiyonlarının en çok kullanılanı üçgensel üyelik fonksiyon olup Şekil 2.2'de ve Eş. 2.12'de gösterilmiştir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).



Şekil 2.2. Üçgensel bulanık sayı

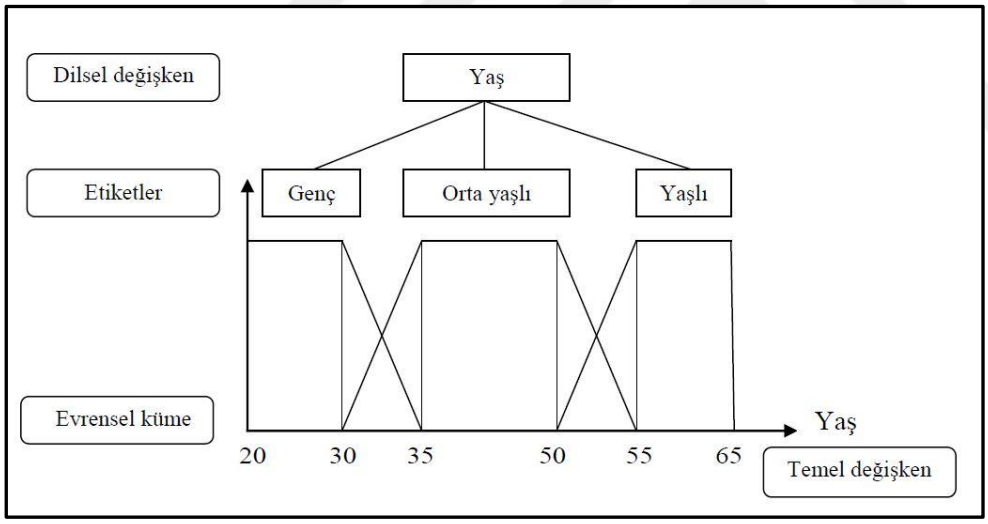
$$\mu_Z(x) = \begin{cases} 0 & x < 1 \\ (x-1)/(m-1) & 1 \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m) & m \leq x \leq u \\ 0 & z > u \end{cases} \tag{2.12}$$

Tanım 2.7

İnsanların kararlarından, hislerinden ve algılarından etkilenen sistemlerin sayısal değerlerle modellenmesi oldukça zordur. Bu nedenle çok karmaşık olan düşünme ve karar verme süreçlerinde, kesin değerler yerine insan düşünce sistemine çok yakın olan dilsel değişkenler ve dilsel etiketlerin kullanılması gerekmektedir. Dilsel değişkenler, değerleri kesin sayı yerine kelimeler, doğal veya yapay dilde cümleler olan değişkenlerdir. Kesin sayılar yerine

kelimeler ya da cümlelerin kullanılmasıyla daha az kesinliğin içerilmesi sağlanmaktadır. Örneğin yaş değişkenini ele aldığımızda "Ali gençtir" ifadesi "Ali 25 yaşındadır" ifadesine göre daha az kesindir. "Ali gençtir" ifadesinde "genç" yaş dilsel değişkenin dilsel etiketidir.

Bir dilsel değişken $(x, ET(x), X, G, M)$ fonksiyonuyla tanımlanabilir. Burada x dilsel değişkeninin adını, $ET(x)$, x değişkeninin etiket kümesini ve X evrensel kümeyi göstermektedir. G sözdizimsel kuraldır ve $ET(x)$ kümesinde yer alan etiketleri üretir. M anlamsal kuraldır ve her A etiketinin anlamını gösterir. $M(A)$ ise X uzayındaki bir bulanık kümeyi gösterir. Örneğin x="yaş" değişkeni olsun. Bu değişkenin $ET(x)$ etiket kümesi ise "genç", "orta yaşlı" ve "yaşlı" dilsel etiketlerinden oluşabilir. Dilsel terimler temel değişken olan yaşa göre atanan bulanık sayılarla ifade edilirler. Yaş için tanımlanan "genç", "orta yaşlı" ve "yaşlı" etiketlerinin gösterimi Şekil 2.3'te verilmiştir. (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).



Şekil 2.3. Bulanık kümeler

Tanım 2.8

Kesin kümeler için tanımlanan birleşim, kesişim ve tümleyen işlemleri bulanık kümeler içinde tanımlanmıştır.

A ve B X'in iki bulanık alt kümesi olsun. A ve B'nin birleşimi, $A \cup B$ ile gösterilir ve A veya B'de olan elemanları içerir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

Bulanık kümelerde birleşim yerine kullanılan $\oplus$, t-konorm olarak ifade edilir, Eş. 2.13 ve 2.14'deki gibi gösterilir.

$$\oplus : [0,1]\times[0,1] \to [0,1] \tag{2.13}$$

$$\mu_{A\cup B}(x) = \oplus(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{2.14}$$

Literatürde tanımlanan t-konorm operatörleri Minumum, Çarpım, Lukasiewicz, Drastik ve Hamacher çarpım operatörleridir, Eş. 2.15'te gösterilmiştir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

$$\begin{aligned}
&\otimes_{maks}(x_1, x_2) = maks(x_1, x_2)\\
&\otimes_{çar}(x_1, x_2) = x_1 + x_2 - x_1x_2\\
&\otimes_{Luk}(x_1, x_2) = \min(1, x_1 + x_2)\\
&\otimes_{Dra}(x_1, x_2) = \begin{cases} x_1 & eğer\ \ x_2 = 0\\ x_2 & eğer\ x_1 = 0\\ 1 & d.d. \end{cases}
\end{aligned} \tag{2.15}$$

Tanım 2.9

A ve B kesişimi, $A\cap B$ ile gösterilir, A ve B 'de olan elemanları içerir. Eş. 2.16'daki gibi ifade edilir.

$$\mu_{A\cap B}(x) = \begin{cases} 1 & eğer\ x \in A\ ve\ x \in B\\ 0 & eğer\ x \notin A\ veya\ x \notin A \end{cases} \tag{2.16}$$

Bulanık kümelerde kesişim yerine kullanılan $\otimes$, t-norm olarak ifade edilir Eş. 2.17 ve 2.18'deki gibi gösterilir.

$$\otimes : [0,1]\times[0,1] \to [0,1] \tag{2.17}$$

$$\mu_{A\cap B}(x) = \otimes(\mu_A(x), \mu_B(x)) \tag{2.18}$$

Literatürde tanımlanan ve Eş. 2.19'da gösterilen Minumum, Çarpım, Lukasiewicz, Drastik ve Hamacher çarpım operatörleri t-normdur (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

$$\otimes_{\min}(x_1, x_2) = \min(x_1, x_2)$$
$$\otimes_{çar}(x_1, x_2) = x_1 x_2$$
$$\otimes_{Luk}(x_1, x_2) = maks(0, x_1 + x_2 - 1)$$
$$\otimes_{Dra}(x_1, x_2) = \begin{cases} x_1 & eğer\ x_2 = 1 \\ x_2 & eğer\ x_1 = 1 \\ 0 & d.d. \end{cases} \quad (2.19)$$
$$\otimes_{Ham}(x_1, x_2) = \begin{cases} 0 & eğer\ x_1 = x_2 = 0 \\ \frac{x_1 x_2}{x_1 + x_2 - x_1 x_2} & d.d. \end{cases}$$

Tanım 2.10

A_1, X evrensel kümesinde tanımlanmış tip-1 bulanık küme ve bu kümenin üyelik fonksiyonu $\mu_{A_1}(x)$ ile gösterilsin. A_1 kümesinin tümleyeni $-A_1$ ve üyelik fonksiyonu Eş. 2.20'deki gibi gösterilir. (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010)

$$\mu_{-A_1}(x) = Ng(\mu_{A_1}(x))\ \forall x \in X\ \ Ng : [0,1] \to [0,1] \quad (2.20)$$

Tanım 2.11

Bulanık kümelerde sürekli ve kesikli formda tanımlanan kardinalite kavramı sırasıyla Eş. 2.21 ve Eş. 2.22'de verilmiştir (Klir and Yuan, 1995; Mendel, 2017; Ross, 2010).

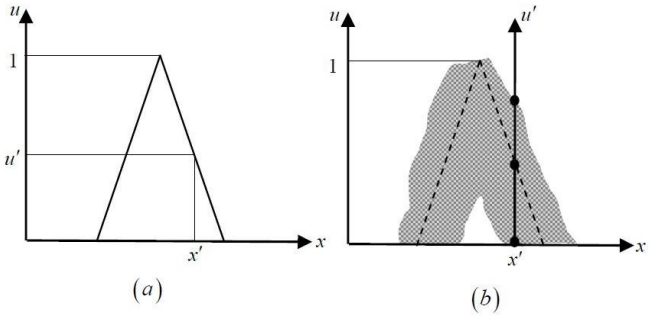
$$kard(A) = \int_X \mu_A(x) dx \quad (2.21)$$

$$kard(A) = \sum_X \mu_A(x) \quad (2.22)$$

2.2. Tip-2 Bulanık Kümeler

Şekil 2.4a'da üçgensel tip-1 bulanık küme fonksiyonu gösterilmiştir. Bu üçgensel formasyonun sınırları sağa ve sola rastgele uzatılarak tip-2 üçgensel bulanık küme fonksiyonu oluşturulabilir (Şekil 2.4b). Tip-2 bulanık kümede üyelik fonksiyonu sonucunda oluşan bulanık kümenin alt ve üst sınırları vardır. Tek bir x değerinden bulanık kısmın sınırlarını kesen iki u değeri oluşmaktadır, bu değerlerden birine alt, diğerine üst değer denir. Bu değerlerin hepsinin aynı değere eşit olması gerekmez, bu nedenle, tüm bu noktalar bir

olasılık dağılımı ile gösterilebilir. Bu işlem tüm x değerleri için yapıldığında üç boyutlu üyelik fonksiyonu oluşur (Mendel and John, 2002).



Şekil 2.4. (a) Tip-1 üyelik fonksiyonu (b) Tip-2 üyelik fonksiyonu

Tanım 2.12

Bir tip-2 bulanık kümesi $\tilde{A}$ ile gösterilir, bir tip-2 üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x,u)$ ile gösterilir. $x \in X$ ve $u \in J_x \subseteq [0,1]$ olmak üzere $\tilde{A}$ tip-2 bulanık kümesi Eş. 2.23'deki gibi gösterilir (Mendel and John, 2002).

$$\tilde{A} = \{((x,u), \mu_{\tilde{A}}(x,u)) \mid \forall_x \in X, \forall_u \in J_x \subseteq [0,1]\} \tag{2.23}$$

Burada $0 \le \mu_{\tilde{A}}(x,u) \le 1$'dır. $\tilde{A}$ Eş. 2.24'deki gibi de açıklanabilir.

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x,u)/(x,u) \quad J_x \subseteq [0,1] \tag{2.24}$$

Burada $\iint$, geçerli x ve u değerleri için birleşimi ifade eder. Kesikli yapıda $\iint$ yerini $\sum$ simgesi kullanılır.

Tanım 2.12'de ilk kısıt $\forall_u \in J_x \subseteq [0,1]$, tip-1'deki kısıt ile $0 \le \mu_A(x) \le 1$ eşdeğerdir. Tip-2'deki belirsizlikler kalktığında üyelik fonksiyonu tip-1 üyelik fonksiyonuna dönüşmelidir ve bu durumda u değişkeni $\mu_A(x)$'a eşit olur ($0 \le \mu_A(x) \le 1$) (Üçüncü boyut yok olur). İkinci kısıt $0 \le \mu_{\tilde{A}}(x,u) \le 1$, bir üyelik fonksiyonunun aralığının 0 ile 1 arasında veya 0 ve 1'e eşit olması gerekliliği ile uyumludur (Mendel and John, 2002).

Tanım 2.13

u ve $\mu_{\tilde{A}}(x',u)$, x'in her bir değeri için ($x=x'$) iki boyutlu düzlemde eksenleri olup, $\mu_{\tilde{A}}(x,u)$'nun dikey kesimi olarak tanımlanır. $u \in J_{x'} \subseteq [0,1]$ ve $x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}}(x=x',u)$'dır (Mendel and John, 2002). Eş. 2.25'deki gibi gösterilir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x=x',u) \equiv \mu_{\tilde{A}}(x') = \int_{u \in J_{x'}} f_{x'}(u)/u \quad J_{x'} \subseteq [0,1] \tag{2.25}$$

Burada $0 \leq f_{x'}(u) \leq 1$'dır.

İkincil üyelik fonksiyonuna göre, bütün ikincil üyelik fonksiyonların birleşimini tip-2 bulanık küme olarak tanımlanabilir. Eş. 2.26 veya 2.27'yi kullanarak, $\tilde{A}$'yı dikey kesim olarak tanımlayabiliriz.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid \forall_x \in X\} \tag{2.26}$$

veya

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)/x = \int_{x \in X} \left[\int_{u \in J_x} f_x(u)/u \right] / x \quad J_x \subseteq [0,1] \tag{2.27}$$

Tanım 2.14

Bir ikincil üyelik fonksiyonun tanım kümesi x'in birincil üyeliği olarak adlandırılır. Eş. 2.27'de J_x, x'in birincil üyeliğidir. Burada $J_x \subseteq [0,1] \quad \forall_x \in X$'dir (Mendel and John, 2002).

Tanım 2.15

İkincil üyelik fonksiyonuna ait tanım kümesi x'in birincil üyeliği olarak isimlendirilmektedir. X ve J_x kesikli değerlere sahip ise $\tilde{A}$ Eş. 2.28 ve Eş. 2.29'daki gibi ifade edilir. (Mendel and John, 2002).

$$\tilde{A} = \sum_{x \in X} \left[\sum_{u \in J_x} f_x(u) / u \right] / x = \sum_{i=1}^{N} \left[\sum_{u \in J_x} f_x(u) / u \right] / x_i \tag{2.28}$$

$$= \left[\sum_{k=1}^{M_1} f_{x_1}(u_{1k}) / u_{ik} \right] / x_1 + ... + \left[\sum_{k=1}^{M_N} f_{x_N}(u_{Nk}) / u_{Nk} \right] / x_N \tag{2.29}$$

Eş. 2.29'daki denklemde + birleşim anlamına gelir.

Tanım 2.16

Tip-2 bulanık kümenin birincil üyeliğindeki belirsizlik, $\tilde{A}$, sınırları olan bir alan içerir buna da Belirsizliğin Kapladığı Alan (BKA) denir. Eş. 2.30'da gösterildiği gibi bu alan birincil üyeliklerin birleşimidir (Mendel and John, 2002).

$$BKA(\tilde{A}) = \bigcup_{x \in X} J_x \tag{2.30}$$

Şekil 2.4b'deki gölgeli alan BKA'dır. BKA, dikkatimizi sadece tip-2 üyelik fonksiyonunda olan belirsizliklere odaklamakla kalmaz aynı zamanda, tip-2 üyelik fonksiyonunun tüm ikincil derecelerini destekleyen tanım kümesini gösterir bir sözlü tarifini sağlar. (Mendel and John, 2002).

Tanım 2.17

$\tilde{A}$'da toplam $\prod_{i=1}^{N} M_i$ kadar gömülü tip-2 kümesi olan $\tilde{A}_e$ bulunur. Her J_x değeri M_i tane kesikli değere sahiptir. N $\tilde{A}_e$'nın eleman sayısını gösterir ve Eş. 2.31'deki gibi tanımlanır (Mendel and John, 2002).

$$\tilde{A}_e = \sum_{i=1}^{N} \left[f_{x_i}(u_i) / u_i \right] / x_i \quad u_i \in J_{x_i} \subseteq U = [0,1] \tag{2.31}$$

2.3. Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümeler

Tip-2 bulanık kümelerin yapısı gereği ikincil üyelikler birden fazla değer alabilir, bu değerler belirli bir düzene sokularak bir dağılım özelliği kazandırılabilir. Eğer ikincil üyelik dereceleri düzgün(uniform) dağılım özelliği gösterirse tip-2 bulanık küme aralıklı tip-2

bulanık kümeye dönüşür (Mendel vd., 2006). Bu bölümde aralıklı tip-2 bulanık küme ile ilgili bazı önemli kavramlarından bahsedilecektir.

Tanım 2.18

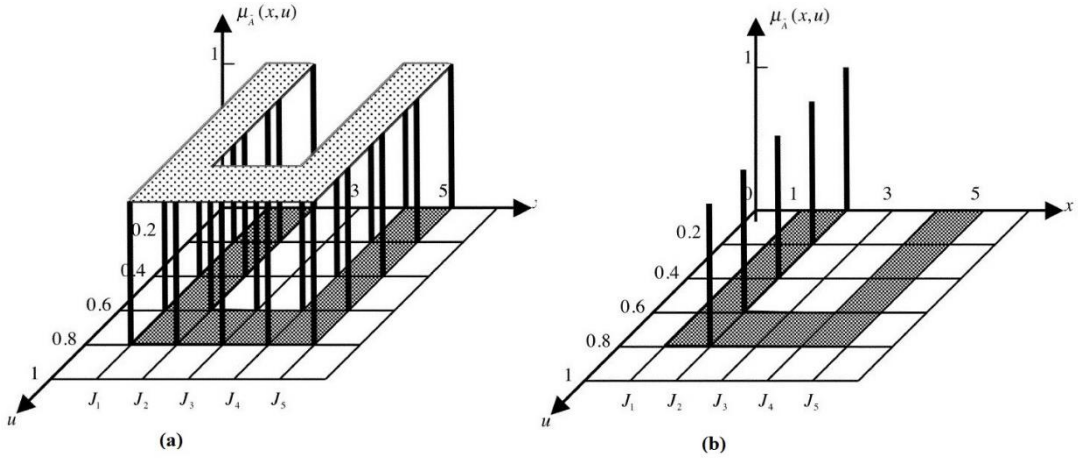
Bir aralıklı tip-2 bulanık küme, $\tilde{A}^I$ ile gösterilir ve üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}^I}(x,u)$ ile tanımlanır, Eş. 2.32'deki gibi gösterilir ($x \in X$ ve $u \in J_x \subseteq [0,1]$ olması durumunda) (Mendel vd., 2006).

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} 1/(u,x)\ J_x \subseteq [0,1] \tag{2.32}$$

Tanım 2.19

Bütün değerleri $\mu_{\tilde{A}^I}(x,u) = 1$ olursa, $\tilde{A}^I$ aralıklı tip-2 bulanık küme olur. Yeni bir veri taşımadığı için tip-2 bulanık kümenin üçüncü boyutuna gerek yoktur. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler tip-2 bulanık kümelerin özel bir versiyonudur ve Eş. 2.33'deki gibi gösterilir. Şekil 2.5a'daki 3 boyutlu aralıklı tip-2 üyelik fonksiyonunu, Şekil 2.5b'deki x=2 noktasında aralıklı tip-2 üyelik fonksiyonunun dikey kesitini göstermektedir.(Mendel vd., 2006).

$$\tilde{A}^I = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} 1/(x,u)\ \ J_x \subseteq [0,1] \tag{2.33}$$



Şekil 2.5. Aralıklı tip-2 bulanık kümelerin gösterimi

Tanım 2.20

u ve $\mu_{\tilde{A}^I}(x',u)$, x'in her bir değeri için ($x = x'$) iki boyutlu düzlemde eksenleri olup, Eş. 2.34'de olduğu gibi $\mu_{\tilde{A}^I}(x,u)$ 'nun dikey kesimi olarak tanımlanır. $u \in J_{x'} \subseteq [0,1]$ ve $x \in X$ için $\mu_{\tilde{A}^I}(x = x',u)$'dır (Mendel vd., 2006).

$$\mu_{\tilde{A}^I}(x = x',u) \equiv \mu_{\tilde{A}^I}(x') = \int_{u \in J_{x'}} 1/u \quad J_{x'} \subseteq [0,1] \tag{2.34}$$

İkincil küme kavramına göre, bütün ikincil kümelerin birleşimini tip-2 bulanık küme olarak tanımlanabilir. Eş. 2.35 veya 2.36'yı kullanarak, $\tilde{A}^I$ dikey kesim olarak gösterilebilir (Mendel vd., 2006).

$$\tilde{A}^I = \{(x, \mu_{\tilde{A}^I}(x)) \mid \forall_x \in X\} \tag{2.35}$$

veya

$$\tilde{A}^I = \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}^I}(x)/x = \int_{x \in X} \left[\int_{u \in J_x} 1/u \right] / x \quad J_x \subseteq [0,1] \tag{2.36}$$

Tanım 2.21

$\tilde{A}^I$ 'nın üst ve alt üyelik fonksiyonun iki tane tip-1 üyelik fonksiyonundan oluştuğunu ve BKA'nın (Belirsizliğin Kapladığı Alan) sınırlarını oluşturduğu söylenebilir. Eş. 2.37 ve 2.38'de gösterildiği gibi üst üyelik derecesi (BKA'nın üst sınırı) $\overline{\mu}_{\tilde{A}^I}(x)$,alt üyelik derecesi $\underline{\mu}_{\tilde{A}^I}(x)$ 'dır (Mendel vd., 2006).

$$\overline{\mu}_{\tilde{A}^I}(x) \equiv \overline{BKA(\tilde{A}^I)} \tag{2.37}$$

$$\underline{\mu}_{\tilde{A}^I}(x) \equiv \underline{BKA(\tilde{A}^I)} \tag{2.38}$$

Bir aralıklı tip-2 bulanık küme Eş. 2.39'daki gibi ifade edilir.

$$J_x = \left[\bar{\mu}_{\tilde{A}^I}(x), \underline{\mu}_{\tilde{A}^I}(x) \right] \tag{2.39}$$

Tanım 2.22

X ve U kesikli kümeler için N elemanlı gömülü aralıklı tip-2 bulanık kümesi Eş. 2.40'da gösterilmiştir (Mendel vd., 2006).

$$\tilde{A}_e^I = \sum_{i=1}^{N} [1/u_i]/x_i \quad u_i \in J_{x_i} \subseteq U = [0,1] \tag{2.40}$$

Tanım 2.23

X ve U kesikli kümeler için N elemanlı gömülü tip-1 bulanık kümesi Eş. 2.41'de gösterilmiştir (Mendel vd., 2006).

$$A_e = \sum_{i=1}^{N} u_i / x_i \quad u_i \in J_{x_i} \subseteq U = [0,1] \tag{2.41}$$

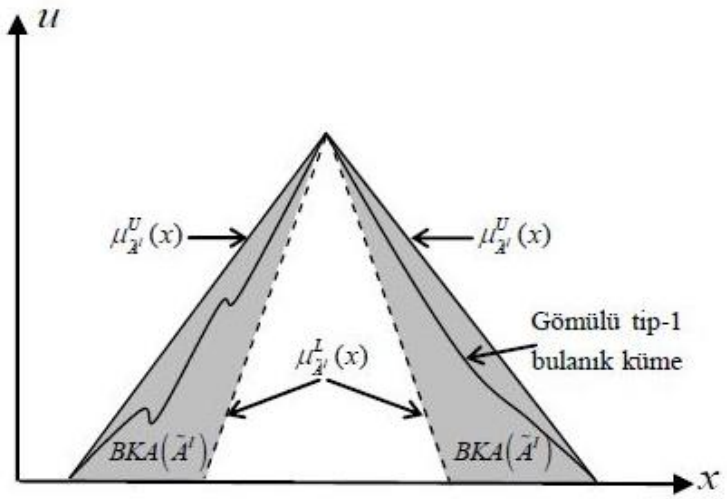
Teorem

X ve U kesikli kümeler için aralıklı tip-2 bulanık küme ($\tilde{A}^I$) tüm gömülü aralıklı tip-2 bulanık kümeden oluşmaktadır. Eş. 2.42, 2.43, 2.44'de ve Şekil 2.6'da gösterilmiştir.

$$\tilde{A}^I = \sum_{j=1}^{n_A} \tilde{A}_{e_j}^I \quad (j = 1, 2, ..., n_A) \tag{2.42}$$

$$\tilde{A}_{e_j}^I = \sum_{i=1}^{N} [1/u_i]/x_i \quad u_i \in J_{x_i} \subseteq U = [0,1] \tag{2.43}$$

$$n_A = \prod_{i=1}^{N} M_i \tag{2.44}$$



Şekil 2.6. Alt, üst üyelik fonksiyonları ve gömülü tip-1 bulanık kümenin gösterimi

Tanım 2.24

Aralıklı tip-2 bulanık küme olan $\tilde{A}^I$ 'nın kardinalitesi, Eş. 2.45'te gösterildiği gibi gömülü tüm tip-1 bulanık kümelerin kardinalitesinin birleşimidir (Mendel vd., 2006).

$$kard(\tilde{A}^I) = \bigcup_{\forall A_e} kard(A_e) = [kard(\underline{A}), kard(\overline{A})] \tag{2.45}$$

$\tilde{A}^I$ 'nın ortalama kardinalitesi Eş. 2.46'daki gibi hesaplanır.

$$OK(\tilde{A}^I) = \frac{kard(\underline{A}) + kard(\overline{A})}{2} \tag{2.46}$$

Tanım 2.25

A ve B X'in iki aralıklı tip-2 bulanık alt kümesi olsun ve sırasıyla $\mu^I_{\tilde{A}^I}(x_i) = \left[\mu^L_{\tilde{A}^I}(x_i), \mu^U_{\tilde{A}^I}(x_i)\right]$ ve $\mu^I_{\tilde{B}^I}(x_i) = \left[\mu^L_{\tilde{B}^I}(x_i), \mu^U_{\tilde{B}^I}(x_i)\right]$ şeklinde gösterilsin.

Aralıklı tip-2 bulanık kümelerde birleşim yerine kullanılan $\oplus$, t-konorm olarak ve Eş 2.47 ve 2.48'deki gibi ifade edilir.

$$\oplus^I : [0,1]^2 \times [0,1]^2 \to [0,1]^2 \tag{2.47}$$

$$\mu^{I}_{\tilde{A}^I \cup \tilde{B}^I}(x_i) = \left[\oplus\left(\mu^{L}_{\tilde{A}^I}(x_i), \mu^{L}_{\tilde{B}^I}(x_i) \right), \oplus\left(\mu^{U}_{\tilde{A}^I}(x_i), \mu^{U}_{\tilde{B}^I}(x_i) \right) \right] \quad (2.48)$$

Aralıklı tip-2 bulanık kümelerde kesişim yerine kullanılan $\otimes$, t-norm olarak ve Eş 2.49 ve 2.50'deki gibi ifade edilir (Mendel vd., 2006).

$$\otimes^{I} : [0,1]^2 \times [0,1]^2 \rightarrow [0,1]^2 \quad (2.49)$$

$$\mu^{I}_{\tilde{A}^I \cap \tilde{B}^I}(x_i) = \left[\otimes\left(\mu^{L}_{\tilde{A}^I}(x_i), \mu^{L}_{\tilde{B}^I}(x_i) \right), \otimes\left(\mu^{U}_{\tilde{A}^I}(x_i), \mu^{U}_{\tilde{B}^I}(x_i) \right) \right] \quad (2.50)$$

3. DİLSEL ÖZETLEME

Veri özetleme işlemi büyük bir verinin içeriğini kavrama yönünden önemli bir yöntemdir. Gelecekteki oluşabilecek muhtemel değişiklikler hakkında insana bilgi sağlayabilir. Geleneksel olarak verinin tamamı istatistiki olarak özetlenebilir. Kişilerin gelirleri, internetten alışveriş yapıp yapmadıkları ve bu kişilerin yaşlarının bulunduğu bir veritabanının mevcut olduğu kabul edilsin. "Yıllık geliri 5 bin TL'den fazla ve internetten alışveriş yapan kişilerin yaşlarının ortalaması 38'dir." gibi bir özet çıkarılabilir. Bu örnekte yaş özelliğinin ortalaması hesaplanmıştır. İstatistik temelli özetlemelerde ayrıca özelliklerin standart sapması ve ortancası gibi değerler hesaplanarak basit formda özetleme işlemi yapılabilir. Fakat bu durumda elde edilen bilgi sınırlıdır ve insanlar tarafında kolay bir şekilde anlaşılamayabilir. Birçok durumda, özellikle sayısal ifadelere yatkın olmayan kişilere sunum yapılmasını gerektiren durumlarda, alternatif bir özetleme formu yararlı olabilir. Bu form, bize "ortalama değer" gibi kısa bir bilgi sağlamayacak ve nümerik verileri dilsel olarak doğru bir biçimde özetleyecekse yararlı olabilir. Bu fikirden hareketle Yager (1982) bulanık kümeleri baz alarak verinin özetlenmesi için yeni bir yaklaşım sunmuştur. Bu yaklaşım verinin dilsel özetini sağlamaktadır. Dilsel özetlerin verileri veya gözlemleri özetleme olanağı, bir kişinin dünya hakkındaki gözlemlerini faydalı ve anlaşılır bir şekilde iletmesine olanak sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Yager yaptığı çalışmada dilsel özetleme olarak iki tip cümle yapısı önermiştir.

Bir sınıftaki öğrenciler matematik ve türkçe derslerinden aldıkları notları gösteren bir veritabanı olsun. Bu veritabanındaki bilgileri dilsel özet gösterimleri ile açıklayacak olursak; veritabandaki M kadar öğrencinin kümesi $Y = \{y_1, y_2, ..., y_M\}$, bu öğrencilerin matematik ve türkçeden aldıkları notları içeren küme $V = \{v_1, v_2\}$, m. öğrencinin k. dersten aldığı notu $v_k(y_m)$, m. öğrencinin sahip olduğu tüm notları d_m ile ifade edilir. $w_g(S_g)$ ve S_k dilsel özetlemede sırasıyla öncül özetleyici (niteleyici) ve özetleyici, Q niceleyici anlamına gelmektedir. Bunların yanında her bir dilsel özetin kalite ölçümünü yapan (literatürde kullanılmış toplamda 9 çeşit vardır) doğruluk derecesi yer almaktadır. $\mathbb{D}$ ifadesi yukarıda belirtilen tüm özellikleri bir arada gösteren veritabanı anlamına gelmektedir. Literatürde yaygın olarak kullanılan tip-I ve tip-II olmak üzere iki tip cümle yapısı bulunmaktadır.

Tip-I niceleyici cümlelerde:

- Q, niceleyici (tümü, yaklaşık yarısı vb.)
- Y, nesnelerin yer aldığı küme (öğrenciler vb.)
- S, özetleyici (düşük not, yüksek maaş vb.)
- T_1, doğruluk derecesi (oluşturulan cümlenin veri setini ne kadar desteklediğini belirtir) olarak gösterilmektedir.

Yapısı "Y'nin Q kadarı S'dir." şeklindedir. T_1 değeri Eş. 3.1 ve 3.2'de verilen formüller ile bulunur.

$$T_1 = \mu_Q\left(\frac{r}{R}\right) \tag{3.1}$$

$$r = \sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m) \tag{3.2}$$

Q mutlak niceleyici ise R değeri 1 olur, göreceli niceleyici ise toplam nesne sayısına eşit olur. Tip-I niceleyici cümlesine "Öğrencilerin çoğu matematikten düşük almıştır [0,5]" cümlesi örnek verilebilir. "Öğrenciler" Y kümesini, "çoğu" Q niceleyiciyi, "düşük almıştır" S özetleyiciyi, [0,5] doğruluk derecesini temsil eder.

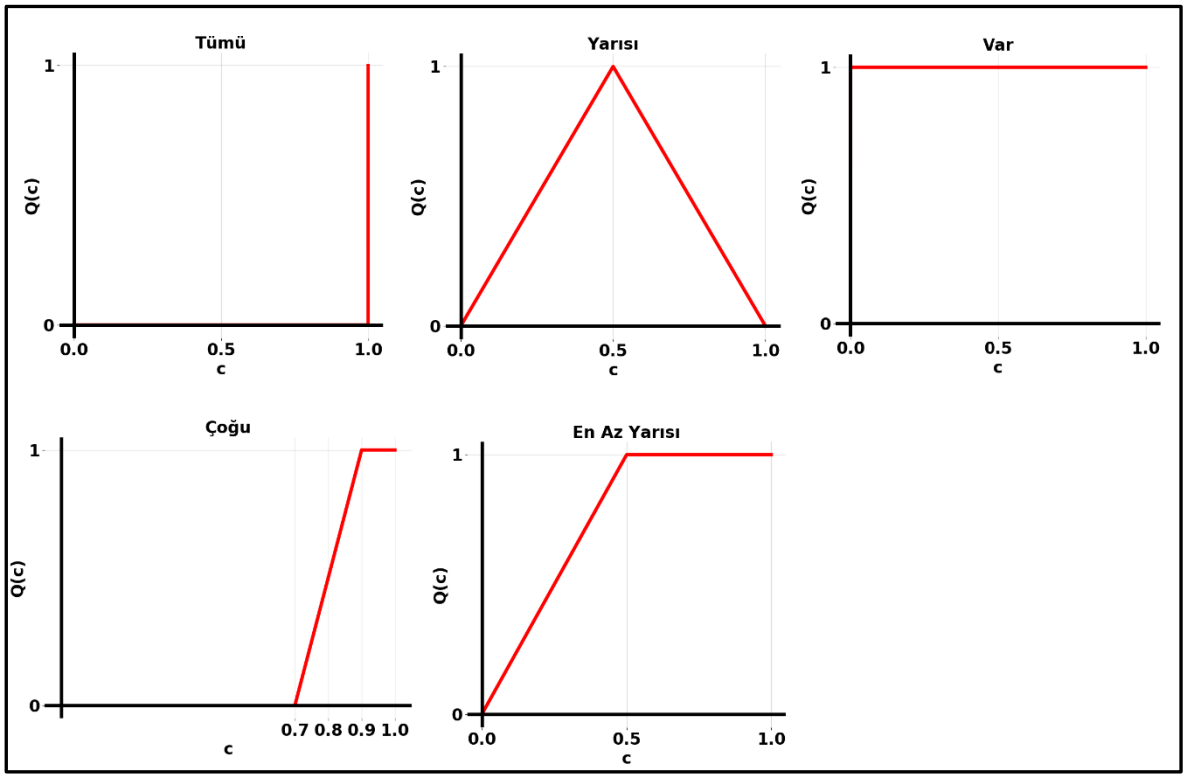
Tip-II niceleyici cümlelerde tip-I niceleyici cümlelerden farklı olarak öncül özetleyici $w_g(s_g)$ bulunmaktadır ve yapısı "$w_g(s_g)$ olan Y'nin Q kadarı S'dir." şeklindedir.

T_1 (doğruluk derecesi) değeri Eş. 3.3'de verilen formül ile hesaplanır.

$$T_1 = \mu_Q\left(\frac{r}{\sum_{m=1}^{M} \mu_{w_g}(v_g^m)}\right) \tag{3.3}$$

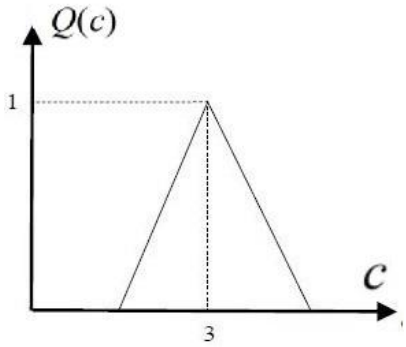
Tip-II niceleyici cümlesine "Çalışkan öğrencilerin çoğu matematikten düşük almıştır [0,8]" cümlesi örnek olarak verilebilir. "Öğrenciler" Y kümesini, "çalışkan" ifadesi $w_g(s_g)$ öncül özetleyiciyi, "çoğu" Q niceleyiciyi, "düşük almıştır" S özetleyiciyi, [0,8]'de doğruluk derecesini temsil eder.

İki farklı (mutlak ve göreceli) Q niceleyici, dilsel özetleri değerlendirmede kullanılır. "Mutlak" niceliği bulanık sayıları veya aralıkları ifade eder. Örnek olarak "yaklaşık 5", "2 ve 4 arasında" gibi ifadeler verilebilir. "Göreceli" niceliği bulanık oranı temsil eder. Örnek olarak "Var", "Çoğu" ve "Hepsi" kelimeleri verilebilir. Literatürde sıklıkla kullanılan 5 adet göreceli nicelik Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Göreceli niceleyiciler

Mutlak niceleyicisine örnek Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2. "Yaklaşık 3" mutlak niceleyici

3.1. Dilsel Özetleri Değerlendirme Yöntemlerinde Olması Gereken Özellikler

Dilsel özetlerin veriyi doğru yansıtıp yansıtmadığını ancak dilsel özetleri değerlendirerek anlayabiliriz. Doğru bir yöntemle değerlendirme yapılamazsa, yanlış kanılara varmamıza neden olur. Bu yüzden doğruluk derecesinin güvenilir metotla hesaplanması çok önemlidir. Elde edilen sonuçların uygun olması bir başka deyişle "iyi çalışması" için iyi bir değerlendirme ölçütüne ihtiyaç vardır. Literatürde bulunan değerlendirme metotları farklı yaklaşımlar ve hesaplamalar içermektedir.

Tip-I niceleyici cümlelerin değerlendirme yönteminde olması gereken özellikler

Delgado ve ark. yaptıkları çalışmada Tip-I niceleyici cümlelerin değerlendiren yöntemlerde olması gereken özellikleri ortaya koymuşlardır (Delgado vd., 2000).

Özellik 3.1

S kesin küme ve Q göreceli niceleyici ise değerlendirme sonucu Eş. 3.4'deki ifadeye eşit olmalıdır.

$$Q\left(\frac{|S|}{|Y|}\right) \tag{3.4}$$

Q mutlak niceleyici ise değerlendirme sonucu Eş. 3.5'deki ifadeye eşit olmalıdır.

$$Q(|S|) \tag{3.5}$$

Özellik 3.2

Niceleyici "tümü" ve "var" olursa, değerlendirmenin bulanık mantık ile uyumlu olması gerekir. "Y'nin Q kadarı S'dir." cümlesinde niceleyicinin $Q = \exists$ olması ve bulanık birleşim için t-konorm (genellikle maksimum) kullanılması durumunda Eş. 3.6'daki gibi gösterilir.

$$\bigoplus_{m=1}^{M} \mu_s(d_m) \tag{3.6}$$

Niceleyicinin $Q = \forall$ olması ve bulanık kesişimi olarak t-norm kullanılması durumunda Eş. 3.7'deki gibi gösterilir.

$$\bigotimes_{m=1}^{M} \mu_s(d_m) \tag{3.7}$$

Özellik 3.3

Değerlendirme yöntemi, niceleyicilerin kapsama durumu ile uyumlu olmalıdır. $Q \subseteq Q'$ olması durumunda değerlendirme işlemi T ("Y'nin Q kadarı S'dir.") $\leq$ T ("Y'nin Q' kadarı S'dir.") 'na uygun olmalıdır.

Özellik 3.4

Hesaplama karmaşıklığı $\mathrm{O}(n)$ ve $\mathrm{O}(n \log n)$ arasında olduğu takdirde, yöntemin verimli olduğu kabul edilir.

Özellik 3.5

Değerlendirme işlemi katı olmamalıdır. $H = \{p/q \mid p \in \{0,....,M\},\ q \in \{1,...,M\}\}$, $Q \neq \varnothing$ ve $Q \neq H$ olması durumunda S bulanık kümesinin doğruluk derecesi $\{0,1\}$ olmamalıdır.

Özellik 3.6

Değerlendirme yöntemi herhangi bir niceleyiciyi kullanmaya izin vermelidir.

<u>Tip-II niceleyici cümlelerde değerlendirme yönteminin sağlaması gereken özellikler</u>

Özellik 3.7

S ve $w_g(s_g)$ kesin kümeler ve Q göreceli niceleyici olduğu varsayılırsa yöntem Eş. 3.8'deki gibi olmalıdır.

$$Q\left(\frac{\left|S \cap w_g(s_g)\right|}{\left|w_g(s_g)\right|}\right) \tag{3.8}$$

Özellik 3.8

Göreceli niceleyicilerde $w_g(s_g) = Y$ olması durumunda, değerlendirme yöntemi tip-I niceleyici cümleler için de geçerli olur.

Özellik 3.9

Hesaplama karmaşıklığı $\mathrm{O}(n)$ ve $\mathrm{O}(n \log n)$ arasında olduğu takdirde, yöntem verimli kabul edilir.

Özellik 3.10

$w_g(s_g) \subseteq S$ olması ve $w_g(s_g)$'nin normal bir bulanık küme olması durumunda doğruluk derecesi $Q(1)$ 'e eşit olmalıdır.

Özellik 3.11

$S \cap w_g(s_g) = \varnothing$ olması durumunda doğruluk derecesi $Q(0)$ 'a eşit olmalıdır.

Özellik 3.12

Niceleyicilerin "var" ve "hepsi" olması durumunda, değerlendirme yönteminin Eş. 3.9 ve Eş.3.10'daki gibi bulanık mantık ile uyumlu olması gerekir

$$\bigoplus_{m=1}^{M}\left(\bigotimes_{k\in\{K\}\setminus g}\mu_{s_k}(v_k^m)\otimes\mu_{w_g(s_g)}(v_g^m)\right) \tag{3.9}$$

ve

$$\bigotimes_{m=1}^{M}\left(\mu_{w_g(s_g)}(v_g^m)\rightarrow\bigotimes_{k\in\{K\}\setminus g}\mu_{s_k}(v_k^m)\right) \tag{3.10}$$

Kesişim için t-norm, birleşim için t-konorm ve $\rightarrow$ bulanık koşullu önerme operatörü kullanılır.

Özellik 3.13

Değerlendirme yöntemi herhangi bir niceleyiciyi kullanmaya izin vermelidir.

Özellik 3.14

Değerlendirme işlemi katı olmamalıdır. $H = \{p / q \mid p \in \{0,....,M\},\ q \in \{1,...,M\}\}$, $Q \neq \varnothing$ ve $Q \neq H$ olması durumunda ve S ve $w_g(s_g)$ bulanık kümeler var ise doğruluk derecesi $\{0,1\}$ olmamalıdır.

3.2. Kardinalite Yöntemleri

Dilsel özetlerde kullanılan kardinalite temelli yöntemler bu alt bölümde açıklanmıştır (Delgado vd., 2000).

Kuvvet (∑-sayımı)

Bulanık kümenin skalar-değerli ölçümüne örnek olarak gösterilir. Bu ölçüm De Luca ve Termini (De Luca and Termini, 1972) tarafından tanımlanmış Eş. 3.11'de gösterilmiştir.

$$P(S) = \sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m) \tag{3.11}$$

Zadeh'in İlk Yöntemi

Bulanık kardinalite $Z(S)$ yöntemi Eş. 3.12'de gösterilmiştir.

$$Z(S,i) = \begin{cases} 0 \\ \sup\{\alpha \mid |S_\alpha| = i\} \end{cases} \tag{3.12}$$

$\alpha \mid |S_\alpha| = i$ ifadesi yoksa 0 değerini alır.

ED Yöntemi

Bu yöntem Delgado ve ark. (2000) tarafından önerilmiştir. Açıklaması aşağıdaki gibidir.

Açıklama 3.1

$Y=\{y_1,...,y_m\}$ ve S 'de Y üzerinden bulanık küme olsun. Y 'nin en az i elamanın S 'ye ait olma olasılığı olan $L(S,i)$ ifadesini Eş. 3.13'de gösterilmiştir.

$$L(S,i)=\begin{cases}1, & i=0\\ 0, & i>M\\ \bigoplus\limits_{(l_1,...,l_i)\in I_i}(S(y_{l_1})\otimes....\otimes S(y_{l_i})), & 1\le i\le M\end{cases} \tag{3.13}$$

$$I_i=\{(l_1,...,l_i \mid l_1<l_2<....<l_i,\ l_j\in\{1,....,M\}\ \forall j\in\{1,....,i\}\} \tag{3.14}$$

$\otimes$ ve $\oplus$ sırasıyla t-norm ve t-konorm'dur.

Özellik 3.1

$\oplus$ ve $\otimes$ sırasıyla maksimum ve minumum olduğunda Eş. 3.15 bulunur.

$$L(S,i)=b_i \forall i\in\{1,....,M\} \tag{3.15}$$

b_i, S bulanık kümesine ait elemanların üyelik dereceleri büyükten küçüğe sıralandığında i 'ninci en büyük değerdir.

Açıklama 3.2

S bulanık kümesinin i tane elemana sahip olmasının olabilirliği Eş. 3.16'da gösterilmiştir.

$$E(S,i)=L(S,i)\otimes\overline{L(S,i+1)} \tag{3.16}$$

$\otimes$ t-norm'u, üst çizgi ise bulanık tümleyeni ifade etmektedir. E ifadesi bulanık kardinalite tipini ifade etmektedir. Dubois-Preda, Zadeh'in FECount ve Ralescu'nun yöntemi Delgado

ve ark. (1999) tarafından E tipin üyesi olduğu kanıtlanmıştır. Bunların yanında bir sonraki açıklama Delgado ve ark'nın (2000) önerdiği yeni bir yöntemdir.

Açıklama 3.3

Bulanık kardinalite ED, E tip kardinalitenin bir üyesidir ve Eş. 3.17'deki gibi gösterilir.

$$\begin{aligned} ED(S,i) &= \max\{b_i + (1-b_{i+1}) - 1, 0\} \\ &= \max\{(b_i - b_{i+1}), 0\} \\ &= b_i - b_{i+1} \end{aligned} \tag{3.17}$$

Bu yöntem S'nin kardinalitesinin olasılık ölçümü olarak yorumlanabilir. Diğer yöntemler örneğin Zadeh'in ilk yöntemi olabilirlik ölçümüne sahiptir (Delgado vd., 2000).

Göreceli Kardinalite

S ve $w_g(S_g)$'nin göreceli kardinalitesi Eş. 3.18'de gösterilmiştir. Bu kardinaliteler tip-II niceleyici cümlelerin değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

$$Gör\ Kard(S / w_g(s_g)) = \frac{Kard(S \cap w_g(s_g))}{Kard(w_g(s_g))} \tag{3.18}$$

Zadeh'in Yöntemi

Zadeh, bulanık kümenin göreceli kardinalitesini Eş. 3.19'daki gibi göstermiştir.

$$P(S / w_g(s_g)) = \frac{\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)}{\sum_{m=1}^{M} \mu_{w_g(s_g)}(v_g^m)} \tag{3.19}$$

ES Yöntemi

S ve $w_g(s_g)$, Y üzerinde tanımlanan iki bulanık küme ve $w_g(s_g)$ normal bulanık küme olsun ve Eş. 3.20, 3.21 ve 3.22'deki gibi gösterilsin (Delgado vd., 2000).

$$M(S) = \{\alpha \in]0,1] \mid \exists y_i \in X \quad S(y_i) = \alpha\} \tag{3.20}$$

$$M(S / w_g(s_g)) = M(S \cap w_g(s_g)) \cup M(w_g(s_g)) \tag{3.21}$$

$$CR(S / w_g(s_g)) = \left\{ \frac{\left|(S \cap w_g(s_g))_\alpha\right|}{\left|w_g(s_g)_\alpha\right|} \quad \alpha \in M(S / w_g(s_g)) \right\} \tag{3.22}$$

ES yönteminde göreceli kardinalite Eş. 3.23'deki gibi olur.

$$ES(S / w_g(s_g), c) = \max \left\{ \alpha \in M(S / w_g(s_g)) \mid c = \frac{\left|(S \cap w_g(s_g))_\alpha\right|}{\left|w_g(s_g)_\alpha\right|} \right\} \tag{3.23}$$

İşleme başlamadan önce, $w_g(s_g)$ normal bir bulanık küme değilse, ilk olarak $w_g(s_g)$ normalize edilir, aynı faktör kullanılarak $(S \cap w_g(s_g))$ 'de normalize edilir.

ER Yöntemi

S ve $w_g(s_g)$ Y üzerinde tanımlanan iki bulanık küme, $w_g(s_g)$ normal dağılımlı bulanık küme, $M(S / w_g(s_g)) = \{\alpha_1, ..., \alpha_m\}$ α - kesmeleri içeren bir küme olsun (Delgado vd., 2000). Kardinalitesi Eş. 3.24'deki gibi gösterilir.

$$C(S / w_g(s_g)) = \left\{ \frac{\left|(S \cap w_g(s_g))_\alpha\right|}{\left|w_g(s_g)_\alpha\right|} \right\} \tag{3.24}$$

S 'nin $w_g(s_g)$ 'ye göre kardinalitesi olan $ER(S / w_g(s_g))$ Eş. 3.25'deki gibi tanımlanır.

$$ER(S / w_g(s_g), c) = \sum_{c=C(S/w_g(s_g))} (\alpha_i - \alpha_{i+1}) \quad \forall c \in CR(S / w_g(s_g)) \tag{3.25}$$

İşleme başlamadan önce, $w_g(s_g)$ normal bir bulanık küme değilse, ilk olarak $w_g(s_g)$ normalize edilir, aynı faktör kullanılarak $(S \cap w_g(s_g))$'de normalize edilir. Bu yöntem $w_g(s_g)$ ve S'nin göreceli kardinalitesinin olasılık ölçümü olarak yorumlanabilir (Delgado, vd., 2000). ES yöntemi ise olabilirlik ölçümü olarak yorumlanır.

3.3. Dilsel Özetlemede Kullanılan Kardinalite Temelli Yöntemler

Bu bölümde skalar kardinalite temelli Zadeh'in yönteminden ve bulanık kardinalite temelli yöntemlerden bahsedilecektir.

3.3.1. Zadeh'in yöntemi

Zadeh'in yöntemi, bulanık olmayan kardinalite (∑-sayımı) yöntemini kullanmıştır. Kullanıdığı bu tür kardinaliteye "kuvvet" de denir. Göreceli niceleyici kullanılması durumunda Tip-I niceleyici cümleleri değerlendirme yöntemi Eş. 3.26'daki gibi olmaktadır.

$$Z_Q(S) = Q\left(\frac{\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)}{|Y|}\right) \tag{3.26}$$

Mutlak niceleyiciler için değerlendirme yöntemi Eş. 3.27'de gösterilmiştir.

$$Z_Q(S) = Q\left(\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)\right) \tag{3.27}$$

Bu yöntem, önceki bölümlerde bahsedilen "Tip-I niceleyici cümleleri değerlendirmek için kullanılan yöntemlerde olması gereken özellikler" den Özellik 3.5 ve Özellik 3.2 dışında hepsini sağlamaktadır. Özellik 3.5'i sağlamadığını şu şekilde görebiliriz: ancak ve ancak $\mu_s(d_m) = Y$ olması durumunda, doğruluk derecesi 1 olur diğer durumlarda doğruluk derecesi 0 olur. Özellik 3.2'ye karşı örnek olarak, "var" niceleyicisi için $A = \{1/y_1, 0.5/y_2\}$ olması durumunda Zadeh yöntemi ile bulunan sonuç 1 olmaktadır, fakat $0 \oplus 0.5 = 1$ şeklinde t-konorm yoktur (her t-konorm $0 \oplus a = a$ şeklinde sonuç verir). Diğer bir karşı örnek olarak: "Hepsi" niceleyicisi için $A = \{1/y_1, 0.9/y_2\}$ olması durumunda Zadeh'in yöntemi ile

bulunan sonuç 0 olmaktadır, fakat $0 \otimes 0.9 = 0$ şeklinde t-norm bulunmamaktadır (her t-norm $1 \otimes a = a$ şeklinde sonuç verir). Zadeh metodunun hesaplama karmaşıklığı $O(M)$'dir (Delgado vd., 2000).

Zadeh'in tip-II niceleyici cümleler için kullandığı değerlendirme yöntemi kardinalite temelli bir uygulama olarak görülebilir. $w_g(s_g) = \varnothing$ olması durumunda bu yöntem hesaplanamaz. Bu metot $\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)$'nin $w_g(s_g)$'ye göre göreceli kardinalitesini içermektedir ve Eş. 28'deki gibi gösterilmektedir.

$$P(S / w_g(s_g)) = \frac{\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)}{\sum_{m=1}^{M} \mu_{w_g(s_g)}(v_g^m)} \tag{3.28}$$

Tip-II niceleyici cümleler için verilmiş hesaplama yöntemi Eş. 3.29'daki gibidir.

$$Z_Q(S / w_g(s_g)) = Q(P(S / w_g(s_g))) = Q\left(\frac{\sum_{m=1}^{M} \mu_s(d_m)}{\sum_{m=1}^{M} \mu_{w_g(s_g)}(v_g^m)} \right) \tag{3.29}$$

Zadeh'in yönteminin Özellik 3.7 açısından kanıtlamak kolaydır. $w_g(s_g) = Y$ olması durumunda $Z_Q(S / w_g(s_g)) = Z_Q(S)$ olmaktadır, böylelikle Özellik 3.8'de sağlanmaktadır. Metodun hesaplama karmaşıklığı $O(n)$ olması ile Özellik 3.9 sağlanır. Özellik 3.10, 3.11 ve 3.13 kanıtlanması kolay olan özelliklerdir. Bu yöntem Özellik 3.12'yi sağlamamaktadır. Tip-I niceleyici cümleler için verilen karşı örnekler burada da geçerlidir bu yüzden yöntem Özellik 3.14'ü de sağlamamaktadır (Delgado vd., 2000).

3.3.2. Bulanık kardinalite temelli yöntemler

Bulanık kardinalite temelli yöntemlere geçmeden önce dilsel özetin T değerini hesaplayan yöntemlerden bahsedilecektir.

Tip-I niceleyici cümleler için kardinalite temelli G tipi metotlar

Delgado ve ark. tarafından tip-I niceleyici cümlelerin değerlendirilmesinde bulanık temelli yöntem olarak önerilmiştir (Delgado vd., 2000). Yöntem Eş. 3.30'da mutlak niceleyiciler için gösterilmiştir.

$$G_Q(S) = \underset{i\in\{0,\ldots,n\}}{\oplus} E(S,i) \otimes Q(i)) \tag{3.30}$$

Eş. 3.31'de göreceli niteleyici için gösterilmiştir.

$$G_Q(S) = \underset{i\in\{0,\ldots,n\}}{\oplus} E(S,i) \otimes Q(i/n)) \tag{3.31}$$

Bu yöntemde daha önce ED yönteminde bahsedilen (Açıklama 3.2) kardinalite kullanılmıştır.

Tip-I niceleyici cümleler için GD yöntemi

Bu yöntem E bulanık kardinalite tipinde yer alan ED (Açıklama 3.3) temellidir ve G tipi metoda aittir. Eş. 3.32'de gösterilen yöntem, t-norm olarak çarpım, t-konorm olarak Lukasiewicz ve G tipi metot kullanılarak oluşturulmuştur.

$$GD_Q(S) = \sum_{i=0}^{M} ED(s,i) \times Q(i) \tag{3.32}$$

$$GD_Q(S) = \sum_{i=0}^{M} ED(s,i) \times Q(i/M) \tag{3.33}$$

Eş. 3.33'de gösterilen yöntem göreceli niceleyiciler için kullanılır.

Tip-I niceleyici cümleler için ZS yöntemi

Kardinalite temelli yöntemdir ve bulanık kardinalite ölçümü olarak Zadeh'in ilk yöntemini kullanmaktadır. Kardinalite ve nicelik arasındaki uyumu mak-min kullanarak bulmaktadır. Eş. 3.34'de verilen yöntem mutlak niceleyiciler için oluşturulmuştur (Delgado vd., 2000).

$$ZS_Q(S) = \underset{i\in\{0,\ldots,M\}}{maks} \min(Z(S,i), Q(i)) \tag{3.34}$$

Eş. 3.35'de verilen yöntem göreceli niceleyiciler için oluşturulmuştur.

$$ZS_Q(S) = \underset{i\in\{0,\ldots,M\}}{maks} \min(Z(S,i), Q(i/M)) \tag{3.35}$$

GD metodunun tip-II niceleyici cümleleri için genelleştirilmesi

Bu yöntemin amacı Özellik 3.14, Özellik 3.8, Özellik 3.9 ve Özellik 3.12'yi sağlamaktır. Eş. 3.36'da GD yöntemi verilmiştir (Delgado vd., 2000).

$$GD_Q(S \mid w_g(s_g)) = \sum_{c=CR(S|w_g(s_g))} ER(S \mid w_g(s_g), c) \times Q(c) \tag{3.36}$$

Bu yöntemde kullanılan ER kardinalite Eş. 3.37'de verilmiştir.

$$ER(S / w_g(s_g), c) = \sum_{c=C(S/w_g(s_g))} (\alpha_i - \alpha_{i+1}) \quad \forall c \in CR(S / w_g(s_g)) \tag{3.37}$$

Tip-II niceleyici cümleleri değerlendirmek için olasılıklı yöntem

Bulanık kardinalite temelli yöntemdir. Göreceli kardinalite ES'yi kullanmıştır. Önerilen yöntem Eş. 3.38'de gösterilmiştir (Delgado vd., 2000).

$$Z_Q(S / w_g(s_g)) = \underset{c\in CR(S/w_g(s_g))}{maks} \min(ES(S / w_g(s_g), c), Q(c)) \tag{3.38}$$

Bu yöntemde kullanılan ER kardinalite Eş. 3.39'da verilmiştir

$$ES(S / w_g(s_g), c) = \max\left\{ \alpha \in M(S / w_g(s_g)) \mid c = \frac{\left|(S \cap w_g(s_g))_\alpha\right|}{\left|w_g(s_g)_\alpha\right|} \right\} \tag{3.39}$$

Yöntemlere genel bakış

Delgado ve ark. (2000) tip-I ve tip-II niceleyici cümlelerin değerlendirmesinde kullanılan bazı özellikler sunmuştur. Mevcut yöntemlerin hangi özellikleri sağlayıp sağlamadığı özet olarak Çizelge 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Tip-I niceleyici cümlelerin değerlendirme yöntemlerinin özellikleri

Yöntemler	Özellikler					
	Özellik-1	Özellik-2	Özellik-3	Özellik-4	Özellik-5	Özellik-6
Zadeh	X		X	O(n)		X
GD	X	X	X	O($n\log n$)	X	X
ZS	X	X	X	O($n\log n$)	X	X

Çizelge 3.2. Tip-II niceleyici cümlelerin değerlendirme yöntemlerinin özellikleri

	Özellikler							
Yöntem	1	2	3	4	5	6	7	8
Zadeh	X	X	O(n)	X	X		X	
GD	X	X	O($n\log n$)	X	X	?	X	X
ZS	X	X	O($n\log n$)	X	X	X	X	X

X işareti, yöntemin ilgili özelliği sağladığı anlamına gelmektedir. Çizelge 3.3'te literatürde önerilen yöntemler ve bu yöntemlerde kullanılmış kardinalite yöntemleri gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Yöntemler ve kullandıkları kardinaliteler arasındaki ilişkiler

	Olabilirlik		Olasılık	
	Yöntem	Kardinalite	Yöntem	Kardinalite
Tip-2 – Bütün Göreceli Niceleyiciler	$GD_Q(S \mid w_g(s_g))$	$ER(S / w_g(s_g))$	$ZS_Q(S / w_g(s_g))$	$ES(S / w_g(s_g))$
Tip-1 – Bütün Göreceli ve Mutlak Niceleyiciler	$GD_Q(S)$	$ED(S)$	$ZS_Q(S)$	$Z(S)$
Tip-1 – Göreceli ve Uyumlu Niceleyiciler Sadece	Choquet		Sugeno	

3.4. Yöntemlerin Genel Gösterimi

Bulanık küme kullanıldığında, Delgado ve ark.'nın (2000) önerdiği genel gösterime göre kardinalite ile nicel özellik arasındaki uyum derecesi Eş. 3.40'daki gibi hesaplanır.

$$\bigoplus_{i\in\{0,\ldots,n\}} (Q(i)\otimes C(S,i)) \tag{3.40}$$

Eş. 3.35 mutlak niceleyici içeren tip-I niceleyici cümleler içindir. Burada $C(S,i)$ S'nın kardinalitesinin i olma olasılığını , $\oplus$ ve $\otimes$'de sırasıyla t-konorm ve t-normları ifade etmektedir. Tip-II niceleyici cümleler için oluşturulan gösterim de Eş. 3.41'de verilmiştir.

$$\underset{c=(p/q)\ p,q\in Z}{\oplus}(Q(c)\otimes C(S/w_g(s_g),c)) \tag{3.41}$$

Burada $C(S/w_g(s_g),c)$, $w_g(s_g)$ 'ye göre S'nin kardinalitesinin c olma olasılığını ifade etmektedir.

$$\underset{i\in\{0,\ldots,n\}}{\oplus}(Q(i/n)\otimes C(S,i)) \tag{3.42}$$

Eş. 3.42 göreceli niceleyicileri içeren tip-I niceleyici cümleleri değerlendirmede kullanılır

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde dilsel özetleme işlemiyle ilgili yapılan uygulama çalışmaları incelenmiştir, incelenen uygulama çalışmaları, uygulama alanı ve kullanılan bulanık küme tipine göre sınıflandırılmıştır.

4.1. Zaman Serilerinin Dilsel Özetlemesi

Dilsel özetleme literatürde ilk defa Yager tarafından önerilmiştir. Çalışmasında veri setlerini, bulanık kümeleri kullanarak dilsel olarak özetlemiştir. Dilsel özetler veriyi üç değer bakımında özetler, bunlar: özetleyici, nicelik ve doğruluk derecesidir (Yager, 1982). Kacprzyk ve Yager (1982) yaptığı çalışmada veri setinin dilsel özetlenmesi hakkında temel yaklaşımı genişleterek yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Yapılan bu çalışmada dilsel özetlerin doğruluk derecesi (kalitesi); doğruluk, belirsizlik, kapsama, uygunluk ve uzunluğun ağırlıklı ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Dilsel özetlerin değerlendirmesini Zadeh (1983) tarafından önerilen yöntem ile yapmışlardır (Kacprzyk and Yager, 2001). Kacprzyk ve ark. yaptıkları çalışmada Sklansky, Gonzalez (1980) tarafından önerilen yöntemi kullanarak zaman serilerinde yerel trendleri oluşturmuşlardır. Yerel trendleri dinamiklik, değişkenlik ve süreleri açısından değerlendirmişlerdir. Elde edilen veriler Yager (1982) tarafından önerilen dilsel özet şeklinde özetlenmiştir (Kacprzyk vd., 2006c). Kacprzyk ve ark. Sklansky ve Gonzalez'in (1980) önerdiği yöntemde küçük değişiklikler yapmıştır, Yager'in (1982) yöntemini ve zaman serilerinin 3 temel özelliğini kullanarak (dinamiklik, süre ve değişkenlik) dilsel olarak özetleme yapmışlardır (Kacprzyk vd., 2007b). Kacprzyk ve ark.'nın önerdiği diğer yöntemde önerilen çalışmalardan farklı olarak dilsel özetlerin doğruluk derecesini Zadeh'in (1983) bulanık mantık temelli hesaplama yöntemini kullanarak bulmuşlardır (Kacprzyk vd., 2006a). Kacprzyk ve ark. yaptıkları çalışmada dilsel özetlemelerde "Zamanın çoğunu alan kısa trendler azalmaktadır" gibi ifadeleri kullanarak önceki çalışmalarda kullanılan dilsel ifadeleri (Çoğu kısa trendler azalmaktadır) genişleterek dilsel özetleme yapmıştır. Doğruluk derecesini hesaplarken Zadeh'in (1983) yöntemini kullanmışlardır (Kacprzyk vd., 2006d). Kacprzyk ve ark. minimum operatörünün yanında çarpım, drastik ve Lukasiewicz operatörlerini t-norm olarak kullanarak göreceli kardinaliteyi hesaplamışlardır. Farklı t-normların kullanılmasının basit yapıdaki ve genişletilmiş yapıdaki özetlerin sıralanması üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, farklı t-normlar kullanılmasına rağmen, özetlerin doğruluk derecesi

hemen hemen aynı çıkmıştır (Kacprzyk vd., 2008; Kacprzyk vd., 2007d). Kacprzyk ve ark. genişletilmiş dilsel özetlerin (Zamanın çoğunu alan kısa trendler azalmaktadır) ve Yager tarafından önerilen basit yapıdaki (Çoğu kısa trendler azalmaktadır) dilsel özetlerin doğruluk derecesini sugeno integrali kullanarak hesaplamışlardır (Kacprzyk vd., 2006b, 2007a). Kacprzyk ve ark. (Kacprzyk vd., 2006b)'da yaptıkları çalışmayı geliştirerek dilsel özetleri modifiye edilmiş sugeno integral yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Sugeno integralinin monotonluk özelliği modifiye edilerek oluşturulan bu yöntemin karmaşık yapıdaki ve genişletilmiş dilsel özetlerin doğruluk derecesi hesaplamasında daha başarılı olduğu saptanmıştır (Kacprzyk vd., 2007e).

Kacprzyk ve ark. genişletilmiş dilsel özetlerin ve Yager (1982) tarafından önerilen basit yapıdaki dilsel özetlerin doğruluk derecesini Choquet integrali kullanarak hesaplamışlardır (Kacprzyk vd., 2007). Kacprzyk ve ark. dilsel özetlerin değerlendirilmesinde Sugeno, Choquet integrali ve Zadeh'in yöntemine alternatif olarak OWA (sıralı ağırlıklı ortalama) yöntemini kullanmıştır. Zaman serilerin 3 temel özelliğini kullanarak (dinamiklik, süre ve değişkenlik) dilsel özetleme yapmışlardır (Kacprzyk vd., 2007c).

Kacprzyk ve ark. yaptıkları çalışmada dilsel özetlerin değerlendirilmesinde Zadeh (1983) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde diğerlerinden farklı olarak minimum işleminin yanında farklı t-normlar da kullanılmıştır (Kacprzyk vd., 2010). Kacprzyk ve Wilbik önceki çalışmalarında önerdikleri dilsel özetleme yöntemlerini kullanarak iki farklı zaman serisinin benzerliğini ölçmüşlerdir. Zaman serilerini 3 temel özelliğini (dinamiklik, süre ve değişkenlik) dilsel olarak özetlemişlerdir. Zadeh'in (1983) yöntemini kullanarak dilsel özetleri değerlendirmişlerdir (Kacprzyk and Wilbik, 2009).

Chiang ve ark. bilgisayardaki donanımların (CPU, HDD vb.) kullanım miktarını zaman serilerine dönüştürerek dilsel özetleme yapmışlardır. Yager'in (1982) önerdiği dilsel özet yapılarında küçük değişiklikler yaparak Zadeh'in önerdiği yöntem (1983) ile değerlendirmişlerdir (Chiang vd., 2000). Ortega ve ark. veri ambarında depolanan geçmiş zamanlı verinin dilsel özetini yapmak için veri küplerinden OLAP prosesleri ile zaman serilerini oluşturmuşlardır. Zaman serilerinin bir özelliğine göre Yager'in önerdiği dilsel özetler üretilmiştir. Zaman serilerini hiyerarşik bulanık kümleri kullanarak farklı bölümlere ayırmışlardır. Yıl içerisindeki hava sıcaklığının, petrol fiyatlarının ve bir hastaneye gelen hastaların zamana bağlı değişimini ele alan zaman serilerinin dilsel özetlerini çıkarılmıştır.

Dilsel özetleri doğruluk, kısalık, kapsam bakımından Delgado ve ark (2000) tarafından önerilen yöntem ile değerlendirmişlerdir (Castillo-Ortega vd., 2009b) (Castillo-Ortega vd., 2009a). Önceki yaptığı çalışmayı geliştirerek farklı zaman serilerini büyüklük, yön özelliklerini kullanarak oluşturdukları dilsel özetler vasıtasıyla karşılaştırmışlardır. (Castillo-Ortega vd., 2011; Castillo-Ortega vd., 2010)

Van Der Heide ve Trivio yaptıkları çalışmada bir kamu kuruluşundan sağlanan enerji tüketim verileri ile oluşturulan zaman serisinden dilsel özetler çıkarılmıştır. İlk olarak zaman serisini bulanık aralıklara bölmüşlerdir, her bir aralığın istatistiksel verilerini ve gün içinde oluşan enerji tüketimlerini karşılaştıran dilsel özetler üretmişlerdir, son olarak dilsel özetlerin doğruluğu hesaplanmıştır. Dilsel özetleri iki açıdan değerlendirmişlerdir; birincisi doğruluk ikincisi uygunluk derecesidir. Doğruluk açısından Yager'in yöntemini (1995), uygunluk açısından kendi geliştirdikleri yöntemi kullanmışlardır (Heide and Triviño, 2009).

Hadi Banaee ve ark. insan vücuduna takılan sensörlerin ürettiği zaman serilerini dilsel özetlere çeviren bir çalışma yapmışlardır. Özel bir fonksiyon kullanılarak elde edilen yerel trendlerden NLG (Doğal Dil Üretimi) yöntemi kullanarak dilsel özetlemeler üretmişlerdir. Bu çalışmada kişinin kalp atışı, solunum sayısı gibi verileri alabilen Bioharness3 isimli cihaz kullanılmıştır. Veri toplama işlemi saatlerce ve değişik aktiviteler altında (egzersiz, TV izleme, uyuma vb.) yapılmıştır. Elde edilen verilere aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

- Verideki gürültüyü azaltmak için LOESS yöntemi uygulanmıştır.
- İstatistiki bilgi çıkarımı için üçgen bulanık üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.
- Bölümleme için PLA (Parçalı Lineer Yaklaşımı) metodu kullanılmıştır.
- Yerel trendlerin bulunması için grafikteki verilerin süresini ve açısını dikkate alan özel bir fonksiyon kullanılmıştır.
- Elde edilen sayısal verileri dilsel ifadelere çevirmek için NLG (Doğal Dil Üretimi) yöntemi kullanılmıştır (Banaee vd., 2013).

Kasumi Aokı ve Ichiro Kobayashı, zaman serisinde oluşan trendlerin dilsel özetleri ile ilgili çalışma yapmışlardır. Zaman serisi olarak Nikkei'nin borsadaki hisse değerleri kullanılmıştır. Cümle üretmek için verilere spektral kümeleme uygulanmıştır. Dinamik programlama ile bulunan uygun kelimelerin kombinasyonu ile cümleler üretilmiştir (Aoki and Kobayashi, 2016).

4.2. Diğer Konularda Yapılan Dilsel Özetlemeler

Kacprzyk ve Zadrozny yaptıkları çalışmada büyük çapta sayısal veriler içeren veri tabanından dilsel özetler çıkarmışlardır. Bilgisayar toptancısının satış bilgilerini içeren geniş kapsamlı veri tabanı sadece belli kategoride sayısal bilgiler içermektedir. Bu çalışma, NLG'nin (Doğal Dil Üretimi) dilsel özetleri destekleyici bir yapıya dönüştürülmesi ve büyük çapta verilerden dilsel özet çıkarmada başarılı yeni bir konseptin öne sürülmesi açısından önemlidir (Kacprzyk and Zadrozny, 2010; Kacprzyk and Zadrozny, 2009).

Kacprzyk ve Slawomir yaptıkları çalışmada sayısal verilerden ziyade metin içeren dokümanlardan dilsel özetler üretmişlerdir. Yapılan çalışmada ilk olarak metinler bulanık küme teknikleri kullanılarak kategorize edilmiştir. Çalışmada Tip-I ve Tip-II niceleyici dilsel özetler kullanılmış, özetlerin değerlendirilmesinde Zadeh'in yöntemi kullanılmıştır (Kacprzyk and Sławomir, 2006).

Kacprzyk ve Zadrozny bireylerin tercihlerinin zaman içinde nasıl geliştiğine dair eğilimleri değerlendirmek için dilsel özetleri kullanmayı önermişleridir. Bu özetlerin kişiler arasında uzlaşma sağlama açısından faydalı bilgi sağladığını göstermişlerdir. Bir gruba ait kişilerin farklı görüşlerini ortak bir görüşte birleştirmek için bir model geliştirmişlerdir. Bulanık küme kullanılarak gruptaki her bir görüşün dilsel özeti çıkarılarak fikir birliği ve mutabakat sağlanmaya çalışılmıştır (Kacprzyk and Zadrozny, 2016).

Mateusz Dziedzic ve ark.'nın çalışmaları ile klasik dilsel özetlemeyi geliştirerek daha karmaşık yapıda ifade etmeyi mümkün kılmışlardır. Dilsel özetlere daha derin bir bakış açısı sağlayarak bunları pratik örneklerle açıklamışlardır. Dilsel özetlemede kullandıkları "ve mümkünse" ifadesi ile verinin tamamını değil bir kısmına ait yapılan özetleme bu çalışmanın ana fikrini oluşturmaktadır. Özetleri değerlendirmede bulanık dilsel özetleme yöntemi olarak choquet integral kullanmışlardır. "Birçok çalışanın kıdemleri azdır ve muhtemel aynı eğitime sahip çalışma arkadaşlarına göre yüksek kazanca sahiptirler." benzeri dilsel özetler üreterek veri ile ilgili daha derin bilgiye ulaştıklarını belirtmişlerdir (Dziedzic vd., 2013).

Lara González-Villanueva ve ark. hastaların rehabilitasyon için gerçekleştirdikleri egzersizleri simetri, stabilite ve ritim açısından dilsel olarak özetleyen bir model geliştirmişlerdir. Yogada yer alan güneşi selamlama egzersizi yapan bir insanın üzerindeki

sensörlerden sağladıkları verileri yorumlamış ve dilsel özet üretmişlerdir. Karmaşık egzersiz hareketlerini içeren farklı duruşları modellemek ve birçok sensörlerden gelen bilgileri birleştirmek için granüler dilsel özetleme kullanmışlardır. İlk olarak güneşi selamlama egzersizinin ilgili duruşları belirlenmiştir ve işlem sırasında oluşan hızlanma baz alarak performans analizi yapılmıştır. Duruş, sonlu bulanık durum makineleri ile tanındıktan sonra hareketin ritmi, stabilitesi ve simetrisi analiz edilmiş ve egzersizinin kalitesi ölçülmüştür (González-Villanueva vd., 2014).

María Ros ve ark. bir müziğin ses kaydından, notalarında bulunan ve müziğin dinamikliğini belirleyen ifadeleri dilsel özet şeklinde üreten bir model geliştirmişlerdir ve MUDELD ismini vermişlerdir. Debussy'nin Synrix eserine ait 8 kayıttan umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Ros vd., 2016).

Dijkman ve Wilbik bir olay günlüğünün dilsel özetlerini üretmek için bir algoritma sunmuşlardır. Dilsel özet olarak Yager'in (1982) çalışmasını, dilsel özetlerin değerlendirilmesi için Zadeh'in (1983) yöntemini kullanmışlardır. Dilsel özet üretmede önceki çalışmalara kümeleme ve budama yöntemini entegre etmişlerdir. Üretilen dilsel özetler bu sayede %80-%97 azalmıştır. Yaptıkları çalışmanın kullanılabilir olup olmadığı ile ilgili anket düzenleyerek algoritmanın etkinliğini ölçmüşlerdir (Dijkman and Wilbik, 2017).

4.3. Tip-2 Bulanık Dilsel Özetleme

Niewiadomski yaptığı çalışmada Yager (1982) ve Zadeh'in (1983) tip-1 bulanık kümede yaptığı çalışmaları tip-2 bulanık kümeye taşımıştır. Tip-2 formundaki özetleyiciler, niceleyiciler ve sorgular tanımlanmış, örneklenmiş ve veri tabanlarının özetlenmesinde uygulanmıştır (Niewiadomski, 2008).

Niewiadomski, kesin olmayan doğal dil ifadelerini temsil etmek açısından önemli olan tip-2 bulanık kümelerin "sonlu / sonsuz" ve "sayılabilir / sayılamaz" özelliklerini tartışmıştır. Özellikler, tip-2 bulanık kümeleriyle temsil edilen dilsel ifadelerin hassasiyet ölçülerini değerlendirmek için kullanılır (Niewiadomski, 2010).

Wu ve Mendel ise tip-1 bulanık kümeleri, aralıklı tip-2 bulanık kümeleri ve eğer-ise dilsel özet yapısını kullanarak dilsel özetleme yapmışlardır. 5 farklı kalite ölçümü önermiştir,

bunlar; doğruluk derecesi, kapsam, güvenilirlik, aykırılık ve basitliktir (Wu and Mendel, 2011).

Bo Yao ve ark. insan davranışları/hareketleri içeren video görüntülerinden dilsel özetleme yapabilen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Birçok belirsiz faktörler nedeniyle önemli ancak zorlayıcı bir iş olan insan davranışını analizi için 3D teknikleri, Büyük Patlama – Büyük Çöküş (BB-BC) algoritması ve aralıklı tip-2 bulanık kümeleri kullanmışlardır. Her bir davranış (el sallama, içme, düşme vb.) için olması gereken insan duruşları belirlenmiştir. Bu duruşlar belirlenirken insan eklemlerinin açıları ve pozisyonlarından yararlanılmıştır. Her bir davranışın uzaklık ve açı ölçümleri içeren kinect verisi çıkarılmış, bulanık c-ortalama kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Bulanık üyelik fonksiyonları tip-2 bulanık üyelik fonksiyonlarına dönüştürülmüştür ve Büyük Patlama – Büyük Çöküş algoritması ile optimize edilmiştir. Oluşturulan bulanık sistemde her bir "davranış modeli" kurallar ile açıklanmıştır ve sistemin çıktısı olarak videodaki her bir karenin her bir "davranış modeli" ile benzerliği ölçü alınmıştır. Mevcut kareler sınıflandırılmış ve en yüksek benzerliğe sahip davranış modeli belirlenmiştir. Mevcut kareye en uygun davranış modeli belirlendikten sonra dilsel özetleme (düşmek, içmek vb. şeklinde) yapılmıştır (Yao vd., 2014).

Boran ve Akay, aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetlerin, skalar kardinalite temelli yöntemler ile değerlendirilmesinin doğru sonuçlar vermeyebileceğini belirtmişlerdir. Bu sebeple tip-I ve tip-II formatındaki aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetleri değerlendirmek için yeni yöntem önermişlerdir. Delgado ve ark. (2000) tarafından önerilen ve tip-1 bulanık küme temelli yöntemleri değerlendirmek için kullanılan "dilsel özetleri değerlendiren yöntemlerde olması gereken özellikleri" aralıklı tip-2 bulanık küme ortamına taşıyarak yeni özellikler oluşturmuşlardır. Önerdikleri yöntemi de oluşturdukları özellikler açısından değerlendirmişlerdir (Boran and Akay, 2014).

Boran ve ark. yaptıkları diğer çalışmada aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetleri değerlendiren yöntemlerin skalar kardinalite temelli yöntemler oldukları için bu yöntemlere alternatif olarak aralıklı kütle ataması fikrine dayanan olasılıklı bir yapı önermişlerdir (Boran vd., 2016).

5. ÖNERİLEN YÖNTEM

Bu bölümde dilsel özetleri değerlendirmede kullanılacak yöntemin sağlaması gereken özelliklerden, tez kapsamında önerilen yöntemden bahsedilecektir. Önerilen yöntemin ilgili özellikleri sağladığı ispat edilecektir.

5.1. Aralıklı Tip-2 Bulanık Dilsel Özetlerin Sağlaması Gereken Özellikler

Delgado ve ark. yaptıkları çalışmada tip-I ve tip-II niceleyici cümleleri değerlendirirken kullanılacak metotların sağlaması gereken özellikleri belirlemişlerdir (Miguel Delgado vd., 2000). Boran ve Akay yaptıkları çalışmada tip-1 bulanık küme ortamında oluşturulan bu özellikleri aralıklı tip-2 bulanık küme ortamında yeniden tanımlamışlardır ve aralıklı tip-2 bulanık kümelerin α kesmelerin birleşimi ile gösterilebileceğini kanıtlamışlardır (Boran and Akay, 2014). Boran ve Akay'ın belirlediği özellikler aşağıda verilmiştir.

Tip-I Niceleyici Cümlelerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemlerin Sağlaması Gereken Özellikler

Eş. 5.1 ve 5.2'de verildiği gibi $\tilde{S}_g^I$ ve $\tilde{S}^I$ aralıklı tip-2 bulanık küme olsun

$$\tilde{S}_g^I = \left\{ \frac{\left[\underline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^1), \overline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^1)\right]}{y_1}, \ldots, \frac{\left[\underline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^M), \overline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^M)\right]}{y_M} \right\} \tag{5.1}$$

$$\tilde{S}^I = \left\{ \frac{\left[\underline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^1), \overline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^1)\right]}{y_1}, \ldots, \frac{\left[\underline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^M), \overline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^M)\right]}{y_M} \right\} \tag{5.2}$$

Özellik 5.1

$\tilde{S}^I$ kesin küme ve Q'nun göreceli niceleyici olması durumunda doğruluk derecesi Eş. 5.3'deki gibi olmalıdır.

$$Q\left(\frac{\left|\tilde{S}^{I}\right|}{|Y|}\right) \tag{5.3}$$

Q 'nun mutlak niceleyici olması durumunda Eş.5.4'deki gibi olmalıdır.

$$Q\left(\left|\tilde{S}^{I}\right|\right) \tag{5.4}$$

Özellik 5.2

Niceleyicilerin "hepsi" ve "var" olması durumunda, değerlendirme yönteminin aralıklı tip-2 bulanık küme mantığı ile uyumlu olması gerekir. Aralıklı tip-2 bulanık küme baz alındığında $Q=\exists$ olan tip-I niceleyici cümleler ("Y 'nin Q kadarı S 'dir.") Eş. 5.5'deki gibi değerlendirilmelidir.

$$\left[\underset{m=1}{\overset{M}{\vee}}\underline{\mu}_{\tilde{S}^{I}}\left(v^{m}\right),\underset{m=1}{\overset{M}{\vee}}\overline{\mu}_{\tilde{S}^{I}}\left(v^{m}\right)\right] \tag{5.5}$$

$\vee$ bulanık küme birleşimini ifade eder. Aralıklı tip2 bulanık küme baz alındığında $Q=\forall$ olan tip-II niceleyici cümleler Eş. 5.6'deki gibi değerlendirilmelidir.

$$\left[\underset{m=1}{\overset{M}{\wedge}}\underline{\mu}_{\tilde{S}^{I}}\left(v^{m}\right),\underset{m=1}{\overset{M}{\wedge}}\overline{\mu}_{\tilde{S}^{I}}\left(v^{m}\right)\right] \tag{5.6}$$

$\wedge$ bulanık küme kesişimini ifade eder.

Özellik 5.3

Değerlendirme yöntemi, niceleyicilerin kapsama durumu ile uyumlu olmalıdır. $Q\subseteq Q'$ olması durumunda değerlendirme işlemi $\tilde{T}$ ("Y 'nin Q kadarı $\tilde{S}^{I}$ 'dir.") $\leq \tilde{T}$ ("Y 'nin Q' kadarı $\tilde{S}^{I}$ 'dir.") 'na uygun olmalıdır.

Özellik 5.4

Değerlendirme yöntemi herhangi bir niceleyiciyi kullanmaya izin vermelidir.

Tip-II Niceleyici Cümlelerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemlerin Sağlaması Gereken Özellikler

Eş. 5.1 ve 5.2'de verildiği gibi $\tilde{S}_g^I$ ve $\tilde{S}^I$ aralıklı tip-2 bulanık küme olsun

Özellik 5.5

$\tilde{S}^I$ ve $\tilde{S}_g^I$ iki kesin küme ve Q'nin göreceli niceleyici olması durumunda doğruluk derecesi Eş. 5.7'deki gibi olmalıdır

$$Q\left(\frac{\left|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I\right|}{\left|\tilde{S}^I\right|}\right) \tag{5.7}$$

Özellik 5.6

Göreceli niceleyicilerde $\tilde{S}_g^I = Y$ olması durumunda, değerlendirme yöntemi tip-I niceleyici cümleler için de geçerli olur. Bu durumda tip-II niceleyici cümleler için geçerli değerlendirme yöntemi tip-I niceleyici cümleler için de geçerli olmalıdır.

Özellik 5.7

$\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I = \varnothing$ olması durumunda doğruluk derecesi $Q(0)$ 'a eşit olması gerekir.

Özellik 5.8

Niceleyicinin "var" olması durumunda doğruluk derecesinin aralık tip-2 bulanık küme mantığı ile Eş. 5.8'deki gibi uyumlu olması gerekir.

$$\left[\bigvee_{m=1}^{M} \underline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^m) \wedge \underline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^m) \ , \bigvee_{m=1}^{M} \overline{\mu}_{\tilde{S}_g^I}(v_g^m) \wedge \overline{\mu}_{\tilde{S}^I}(v^m) \right] \tag{5.8}$$

Özellik 5.9

Değerlendirme yöntemi herhangi bir niceleyiciyi kullanmaya izin vermelidir.

5.2. Hesaplama Adımları

Hesaplamanın adımları aşağıdaki gibidir.

1. $\Gamma = \{\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_m\}$ özgün α değerlerinin bir kümesidir ve $\tilde{S}^I$ ve $\tilde{S}_g^I$'nin tüm alt ve üst üyelik derecelerinin oluşturmuş olduğu küme $0 = \alpha_{m+1} < \alpha_m < ... < \alpha_2 < \alpha_1 = 1$ ile birlikte tanımlanır.
2. α değerlerine göre oluşturulan alt ve üst kesin kümeler bulunur
3. α değerleri belirlendikten sonra elde edilen alt ve üst kesin kümeler Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. α - kesmesi sonucu oluşan alt ve üst kesin kümeler

α	$(\underline{S}_g^I)_{\alpha_i}$	$(\overline{S}_g^I)_{\alpha_i}$	$(\underline{S}^I)_{\alpha_i}$	$(\overline{S}^I)_{\alpha_i}$
α_1	$(\underline{S}_g^I)_{\alpha_1}$	$(\overline{S}_g^I)_{\alpha_1}$	$(\underline{S}^I)_{\alpha_1}$	$(\overline{S}^I)_{\alpha_1}$
α_m	$(\underline{S}_g^I)_{\alpha_m}$	$(\overline{S}_g^I)_{\alpha_m}$	$(\underline{S}^I)_{\alpha_m}$	$(\overline{S}^I)_{\alpha_m}$

4. $\tilde{S}_g^I$ ve $\tilde{S}^I$ eleman sayılarının bulunması buradaki anahtar fikirdir. S^{e_t} $\tilde{S}^I$'in gömülü tip-1 bulanık kümesi olsun. α kesmeleriyle oluşan $(S^{e_t})_{\alpha_i}$ kesin kümesi $(\overline{S}^I)_{\alpha_i}$'nin bir alt kümesidir ve $(\underline{S}^I)_{\alpha_i}$ kesin kümeyi kapsar. Aynı şekilde α kesmeleriyle oluşan $(S_g^{e_j})_{\alpha_i}$ kesin kümesi $(\overline{S}_g^I)_{\alpha_i}$'nin bir alt kümesidir ve $(\underline{S}_g^I)_{\alpha_i}$ kesin kümesini kapsar. Sonuç olarak $\left|(\tilde{S}_g^I)_{\alpha_i} \cap (\tilde{S}^I)_{\alpha_i}\right| / \left|(\tilde{S}_g^I)_{\alpha_i}\right|$ birden çok sayıya eşit olabilir, olası değerler Eş. 5.9'da gösterilmiştir.

$$C_{\alpha_i} = \left\{ \begin{matrix} \dfrac{\left|(\underline{S}_g^I)_{\alpha_i} \cap (\underline{S}^I)_{\alpha_i}\right|}{\left|(\underline{S}_g)\right|_{\alpha_i}}, & \dfrac{\left|(\underline{S}_g^I)_{\alpha_i} \cap (\overline{S}^I)_{\alpha_i}\right|}{\left|(\underline{S}_g)\right|_{\alpha_i}} \\ \dfrac{\left|(\overline{S}_g^I)_{\alpha_i} \cap (\underline{S}^I)_{\alpha_i}\right|}{\left|(\overline{S}_g^I)\right|_{\alpha_i}}, & \dfrac{\left|(\overline{S}_g^I)_{\alpha_i} \cap (\overline{S}^I)_{\alpha_i}\right|}{\left|(\overline{S}_g^I)\right|_{\alpha_i}} \end{matrix} \right\} \tag{5.9}$$

Kümenin değerleri bulunduğunda, olası değerler kümesinin her bir elemanı için bir niceleyici tarafından alınan değerler hesaplanır. En sonunda niceleyici tarafından alınan değerlerin maksimum ve minimum değerleri elde edilir, bu değerler $\min_{c_\delta \in C_{\alpha_i}} \mu_Q(c_{\alpha_i})$ ve $maks\mu_Q(c_{\alpha_i})$ ile gösterilir. Bir tip-II niceleyici cümlenin doğruluk derecesinin hesaplanması Eş. 5.10'a göre olur.

$$T^L = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks} \left\{ \min \left\{ \sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq \min\left\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\right\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \min_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} \left\{ \mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right) \right\} \right\} \right\}$$

$$T^U = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks} \left\{ \min \left\{ \sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq \max\left\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\right\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \max_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} \left\{ \mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right) \right\} \right\} \right\} \tag{5.10}$$

5.3. Önerilen Yöntem

Yöntem, Bölüm 3.4'te bahsedilen Delgado ve ark tarafından önerilen bulanık kardinalite temelli genel gösterim kullanılarak oluşturulmuştur. Göreceli kardinalite kullanılarak Tip-II niceleyici cümleler için oluşturulan yöntemin genel gösterimi Eş. 5.11'de verilmiştir.

$$\bigoplus_{c=(p/q)\ p,q \in Z} (Q(c) \otimes C(S / w_g(s_g), c)) \tag{5.11}$$

Göreceli kardinalite kullanılarak tip-I niceleyici cümleler için oluşturulan yöntemin genel gösterimi Eş. 5.12'de verilmiştir.

$$\bigoplus_{i \in \{0,\ldots,n\}} (Q(i/n) \otimes C(S, i)) \tag{5.12}$$

t-konorm olarak maksimum, t-norm olarak minumum kullanan sugeno integrali ve kardinalite olarak Bölüm 3.2'de bahsedilen ER yöntemi kullanılmıştır.

$0=\alpha_{m+1}<\alpha_m<...<\alpha_2<\alpha_1=1, \Gamma=\{\alpha_1,\alpha_2,...,\alpha_m\}$ ile birlikte tanımlanan ER yöntemi Eş. 5.13'de verilmiştir.

$$ER(S/w_g(s_g),c)=\sum_{c=C(S/w_g(s_g))}(\alpha_i-\alpha_{i+1}) \quad \forall c\in CR(S/w_g(s_g)) \tag{5.13}$$

5.3.1. Tip-I niceleyici cümleler için önerilen yöntem

Bu tez kapsamında oluşturulan ve Tip-I niceleyici dilsel özetleri değerlendirme kullanılacak yöntem Eş. 5.14'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} T^L &= \underset{\alpha_i\in\Gamma}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha)\geq\min\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\\ \alpha\in]\alpha_{i+1},\alpha_i]}}(\alpha_i-\alpha_{i+1}),\min_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\}\right\}\right\} \\ T^U &= \underset{\alpha_i\in\Gamma}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha)\geq\max\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\\ \alpha\in]\alpha_{i+1},\alpha_i]}}(\alpha_i-\alpha_{i+1}),\max_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\}\right\}\right\} \end{aligned} \tag{5.14}$$

$\left|(\tilde{S}^I)_{\alpha_i}\right|$ ifadesi, her bir α-kesmeleri için $\left|(\underline{S}^I)_{\alpha_i}\right|=q_i$, $\left|(\overline{S}^I)_{\alpha_i}\right|=\overline{q}_i$ olması durumunda $[q_i,\overline{q}_i]$ aralığındaki herhangi bir tamsayıya eşittir. Buna göre, muhtemel değerler kümesi göreceli niceleyiciler için $C_{\alpha_i}=\{q_i/M,(q_i+1)/M,...,\overline{q}_i/M\}$, mutlak niceleyiciler için $C_{\alpha_i}=\{q_i,q_i+1,...,\overline{q}_i\}$ olur.

5.3.2. Tip-II niceleyici cümleler için önerilen yöntem

Bu tez kapsamında oluşturulan ve Tip-II dilsel özetleri değerlendirme kullanılacak yöntem Eş. 5.15 ve Eş. 16'da verilmiştir. $\Gamma=\{\alpha_1,\alpha_2,...,\alpha_m\}$ özgün α değerlerinin bir kümesidir ve $0=\alpha_{m+1}<\alpha_m<...<\alpha_2<\alpha_1=1,\ \alpha\in]\alpha_{i+1},\alpha_i], i=1,2,...,m$ ile birlikte tanımlanır.

$$T^L = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha)\geq \min\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\} \\ \alpha\in]\alpha_{i+1},\alpha_i]}}\left(\alpha_i-\alpha_{i+1}\right), \min_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\}\right\}\right\}$$

$$T^U = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha)\geq \max\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\} \\ \alpha\in]\alpha_{i+1},\alpha_i]}}\left(\alpha_i-\alpha_{i+1}\right), \max_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}\left\{\mu_Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right\}\right\}\right\} \quad (5.15)$$

$$C_{\alpha_i} = \left\{\frac{\left|\underline{S}_g^I \cap \underline{S}^I\right|}{\left|\underline{S}_g^I\right|}, \frac{\left|\underline{S}_g^I \cap \overline{S}^I\right|}{\left|\underline{S}_g^I\right|}, \frac{\left|\overline{S}_g^I \cap \underline{S}^I\right|}{\left|\overline{S}_g^I\right|}, \frac{\left|\overline{S}_g^I \cap \overline{S}^I\right|}{\left|\overline{S}_g^I\right|}\right\} \quad (5.16)$$

5.4. Önerilen Yöntemin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, önerilen yöntem literatürde bahsedilen özellikler açısından değerlendirilecektir.

5.4.1. Tip-I niceleyici cümleler için önerilen yöntemin değerlendirilmesi

Önerme 5.1

Eş. 5.14'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.1'i sağlar.

Kanıt:

$\tilde{S}^I$ kesin küme olursa, $\Gamma = \{1,0\}$ ve $\sum\left(\alpha_i - \alpha_{i+1}\right) = 1$ olur. C_{α_1}'nin sadece bir elemanı olur, bunlar göreceli niceleyiciler için $|\tilde{S}^I|/|Y|$, mutlak niceleyiciler için $|\tilde{S}^I|$'dir. İşlem sonunda doğruluk dereceleri, göreceli ve mutlak niceleyiciler için sırasıyla $Q(|\tilde{S}^I|/|Y|)$ ve $Q(|\tilde{S}^I|)$ olmaktadır. Doğruluk dereceleri Eş. 5.17 ve Eş. 5.18'de gösterilmiştir.

$$T^L = T^U = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\left\{\min\left\{1, Q(|\tilde{S}^I|/|Y|)\right\}\right\} = maks\{Q(|\tilde{S}^I|/|Y|)\} = Q(|\tilde{S}^I|/|Y|) \quad (5.17)$$

$$T^L = T^U = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\left\{\min\left\{1, Q(|\tilde{S}^I|)\right\}\right\} = maks\{Q(|\tilde{S}^I|)\} = Q(|\tilde{S}^I|) \tag{5.18}$$

Bu işlem değerlendirme yöntemimizin Özellik 5.1'i sağladığını kanıtlar

Önerme 5.2

Eş. 5.14'da belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.2'yi sağlar.

Kanıt:

Niceleyici "var" seçilirse ve her bir α_i, i=k,k+1,…,m değeri için oluşan C_{α_i}'nin olası değerler kümesinin eleman sayısı 0'dan büyük olursa $\left(\min_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} Q\left(c_{\alpha_i}\right), \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\, Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right) = (1,1)$ eşitliği elde edilir. C_{α_j}'nın α_j, $j = 1,2,..,k-1$'e göre minimum değeri sıfır ve kalan diğer elemanları sıfırdan büyükse $\left(\min_{c_{\alpha_j} \in C_{\alpha_j}} Q\left(c_{\alpha_j}\right), \underset{c_{\alpha_j} \in C_{\alpha_j}}{maks}\, Q\left(c_{\alpha_j}\right)\right) = (0,1)$ eşitliği oluşur. Doğruluk dereceleri Eş. 5.19'da gösterilmiştir.

$$\begin{aligned}
T^L &= maks\left\{\min\left\{\begin{pmatrix}(\alpha_1-\alpha_2)+(\alpha_2-\alpha_3)\\ +...+(\alpha_{k-1}-\alpha_k)\end{pmatrix}, 0\right\}, \min\left\{\begin{pmatrix}(\alpha_k-\alpha_{k+1})+(\alpha_{k+1}-\alpha_{k+2})\\ +...+(\alpha_m-\alpha_{m+1})\end{pmatrix}, 1\right\}\right\} \\
&= maks\left\{\min\left\{\alpha_1-\alpha_k, 0\right\}, \min\left\{\alpha_k-\alpha_{m+1}, 1\right\}\right\} = maks\left\{0, \alpha_k-\alpha_{m+1}\right\} = \alpha_k \\
T^U &= maks\left\{\min\left\{((\alpha_1-\alpha_2)+(\alpha_2-\alpha_3)+...+(\alpha_{k-1}-\alpha_k)+(\alpha_k-\alpha_{k+1})+...+(\alpha_m-\alpha_{m+1})), 1\right\}\right\} \\
&= maks\left\{\min\left\{\alpha_1-\alpha_{m+1}, 1\right\}\right\} = maks\left\{\min\left\{\alpha_1, 1\right\}\right\} = \alpha_1
\end{aligned} \tag{5.19}$$

α_1'in $\tilde{S}^I$ üst üyelik derecesinde en büyük değer olduğu, α_k'nın $\tilde{S}^I$ alt üyelik derecesinde en büyük değer olduğu kolaylıkla görülebilir. Bulanık birleşim için maksimum kullanılırsa Eş. 5.14'de $\tilde{T} = (\alpha_k, \alpha_1)$ eşitliğini elde ederiz.

"Hepsi" niceleyicisi seçilirse C_{α_m}'nin olası değerler kümesinin eleman sayısı α_m için 1'e eşit olur. (Bu durum $q_m = \overline{q}_m = |Y|$ olması halinde gerçekleşir) $\left(\min_{c_{\alpha_m} \in C_{\alpha_m}} Q\left(c_{\alpha_m}\right), \underset{c_{\alpha_m} \in C_{\alpha_m}}{maks}\, Q\left(c_{\alpha_m}\right)\right) = (1,1)$ C_{α_j}'nin olası değerler kümesinin elemanlardan her

bir $\alpha_j, j=f, f+1,...,m-1$ değeri için en az bir tanesi 1'e eşit olursa $\left(\min_{c_{\alpha_j}\in C_{\alpha_j}} Q\left(c_{\alpha_j}\right), \underset{c_{\alpha_j}\in C_{\alpha_j}}{maks}\, Q\left(c_{\alpha_j}\right)\right)=(0,1)$ olur. Doğruluk derecesi Eş. 5.20'deki gibi olur.

$$
\begin{aligned}
T^L &= maks\left\{\min\left\{\begin{pmatrix}(\alpha_f-\alpha_{f-1})+(\alpha_{f-1}-\alpha_{f-2})\\ +...+(\alpha_{m-1}-\alpha_m)\end{pmatrix},0\right\},\min\left\{\left(\alpha_m-\alpha_{m+1}\right),1\right\}\right\}\\
&= maks\left\{\min\left\{\alpha_f-\alpha_m,0\right\},\min\left\{\alpha_m-\alpha_{m+1},1\right\}\right\}=maks\left\{0,\alpha_m-\alpha_{m+1}\right\}=\alpha_m\\
T^U &= maks\left\{\min\left\{\left((\alpha_f-\alpha_{f-1})+(\alpha_{f-1}-\alpha_{f-2})+...+(\alpha_{m-1}-\alpha_m)+...+(\alpha_m-\alpha_{m+1})\right),1\right\}\right\}\\
&= maks\left\{\min\left\{\alpha_f-\alpha_{m+1},1\right\}\right\}=maks\left\{\min\left\{\alpha_f,1\right\}\right\}=\alpha_f
\end{aligned}
\tag{5.20}
$$

α_m'in $\tilde{S}^I$ üst üyelik derecesinde en büyük değer olduğu, α_f'nın $\tilde{S}^I$ alt üyelik derecesinde en büyük değer olduğu kolaylıkla görülebilir. Bulanık kesişim için minimum kullanılırsa Eş. 5.14'de $\tilde{T}=(\alpha_m,\alpha_f)$ eşitliğini elde ederiz. Bahsedilen bu iki durum yöntemin Özellik 5.2'yi kanıtladığını gösterir

Önerme 5.3

Eş. 5.14'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.3'ü sağlar.

Kanıt

Her bir α_i için $Q\subseteq Q'$ olması durumunda $\left(\min_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}} Q\left(c_{\alpha_i}\right), \underset{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}{maks}\, Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right)\leq$ $\left(\min_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}} Q'\left(c_{\alpha_i}\right), \underset{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}}{maks}\, Q'\left(c_{\alpha_i}\right)\right)$ olur. Sonuç olarak, $\tilde{T}$ ("Y'nin Q kadarı $\tilde{S}^I$'dir.") $\leq \tilde{T}$ ("Y'nin Q' kadarı $\tilde{S}^I$'dir.") her zaman sağlanır.

Önerme 5.4

Eş. 5.14'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.4'ü sağlar

Kanıt

Bütün olası değerler değerlendirme yönteminde hesaplanmaktadır ve bir niceleyici tarafından belirlenen minimum ve maksimum değerler bulunmaktadır. Sonuç olarak yöntem bize her zaman herhangi bir niceleyicinin kullanımına izin vermektedir.

5.4.2. Tip-II niceleyici cümleler için önerilen yöntemin değerlendirilmesi

Önerme 5.5

Eş. 5.15'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.5'i sağlar.

Kanıt

$\tilde{S}_g^I$ ve $\tilde{S}^I$ kesin küme ise $\Gamma = \{1,0\}$ olur. Bu durumda $(\min_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} Q(c_{\alpha_i}), \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\, Q(c_{\alpha_i})) = Q(|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I| / |\tilde{S}_g^I|)$ ve $\sum(\alpha_i - \alpha_{i+1}) = 1$ eşitliği elde edilir.

Sonuç olarak, Eş. 5.21 elde edilir.

$$T = \left(T^L, T^U\right) =$$

$$\underset{\alpha_i \in \{\Gamma\}}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq \min\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \min_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} \{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\right\}\right\} = \underset{\alpha_i \in \{1,0\}}{maks}\left\{\min\left\{1, \mu_Q\left(\frac{|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I|}{|\tilde{S}_g^I|}\right)\right\}\right\} = Q\left(\frac{|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I|}{|\tilde{S}_g^I|}\right) \quad (5.21)$$

$$\underset{\alpha_i \in \{\Gamma\}}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq maks\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\right\}\right\} = \underset{\alpha_i \in \{1,0\}}{maks}\left\{\min\left\{1, \mu_Q\left(\frac{|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I|}{|\tilde{S}_g^I|}\right)\right\}\right\} = Q\left(\frac{|\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I|}{|\tilde{S}_g^I|}\right)$$

Eş. 5.21, yöntemin Özellik 5.5'i sağladığını gösterir.

Önerme 5.6

Eş. 5.15'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.6'yı sağlar.

Kanıt

$\tilde{S}_g^I = Y$ olsun ve $|(\tilde{S}^I)_{\alpha_i}|$, $[q_i, \overline{q}_i]$ aralığında herhangi bir tamsayı değeri olsun. Her bir α-kesim için $\left|(\underline{S}^I)_{\alpha_i}\right| = q_i, \left|(\overline{S}^I)_{\alpha_i}\right| = \overline{q}_i$'dir. Buna göre göreceli niceleyiciler için $C_{\alpha_i} = \{q_i / M, (q_i+1)/M, ..., \overline{q}_i / M\}$, mutlak niceleyiciler için $C_{\alpha_i} = \{q_i, q_i+1, ..., \overline{q}_i\}$ kümesi oluşur. Buradan hareketle Eş. 5.15, Eş. 5.14'ün özel bir versiyonu olduğunu çıkarabiliriz bu yöntem tip-I niceleyici cümleler için de geçerlidir.

Önerme 5.7

Eş. 5.15'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.7'yi sağlar.

Kanıt

$\tilde{S}_g^I$, normal dağılımlı bir aralıklı tip-2 bulanık küme ve $\tilde{S}_g^I \cap \tilde{S}^I = \varnothing$ olduğunda, bütün α_i değerleri için $C_{\alpha_i} = \{0\}$ olması $\min\limits_{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}} Q(c_{\alpha_i}) = \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\, Q(c_{\alpha_i}) = Q(0)$ eşitliğini sağlar. $\mu_Q(\alpha) \geq \mu_Q(0)$ ve $\sum(\alpha_i - \alpha_{i+1}) = 1$ bilindiğine göre;

$$T = (T^L, T^U) =$$

$$\underset{\alpha_i \in \{\Gamma\}}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq \min\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\right\}\right\} = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\{\min\{1, \mu_Q(0)\}\} = Q(0) \quad (5.22)$$

$$\underset{\alpha_i \in \{\Gamma\}}{maks}\left\{\min\left\{\sum_{\substack{\mu_Q(\alpha) \geq maks\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\} \\ \alpha \in]\alpha_{i+1}, \alpha_i]}} (\alpha_i - \alpha_{i+1}), \underset{c_{\alpha_i} \in C_{\alpha_i}}{maks}\{\mu_Q(c_{\alpha_i})\}\right\}\right\} = \underset{\alpha_i \in \Gamma}{maks}\{\min\{1, \mu_Q(0)\}\} = Q(0)$$

Eş. 5.22 elde edilir.

Önerme 5.8

Eş. 5.15'de belirtilen değerlendirme yöntemi Özellik 5.8'i sağlar.

Kanıt

Niceleyici "var" seçilirse ve her bir α_i i=k,k+1,…,m değeri için oluşan C_{α_i}'nin olası değerler kümesinin eleman sayısı 0'dan büyük olursa $\left(\min_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}} Q\left(c_{\alpha_i}\right), \mathit{maks}_{c_{\alpha_i}\in C_{\alpha_i}} Q\left(c_{\alpha_i}\right)\right)=(1,1)$ eşitliği sağlanır. C_{α_j}'nın α_j, $\mathrm{j}=1,2,..,\mathrm{k}-1$'a göre minimum değeri sıfır ve kalan diğer elemanları sıfırdan büyükse $\left(\min_{c_{\alpha_j}\in C_{\alpha_j}} Q\left(c_{\alpha_j}\right), \mathit{maks}_{c_{\alpha_j}\in C_{\alpha_j}} Q\left(c_{\alpha_j}\right)\right)=(0,1)$ eşitliği oluşur. Doğruluk derecesi Eş. 5.23'deki gibi olur.

$$
\begin{aligned}
&T=\left(T^L,T^U\right)= \\
&T^L=\mathit{maks}\left\{\min\left\{\begin{pmatrix}(\alpha_l-\alpha_{l-1})+(\alpha_{l-1}-\alpha_{l-2})\\ +\ldots+(\alpha_{k-1}-\alpha_k)\end{pmatrix},0\right\},\min\left\{\begin{pmatrix}(\alpha_k-\alpha_{k+1})+(\alpha_{k+1}-\alpha_{k+2})\\ +\ldots+(\alpha_m-\alpha_{m+1})\end{pmatrix},1\right\}\right\} \\
&=\mathit{maks}\left\{\min\left\{\alpha_l-\alpha_k,0\right\},\min\left\{\alpha_k-\alpha_{m+1},1\right\}\right\}=\mathit{maks}\left\{0,\alpha_k-\alpha_{m+1}\right\}=\alpha_k \qquad (5.23)\\
&T^U=\mathit{maks}\left\{\min\left\{\left((\alpha_l-\alpha_{l-1})+(\alpha_{l-1}-\alpha_{l-2})+\ldots+(\alpha_{k-1}-\alpha_k)+(\alpha_k-\alpha_{k+1})+\ldots+(\alpha_m-\alpha_{m+1})\right),1\right\}\right\} \\
&=\mathit{maks}\left\{\min\left\{\alpha_l-\alpha_{m+1},1\right\}\right\}=\mathit{maks}\left\{\min\left\{\alpha_l,1\right\}\right\}=\alpha_l
\end{aligned}
$$

α_l'in $\tilde{S}_g^I\cap\tilde{S}^I$ üst üyelik derecesinde en büyük değer olduğu, α_k'nın $\tilde{S}_g^I\cap\tilde{S}^I$ alt üyelik derecesinde en büyük değer olduğu kolaylıkla görülebilir. Bulanık birleşim için maksimum, kesişim için minimum kullanılırsa Eş. 5.15'de $\tilde{T}=(\alpha_k,\alpha_l)$ eşitliğini elde ederiz.

Önerme 5.9

Eş. 5.15'de belirtilen değerlendirme yöntemi özellik 5.9'u sağlar.

Kanıt

Bütün olası değerler değerlendirme yönteminde hesaplanmaktadır ve bir niceleyici tarafından belirlenen minimum ve maksimum değerler bulunmaktadır. Sonuç olarak yöntem bize her zaman herhangi bir niceleyicinin kullanımına izin vermektedir.

6. TREND ANALİZİ

Yerel trendlerin belirlenmesi için bu tez kapsamında oluşturulan bir yöntemle macd-histogram (Hareketli ortalama yakınsama) göstergesi kullanılmıştır.

6.1. Macd-histogram

Macd zaman serisinin hızını, macd-histogram zaman serisinin ivmesini gösterir. Bu iki gösterge genellikle hisse senedi yatırımcıları tarafından hisse senedi fiyatlarının teknik analizi için kullanılır. Bu yöntem bütün zaman serilerinde yukarı ve aşağı yönlü trendlerin başlangıç ve bitiş zamanlarını bulmakta kullanılabilir. Macd-histogram Eş. 6.1-Eş. 6.2'deki gibi hesaplanır.

$$MACD - Histogram = EMA_{n=12} - EMA_{n=26} - EMA_{n=9} \tag{6.1}$$

$$EMA_n = \alpha(P_t - EMA_{(n-1)}) + EMA_{(n-1)} \tag{6.2}$$

Burada:

- $\alpha = 2/(n+1)$, α katsayısı 0 ile 1 arasında ağırlık düşüşünün derecesini temsil eder. Daha yüksek α daha eski gözlemleri daha hızlı indirger.
- P_t , t zamanındaki değeri (hisse senedi kapanış değeri vb.) ifade eder.
- n, zaman periyodunu gösterir (10 günlük, 20 günlük vb.)
- $t = n$ ise EMA (Üssel Hareketli Ortalama) = SMA (Basit Hareketli Ortalama) olur.
- $SMA_n = \frac{P_1 + P_2 + ... + P_n}{n}$ 'dir.

Çizelge 6.1. EMA'nın hesaplanması

t	Tarih	Fiyat	10 Günlük SMA	$\alpha = 2/(n+1)$	10 Günlük EMA
1	24-Mar-19	22,27			
2	25-Mar-19	22,19			
3	26-Mar-19	22,08			
4	27-Mar-19	22,17			
5	28-Mar-19	22,18			
6	29-Mar-19	22,13			
7	30-Mar-19	22,23			
8	31-Mar-19	22,43			
9	1-Apr-19	22,24			
10	2-Apr-19	22,29	22,22		22,22
11	3-Apr-19	22,15	22,21	0,1818	22,21
12	4-Apr-19	22,39	22,23	0,1818	22,24
13	5-Apr-19	22,38	22,26	0,1818	22,27

Örnek olarak Çizelge 6.1'de 10 günlük EMA'nın hesabı yapılmıştır. 10. günde t=n olduğu için EMA=SMA alınmıştır. 11. günün EMA'sı Eş. 6.2'ye göre yapılmıştır.

6.2. Algoritma Adımları

Zaman serileri düzgün aralıklarla ölçülen bir veri dizisidir. Zaman serilerinde oluşan trendler lineer olarak artan, sabit veya azalan fonksiyonlar olarak tanımlanabilir. Bu çalışma kapsamında önerilen yöntem ile yerel trendler yine aynı zaman serisinden elde edilen macd-histogram değerleri yardımıyla çıkarılmıştır. Şekil 6.1'de gösterildiği gibi macd-histogram değerleri devamlı artış gösterdiği zaman diliminde hisse senedi değerlerinde artan trend, devamlı azalış gösterdiği zaman diliminde hisse senedi değerlerinde azalan trend oluştuğu gözlenmiştir.



Şekil 6.1. Hisse senedi ve macd-histogram grafiği

Bu fikirden hareketle oluşturulan algoritmada hisse senedinin günlük kapanış fiyatlarından macd-histogram değerleri hesaplanmıştır, ardından macd-histogram değerlerinin artıştan azalışa ve azalıştan artışa geçtiği dönüm noktaları (zamanları) bulunmuştur. $p_1, p_2, ..., p_t$ değerleri hisse senetlerinin kapanış değerlerini, $m_1, m_2, ..., m_t$ macd-histogram değerlerini göstermektedir. Eş. 6.3'de dönüm noktaları 1, 4, 6, 9, t-2, t'dir.

$$[(m_1, m_2, m_3, m_4), (m_4, m_5, m_6), (m_6, m_7, m_8, m_9), ..., (m_{t-2}, m_{t-1}, m_t)] \quad (6.3)$$

Kapanış değerleri de dönüm noktaları (1, 4, 6, 9, t-2, t) baz alınarak Eş. 6.4'deki gibi kategorize edilir.

$$[(p_1, p_2, p_3, p_4), (p_4, p_5, p_6), (p_6, p_7, p_8, p_9), ..., (p_{t-2}, p_{t-1}, p_t)] \quad (6.4)$$

Kategorize edilen kapanış değerleri ve zaman değerleri kullanılarak $y = a + bx$ şeklinde lineer regresyon denklemleri oluşturulur. Eş. 6.4'te belirtilen ilk trend değerleri p_1, p_2, p_3, p_4 ve ilk zaman değerleri 1,2,3,4'tür.

Yerel trendlerin çıkarımı için Python'da algoritma yazılmıştır. Algoritmanın sözde kodu Şekil 6.2'de gösterilmiştir. Algoritmada kullanılan fonksiyonlar ve değişkenlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

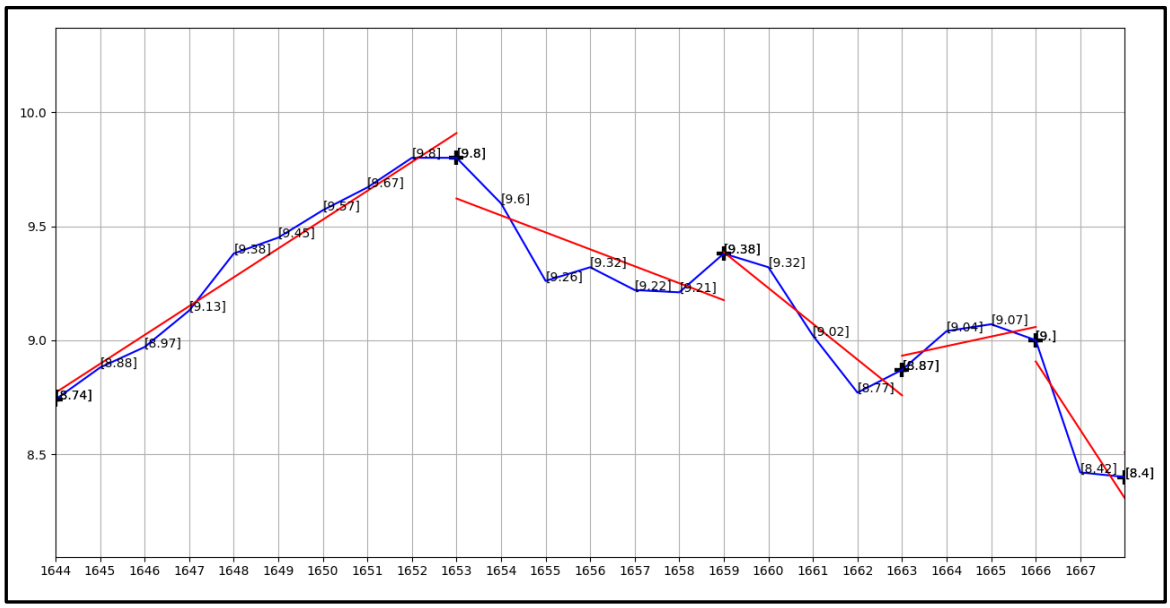
- hesapla():kapanış fiyatlarından macd-histogram değerlerini hesaplamaktadır.
- donum_noktalari: trendlerin başlangıç ve bitiş noktalarını içeren dizi.

- hesapla2():macd-histogram değerlerini analiz ederek dönüm noktalarını (zamanlarını) bulmaktadır.
- ekle(): mevcut dizine yeni değerler ekler.
- regresyon_hesapla(): Dönüm noktalarına göre kategorize edilen değerlerden regresyon denklemi oluşturur.
- t: zaman değerini gösterir
- bas: trendin başlangıç zamanını gösterir.
- bitis: trendin bitiş zamanını gösterir.

```
macdhist=hesapla(kapanis_fiyatlari)
donum_noktalari = [ilk_zaman]

for t in macdhist:
  donum_noktalari.ekle(hesapla2())
donum_noktalari.ekle(son_zaman)
trend=[]
for bas, bitis in donum_noktalari:
  trend.ekle(kapanis_fiyatlari[bas:bitis])
for i in trend:
  regresyon_hesapla(trend[i])
```

Şekil 6.2. Sözde kod



Şekil 6.3. Yerel trendler

hesapla() fonksiyonu bölüm 6.1'de anlatılan ve Eş. 6.5 ve 6.6'da gösterilen gösterilen macd-histogram hesaplama yöntemini kullanır.

$$MACD - Histogram = EMA_{n=12} - EMA_{n=26} - EMA_{n=9} \tag{6.5}$$

$$EMA_n = \alpha(P_t - EMA_{(n-1)}) + EMA_{(n-1)} \tag{6.6}$$

regresyon_hesapla() fonksiyonu Eş. 6.8 ve 6.9'da gösterilen formülleri kullanarak Eş. 6.7'deki eşitliği elde eder. Eş. 6.8 ve 6.9'daki x zaman değerlerini, y kapanış değerlerini ifade eder.

$$y = a + bx \tag{6.7}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \tag{6.8}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \tag{6.9}$$

7. UYGULAMA

Bu bölümde, örnek bir zaman serisi alınarak yerel trendlerin oluşturulması, dilsel özetlerin üretilmesi ve 5. Bölümde önerilen yöntem kullanılarak dilsel özetlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Zaman serileri olarak Borsa İstanbul'da işlem gören 3 hisse senedinin (GARAN, PETKM, THYAO) günlük kapanış fiyatları alınmıştır. Hisse senetlerinin zaman serileri, 1 Ocak 2009 - 1 Ocak 2019 tarihleri arasında yer alan yaklaşık 2596 iş gününü kapsamaktadır. Zaman serilerinin değerleri GARAN için en küçük değer 1,91 TL en büyük değer 12,36 TL, PETKM için en küçük değer 0,33 TL, en büyük değer 5,97 TL, THYAO için en küçük değer 0,65 TL, en büyük değer 19,69 TL'dir.

Dilsel özetlerin üretilmesi için zaman serisinden yerel trendlerin oluşturulması ve bu trendlerin bazı özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Son olarak üretilen dilsel özetlerin doğruluk dereceleri hesaplanacaktır.

7.1. Yerel Trendlerin Belirlenmesi

Borsa İstanbul'da işlem gören 3 hisse senedin 2009 ve 2019 yılları arasındaki günlük kapanış fiyatları alınarak (2596 iş günü) zaman serileri oluşturulmuştur. Yerel trendler Python'da yazılan algoritma ile oluşturulmuştur. Her bir hisse senedinden yaklaşık 500 yerel trend elde edilmiştir. Üç hisse senedine ait 10 yıllık verilerinden oluşturulan yerel trendlere ilişkin istatistiki bilgiler Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Trendlere ilişkin istatistik bilgileri

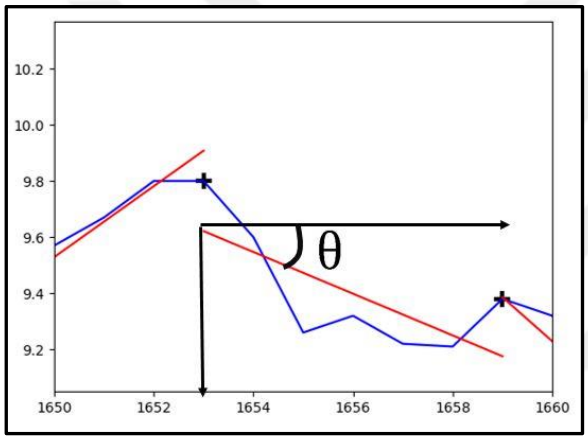
	GARAN		PETKM		THYAO	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Trend Süresi	3	18	3	19	3	25
X ekseni ile yaptığı açı	-1	20	-11	12	-36	27
MAE değeri	0	0,25	0	0,15	0	0,45

7.2. Dilsel Özetlerin Oluşturulması

Zaman serilerinin dilsel özetlemesinde geçmişte yapılan birçok çalışmada yapıldığı gibi bu tez kapsamında da yerel trendlerin değişim, değişkenlik ve süre özellikleri dikkate alınmıştır. Uygulamada izlenen adımlar aşağıda anlatılmıştır.

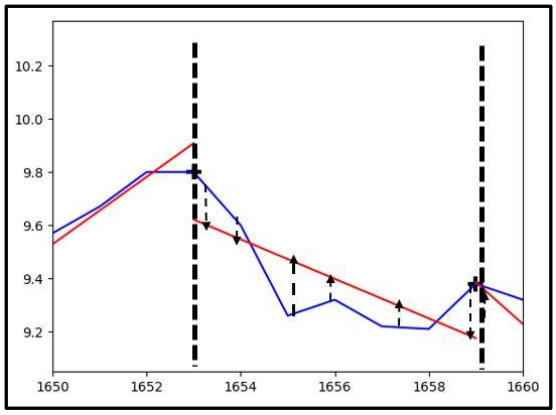
Adım 1

Değişim özelliği olarak yerel trendlerin x ekseni ile yaptığı açı alınmıştır. Şekil 7.1'de bir adet yerel trendin açısı gösterilmiştir.



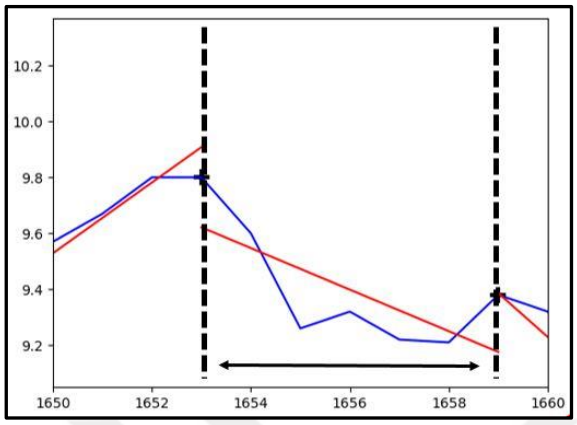
Şekil 7.1. Trendin x ekseni ile yaptığı açı

Trendlerin başlangıç ve bitiş zamanları arasında oluşturulan regresyon doğrusu ile hisse senedi kapanış değerleri arasındaki farkı gösteren MAE (ortalama mutlak hata) değeri değişkenlik özelliği olarak alınmıştır. Bir adet yerel trendin oluşturduğu hataya ilişkin görsel Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2. Trendin hata değeri

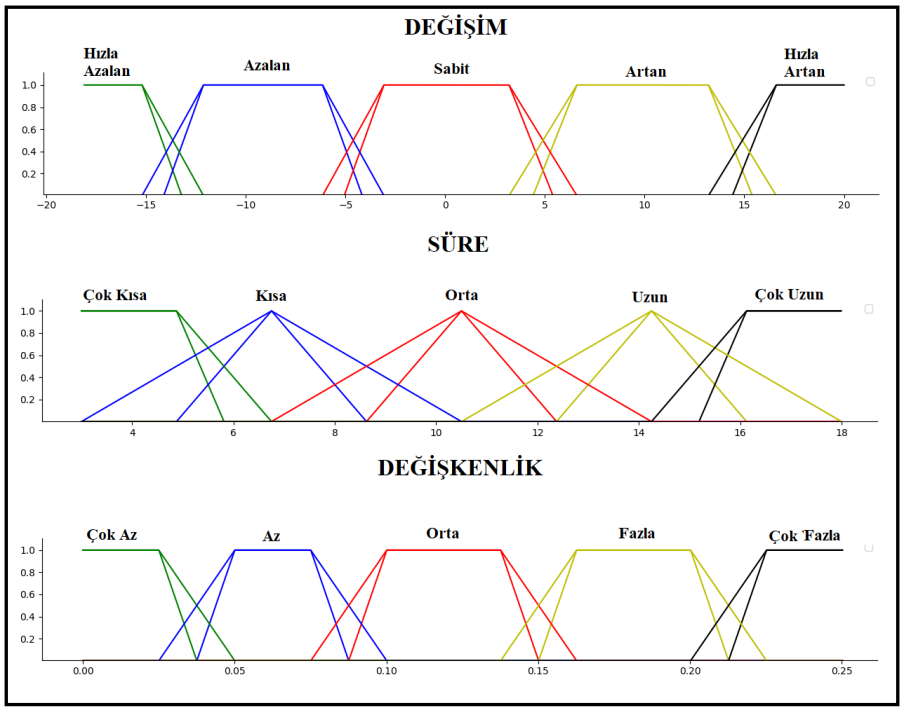
Trendlerin süresi, süre özelliğini temsilen alınmıştır. Bir trendin süresi Şekil 7.3'de gösterilmiştir.



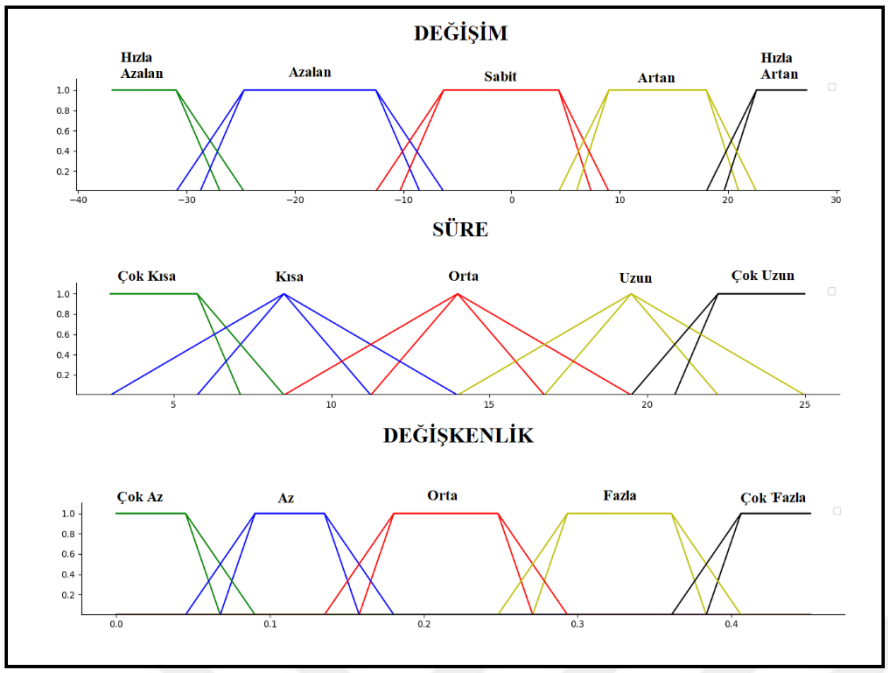
Şekil 7.3. Trendin süresi

Adım 2

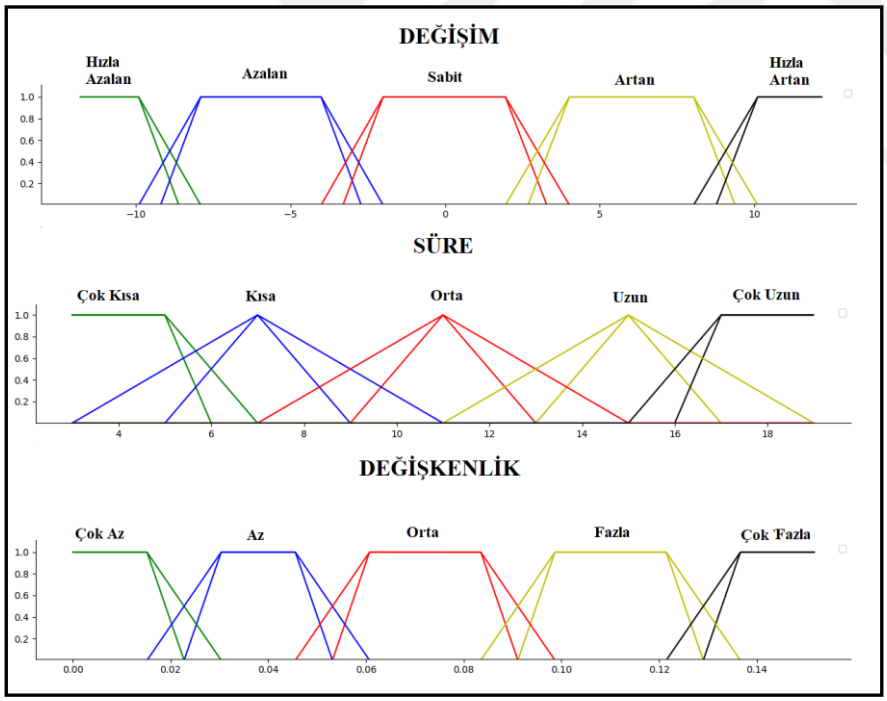
Trendlerin her bir özelliği için beş adet etiket tanımlanarak, her bir hisse senedi için farklı aralıklı tip-2 bulanık kümeler oluşturulmuştur. Şekil 7.4'de GARAN, Şekil 7.5'de THYAO, Şekil 7.6'da PETKM için oluşturulan bulanık kümeler gösterilmiştir.



Şekil 7.4. GARAN için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler



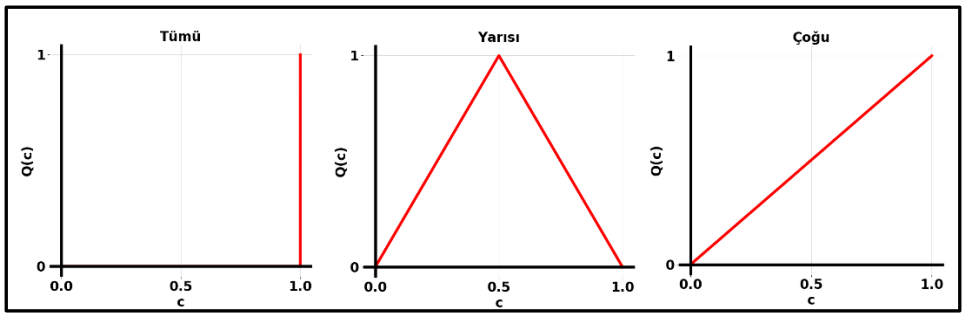
Şekil 7.5. THYAO için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler



Şekil 7.6. PETKM için oluşturulan aralıklı tip-2 bulanık kümeler

Adım 3

Dilsel özetlerin oluşturulmasında üç adet niceleyici kullanılmıştır. Kullanılan niceleyiciler Şekil 7.7'de gösterilmiştir.



Şekil 7.7. Kullanılan niceleyiciler

Adım 4

Trendlerin her bir özelliğinden beş adet etiket ve üç niceleyici kullanarak toplam 450 adet tip-II niceleyici cümle oluşturulmuştur.

7.3. Dilsel Özetlerin Değerlendirilmesi

Bölüm 5'te anlatılan ve bu tez kapsamında oluşturulan yöntem ile 450 dilsel özet değerlendirilmiştir. THYAO, GARAN ve PETKM hisse senetlerine ait dilsel özetlerin değerlendirmesi Python'da yöntemin kodlanması ile yapılmıştır. Oluşturulan dilsel özetlerden doğruluk dereceleri [0,75; 0,75]'den büyük olanlar Çizelge 7.2, 7.3 ve 7.4'de verilmiştir. Söz konusu hisse senetlerin 10 yıllık günlük kapanış fiyatlarını gösteren grafikler Şekil 7.8, 7.9 ve 7.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 7.2. THYAO hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri

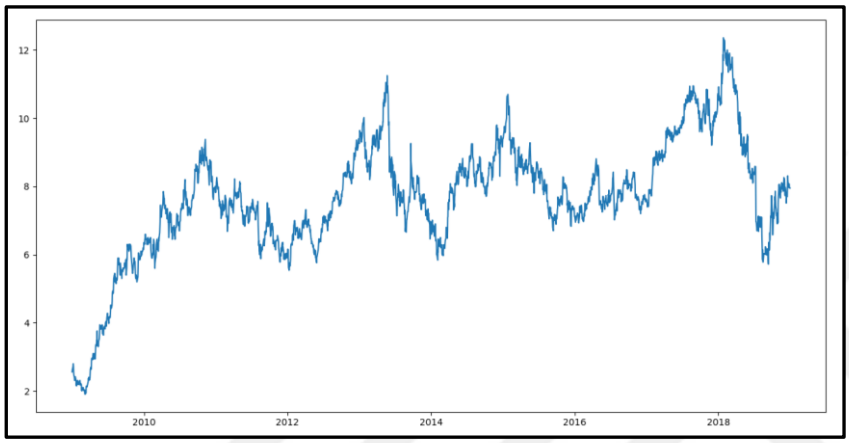
	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
THYAO	Kısa trendlerin çoğu sabittir	[0,78; 0,81]
	Hızla azalan trendlerin tümü çok kısadır	[0,98; 1]
	Hızla artan trendlerin çoğu çok kısadır	[0,83; 0,99]
	Değişkenliği çok az olan çoğu trendler sabittir	[0,86; 0,88]

Çizelge 7.3. PETKM hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri

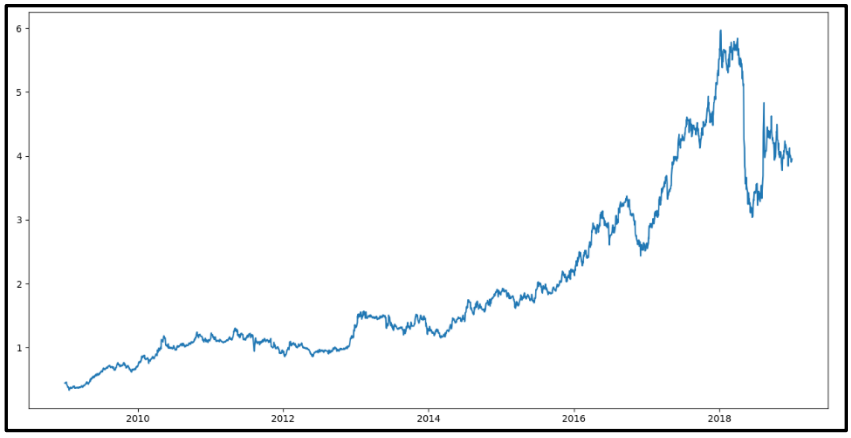
	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
PETKM	Çok kısa olan trendlerin çoğu sabittir	[0,835; 0,85]
	Kısa olan trendlerin çoğu sabittir	[0,884; 0,894]
	Orta uzunluktaki trendlerin çoğu sabittir	[0,9; 0,92]
	Uzun trendlerin tümü sabittir	[0,99; 0,99]
	Çok uzun trendlerin tümü sabittir	[0,99; 0,99]
	Azalan trendlerin çoğu kısadır	[0,75; 0,86]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu sabittir	[0,93; 0,95]

Çizelge 7.4. GARAN hisselerine ait dilsel özetlerin doğruluk dereceleri

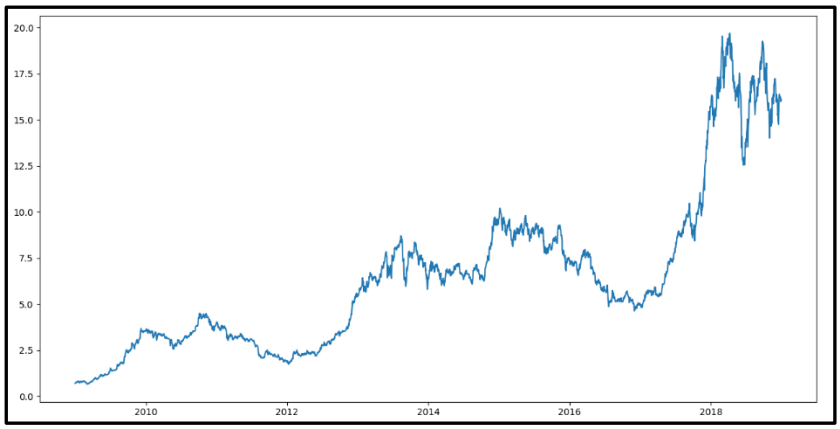
	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
GARAN	Çok uzun trendlerin çoğu sabittir.	[0,8; 1]
	Sabit trendlerin yarısı çok kısadır	[0,78; 0,93]
	Çok uzun trendlerin yarısının değişkenliği azdır.	[0,8; 0,8]
	Çok uzun trendlerin yarısının değişkenliği ortadır	[0,8; 0,8]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu çok kısadır	[0,827; 0,918]
	Az değişkenliğe sahip trendlerin yarısı çok kısadır	[0,787; 0,83]



Şekil 7.8. GARAN hissesinin son 10 yıllık grafiği



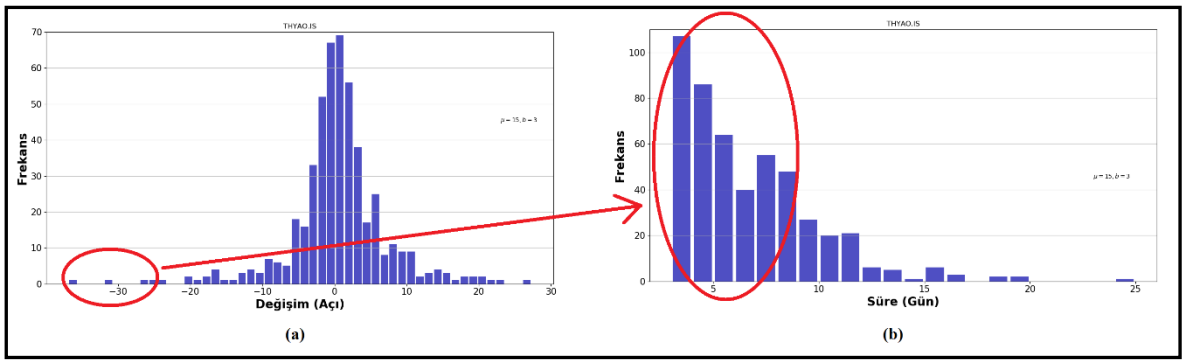
Şekil 7.9. PETKM hissesinin son 10 yıllık grafiği



Şekil 7.10. THYAO hissesinin son 10 yıllık grafiği

Bazı dilsel özetleri alım satım stratejileri açısından değerlendirecek olursak;

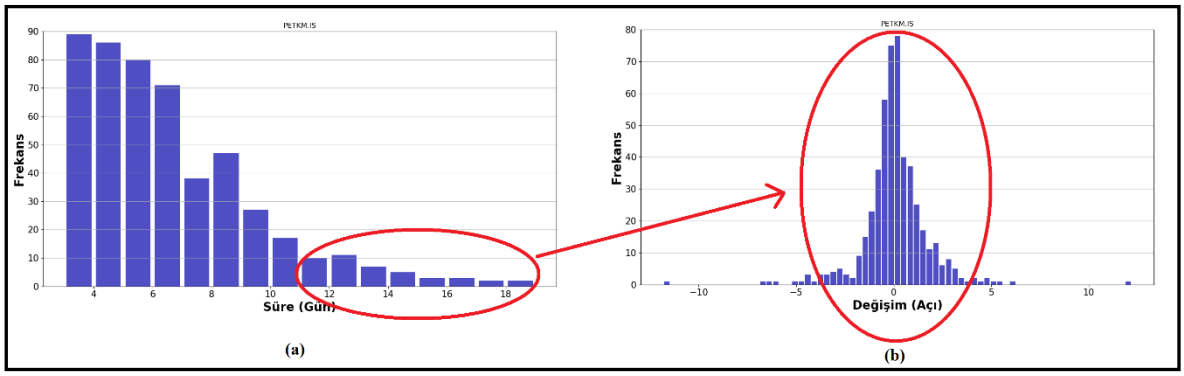
THY hisse senedi için "Hızla azalan trendlerin tümü çok kısadır" dilsel özetinin doğruluk derecesi [0,98; 1] yüksek bir değer çıkmıştır. 10 yıllık verilerde hızla azalan trendler (x ekseni yaptığı açı -25 ve daha küçük olan trendler) Şekil 7.11a'da görüldüğü gibi çok az görülmüştür ama oluştuğu anda çok kısa (3-8 gün) sürmüştür. THY hisse senetlerinde oluşan trendlerin süresi Şekil 7.11b'de görüldüğü gibi çoğunlukla çok kısa sürmektedir, hızla azalan trendlerin çok kısa süren trendlerdeki sayısı da oldukça az olduğu görülmektedir.



Şekil 7.11. THY hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri

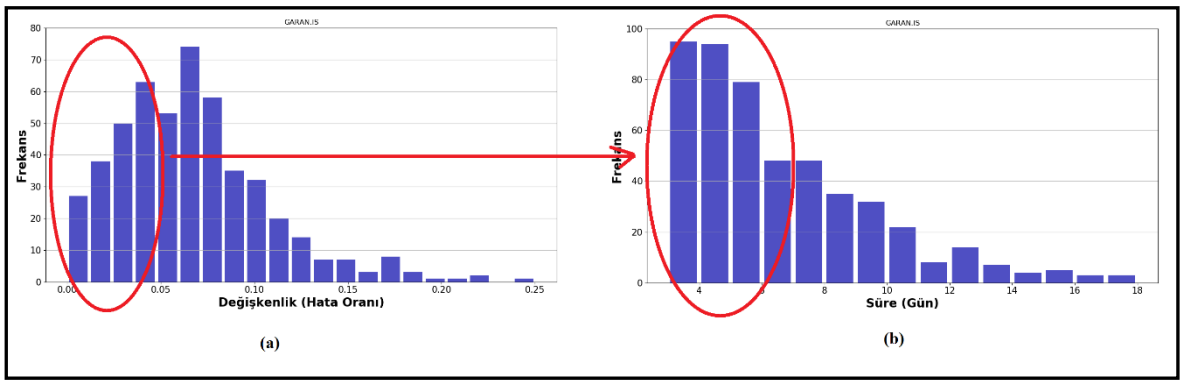
PETKM hisse senedi için iki dilsel özeti birleştirerek oluşturulan "uzun ve çok uzun trendlerin tümü sabittir" dilsel özetinin doğruluk derecesi [0,99; 0,99] yüksek bir değer çıkmıştır. 10 yıllık verilerde uzun ve çok uzun trendler (süresi 11 günden fazla) Şekil 7.12a'da gösterildiği gibi 40-50 kez görülmüştür. Bu trendlerin tümü x ekseni ile çok küçük dereceler yapmıştır (yaklaşık -4 ve 4 derece arası). PETKM hisse senetlerinde oluşan

trendlerin değişimi Şekil 7.12b'de görüldüğü gibi çoğunlukla sabittir. Uzun ve çok uzun trendlerin sabit trendlerdeki sayısı da oldukça azdır.



Şekil 7.12. PETKM hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri

GARAN hisse senedi için oluşturulan "çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu çok kısadır" dilsel özetinin doğruluk derecesi [0,827; 0,918] yüksek bir değer çıkmıştır. 10 yıllık verilerde çok az değişkenliğe sahip trendler (hata değeri 0,05'den düşük) Şekil 7.13a'da gösterildiği gibi yaklaşık 180 kez görülmüştür. Bu trendlerin çoğu çok kısa sürmüştür (yaklaşık 7 günden düşük). GARAN hisse senetlerinde oluşan trendlerin süresi Şekil 7.13b'de görüldüğü gibi çoğunlukla çok kısadır. Çok kısa trendlerin yaklaşık yarısı çok az değişkenliğe sahip trendlerden oluşmaktadır.



Şekil 7.13. GARAN hisse senedinde oluşan trendlerin frekans değerleri

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürde dilsel özetleme konusunda yapılan birçok çalışma tip-1 bulanık kümelere dayanmaktadır. Aralıklı tip-2 bulanık kümeler insanlardan kaynaklanan belirsizlikleri daha iyi yansıtmasına rağmen dilsel özetlerde çok az kullanılmıştır. Bunun sebeplerinden biri aralıklı tip-2 bulanık kümelerin skalar kardinalite temelli yöntemlerle kullanılmasıdır, bu tür yöntemler dilsel özetleri değerlendirmede tutarsız sonuçlar üretmektedir. Boran ve Akay yaptıkları çalışmada tip-1 bulanık küme baz alınarak oluşturulmuş özellikleri aralıklı tip-2 bulanık küme ortamına taşımışlardır ve aralıklı tip-2 bulanık kümelerin α kesmelerin birleşimi ile gösterilebileceğini kanıtlamışlardır. Yaptıkları uygulama ile bulanık kardinalite temelli aralıklı tip-2 bulanık dilsel özetlerin daha doğru sonuçlar ürettiğini göstermişlerdir (Boran and Akay, 2014).

Önerilen doğruluk derecesi aralıklı tip-2 bulanık kümelerin α kesmelerine dayanmaktadır. İlk olarak aralıklı tip-2 bulanık kümelerin α kesmesiyle alt ve üst kesin kümeleri belirlenmiştir. Alt ve üst kesin kümeler kullanılarak ilgili niceleyicinin alabileceği en büyük ve en küçük değer bulunmuştur. Daha sonra önerilen yöntem ile doğruluk derecesi hesaplanmıştır. Ayrıca bu yöntemin literatürde belirtilen özellikleri sağladığı ispat edilmiştir.

Uygulama olarak Borsa İstanbul'da işlem gören GARAN, THYAO ve PETKM hisse senetlerinin son 10 yılda oluşturduğu günlük kapanış fiyatları dilsel olarak özetlenmiştir. İlk olarak macd-histogram değerlerinden yola çıkarak yerel trendler oluşturulmuştur, trendlerin her birinin süre, MAE değeri ve x ekseni ile yaptığı açı değerleri ile birlikte 3 niceleyici (tümü, yarısı ve çoğu) kullanılarak her bir hisse senedi için 450 cümle oluşturulmuştur. Önerilen değerlendirme yöntemi kullanılarak her bir cümle için doğruluk derecesi hesaplanmış ve doğruluk derecesi [0,75; 0,75]'den büyük olan cümleler listelenmiştir.

Çıkan sonuçların tutarlı olduğunu göstermek amacıyla doğruluk derecesi yüksek çıkan dilsel özetler ile birlikte, bu dilsel özetlerin tam zıttı olan dilsel özetlerin doğruluk dereceleri Çizelge 8.1, 8.2, 8.3'te listelenmiştir. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere önerilen yöntem tutarlı sonuçlar ortaya koymuştur.

Çizelge 8.1. THYAO dilsel özetlerin karşılaştırması

	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
THYAO	Hızla düşen trendlerin tümü çok kısadır	[0,98; 1]
	Hızla düşen trendlerin tümü kısadır	[0.0, 0.0]
	Hızla düşen trendlerin tümü orta sürelidir	[0.0, 0.0]
	Hızla düşen trendlerin tümü uzundur	[0.0, 0.0]
	Hızla düşen trendlerin tümü çok uzundur	[0.0, 0.0]

Çizelge 8.2. PETKM dilsel özetlerin karşılaştırması

	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
PETKM	Uzun trendlerin tümü sabittir	[0,99; 0,99]
	Uzun trendlerin tümü hızla azalandır	[0.0, 0.0]
	Uzun trendlerin tümü azalandır	[0.0, 0.0]
	Uzun trendlerin tümü artandır	[0.0, 0.0]
	Uzun trendlerin tümü hızla artandır	[0.0, 0.0]

Çizelge 8.3. GARAN dilsel özetlerin karşılaştırması

	Dilsel Özetler	Doğruluk Dereceleri
GARAN	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu çok kısadır	[0,82; 0,91]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu kısadır	[0.09, 0.30]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu orta sürelidir	[0.02, 0.08]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu uzundur	[0.008, 0.02]
	Çok az değişkenliğe sahip trendlerin çoğu çok uzundur	[0.0, 0.005]

Dilsel özetler genellikle niceleyici cümleler veya eğer/ise formundadır. Niceleyici cümlelerde ise çoğunlukla göreceli ve mutlak niceleyiciler kullanılmaktadır. Ancak bazı bilgiler göreceli veya mutlak niceleyici cümleler ile aktarılmayabilir. Örneğin “üç öğrenci hariç bütün sınıf uzun” veya “uzun öğrencilerin sayısı sarışın öğrencilerin sayısından yaklaşık 3 fazla” gibi cümlelerin mutlak ve göreceli niceleyiciler ile modellemesi mümkün değildir. Bu sebeple bulanık dilsel niceleyiciler genelleştirilerek yarı-bulanık niceleyici kavramı ortaya çıkmıştır. Klasik niceleyiciler sadece kesin parametrelerle ilgilenir ancak bulanık bir dilsel niceleyici bulanık parametreleri kabul eder ve doğruluk derecesi [0,1] arasında bir değere eşit olur.

Yarı-bulanık bir niceleyici, klasik niceleyici ile bulanık niceleyici arasında bir noktadadır. Yarı-bulanık bir niceleyici sadece klasik niceleyici olarak kesin parametreleri kabul eder ve doğruluk derecesi [0,1] arasında bir değere eşit olur. Bulanık niceleyicilere göre tanımı daha kolay ve çok daha sezgisel olsalar da, yarı-bulanık niceleyici cümlelerin değerlendirme problemini çözmek çok zordur. Bu nedenle yarı bulanık niceleyicileri bulanık niceleyicilere

dönüştürmek için bazı mekanizmalar tanımlamak gerekir. Yarı bulanık niceleyici cümlelerde Y nesneler kümesini, $S_1,...,S_k$ özetleyicileri ifade eder. Çeşitli yarı-bulanık niceleyiciler ve bunlarla ilgili niceleyici cümle örnekleri Çizelge 8.4'de gösterilmiştir (Boran vd., 2016).

Çizelge 8.4 Yarı-bulanık niceleyici cümlelere örnekler

Yarı-bulanık Niceleyici Cümleler	Yarı-bulanık Niceleyici	
Yaklaşık %30'u hariç bütün insanlar öğrencidir	kadarı hariç hepsi	Y :İnsanlar S :Öğrenciler
Kadınlardan iki kat fazla erkek vardır	Oransal karşılaştırma	S_1 :Erkekler S_2 :Kadınlar
Koşan kadınlara oranla iki veya üç kat fazla sayıda bisiklet kullanan kadın var.	Oransal karşılaştırma	S_1 :Kadınlar S_2 :Bisiklete Binmek S_3 :Koşmak
Koşan erkeklere oranla iki veya üç kat fazla bisiklet kullanan kadın var.	Oransal karşılaştırma	S_1 :Kadınlar S_2 :Bisiklete Binmek S_3 :Erkekler S_4 :Koşmak

Gelecekteki çalışmalarda yarı-bulanık niceleyici cümleler kullanarak daha karmaşık dilsel özetler oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

Aoki, K., and Kobayashi, I. (2016). Linguistic summarization using a weighted n-gram language model based on the similarity of time-series data. *2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 2016*, 595–601.

Banaee, H., Ahmed, M. U., and Loutfi, A. (2013). A framework for automatic text generation of trends in physiological time series data. *Proceedings - 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2013*, 3876–3881.

Boran, F. E., and Akay, D. (2014). A generic method for the evaluation of interval type-2 fuzzy linguistic summaries. *IEEE Transactions on Cybernetics*, *44*(9), 1632–1645.

Boran, F. E., Akay, D., and Yager, R. R. (2016). An overview of methods for linguistic summarization with fuzzy sets. *Expert Systems with Applications*, *61*, 356–377.

Castillo-Ortega, R., Marín, N., and Sánchez, D. (2011). Linguistic query answering on data cubes with time dimension. *International Journal of Intelligent Systems*, *26*(10), 1002–1021.

Castillo-Ortega, R., Marín, N., and Sánchez, D. (2009a). Fuzzy quantification-based linguistic summaries in data cubes with hierarchical fuzzy partition of time dimension. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *5788 LNCS*, 578–585.

Castillo-Ortega, R., Marín, N., and Sánchez, D. (2009b). Linguistic summary-based query answering on data cubes with time dimension. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *5822 LNAI*, 560–571.

Castillo-Ortega, R., Marín, N., and Sánchez, D. (2010). Time series comparison using linguistic fuzzy techniques. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *6178 LNAI*, 330–339.

Castillo-Ortega, R., Marín, N., and Sánchez, D. (2011). Linguistic local change comparison of time series. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 2909–2915.

Chiang, D. A., Chow, L. R., and Wang, Y. F. (2000). Mining time series data by a fuzzy linguistic summary system. *Fuzzy Sets and Systems*, *112*(3), 419–432.

Cisco, and Cisco Systems, I. (2019). Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022 White Paper. *Cisco Forecast and Methodology*.

De Luca, A., and Termini, S. (1972). A definition of a nonprobabilistic entropy in the setting of fuzzy sets theory. *Information and Control*, *20*(4), 301–312.

Delgado, M., Sánchez, D. Martin-Bautista, M.J. and Vila, M.A. (1999). A logic based definition of fuzzy cardinality. *Fuzzy Sets and Systems*.

Delgado, M., Sánchez, D., and Vila, M. A. (2000). Fuzzy cardinality based evaluation of quantified sentences. *International Journal of Approximate Reasoning*, *23*(1), 23–66.

Dijkman, R., and Wilbik, A. (2017). Linguistic summarization of event logs – A practical approach. *Information Systems*, *67*, 114–125.

Dziedzic, M., Kacprzyk, J., and Zadrozny, S. (2013). Bipolar linguistic summaries: A novel fuzzy querying driven approach. *Proceedings of the 2013 Joint IFSA World Congress and NAFIPS Annual Meeting, IFSA/NAFIPS 2013*, (1), 1279–1284.

González-Villanueva, L., Alvarez-Alvarez, A., Ascari, L., and Trivino, G. (2014). A tool for linguistic assessment of rehabilitation exercises. *Applied Soft Computing Journal*, *14*(PART A), 120–131.

Kacprzyk, J., and Yager, R. R. (2001). Linguistic summaries of data using fuzzy logic. *International Journal of General Systems*, *30*(2), 133–154.

Kacprzyk, J, Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2008). Linguistic summarization of time series using a fuzzy quantifier driven aggregation. *Fuzzy Sets and Systems*, *159*(12), 1485–1499.

Kacprzyk, J, Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2010). An approach to the linguistic summarization of time series using a fuzzy quantifier driven aggregation. *International Journal of Intelligent Systems*, *25*(5), 411–439.

Kacprzyk, J, and Zadrozny, S. (2010). Modern data-driven decision support systems: The role of computing with words and computational linguistics. *International Journal of General Systems*, *39*(4), 379–393.

Kacprzyk, J., and Sławomir, Z. (2006). Fuzzy linguistic summaries in text categorization for human-consistent document-driven decision support systems. *Advances in Soft Computing*, *33*, 271–279.

Kacprzyk, J., and Wilbik, A. (2009). Using fuzzy linguistic summaries for the comparison of time series: an application to the analysis of investment fund quotations. *Proceedings of IFSA/EUSFLAT* 2009 1321-1326

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2006a). A linguistic quantifier based aggregation for a human consistent summarization of time series. *Advances in Soft Computing*, *37*, 183–190.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2006b). Linguistic summaries of time series via a quantifier based aggregation using the Sugeno integral. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 713–719.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2006c). Linguistic summarization of trends: a fuzzy logic based approach. *In Proceedings of the 11th International Conference Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems* 2166–2172.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2006d). On some types of linguistic summaries of time series. *IEEE Intelligent Systems*, 373–378.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2007a). Analysis of Time Series via their Linguistic Summarization: the Use of the Sugeno Integral. *Seventh International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA 2007)*, 262–270.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2007b). Capturing the essence of a dynamic behavior of sequences of numerical data using elements of a quasi-natural language. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, *4*, 3365–3370.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2007c). Linguistic summaries of time series via an OWA operator based aggregation of partial trends. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*. 1-6

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2007d). Linguistic summarization of time series under different granulation of describing features. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *4585 LNAI*, 230–240.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrozny, S. (2007e). Mining time series data via linguistic summaries of trends by using a modified Sugeno integral based aggregation. *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining, CIDM 2007*, 742–749.

Kacprzyk, J., Wilbik, A., and Zadrożny, S. (2007). Linguistic Summarization of Time Series by Using the Choquet Integral, *Foundations of Fuzzy Logic and Soft Computing*, 284-294

Kacprzyk, J., and Zadrozny, S. (2009). Supporting decision making via verbalization of data analysis results using linguistic data summaries. *Studies in Computational Intelligence*, *222*, 121–143.

Kacprzyk, J., and Zadrozny, S. (2016). On a fairness type approach to consensus reaching support under fuzziness via linguistic summaries. *2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE 2016*, 1999–2006.

Klir, G. J., and Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic : theory and applications*. Prentice Hall PTR. 1-55

Mendel, J. M. (2017). *Uncertain Rule-Based Fuzzy Systems.* Springer 1-80

Mendel, J. M., and John, R. I. B. (2002). Type-2 fuzzy sets made simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *10*(2), 117–127.

Mendel, J. M., John, R. I., and Liu, F. (2006). Interval type-2 fuzzy logic systems made simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 808-821

Niewiadomski, A. (2008). A type-2 fuzzy approach to linguistic summarization of data. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *16*(1), 198–212.

Niewiadomski, A. (2010). On finity, countability, cardinalities, and cylindric extensions of type-2 fuzzy sets in linguistic summarization of databases. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *18*(3), 532–545.

Ros, M., Molina-Solana, M., Delgado, M., Fajardo, W., and Vila, A. (2016). Transcribing Debussy's Syrinx dynamics through Linguistic Description: The MUDELD algorithm. *Fuzzy Sets and Systems*, *285*, 199–216.

Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications*. John Wiley. 1-90

Sklansky, J., and Gonzalez, V. (1980). Fast polygonal approximation of digitized curves. *Pattern Recognition*, 327-331.

Van Der Heide, A., and Triviño, G. (2009). Automatically generated linguistic summaries of energy consumption data. *ISDA 2009 - 9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 553–559.

Wu, D., and Mendel, J. M. (2011). Linguistic summarization using IFTHEN rules and interval Type-2 fuzzy sets. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, *19*(1), 136–151.

Yager, R. R. (1982). A new approach to the summarization of data. *Information Sciences*, *28*(1), 69–86.

Yager, R. R. (1995). Fuzzy summaries in database mining. *Proceedings the 11th Conference on Artificial Intelligence for Applications, CAIA 1995*, 265–269.

Yao, B., Hagras, H., Alghazzawi, D., and Alhaddad, M. J. (2014). A Type-2 Fuzzy Logic based system for linguistic summarization of video monitoring in indoor intelligent environments. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, 825–833.

Zadeh, L. A., (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, *8*(3), 338–353.

Zadeh, L. A., (1983). A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages. *Computers and Mathematics with Applications*, *9*(1), 149–184.

Zadeh, L. A., and Kacprzyk, J. (1992). *Fuzzy logic for the management of uncertainty*. John Wiley & Sons. 1-80

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Soyadı, adı : ÖZDOĞAN, İlyas

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 20.08.1986, Ankara

E-mail : ozdoganilyas@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Yönetim Bilişim Sistemleri	2019
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015-Halen	Türk Standardları Enstitüsü	TSE Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR…