

**SEZGİSEL BULANIK MATEMATİĞİN
AKILLI TARIMA UYGULANMASI**

ARİF BAL

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU

MERSİN

AĞUSTOS – 2016

Arif BAL tarafından Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU danışmanlığında hazırlanan “Sezgisel Fuzzy Matematiğin Akıllı Tarım Alanı Uygulaması” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Hamza MENKEN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÇİTİL

Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12/08/2016 tarih ve 2016.30/850 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Enstitü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Mühendislik, Uzay bilimleri, Sosyal bilimler, Genetik vb. gibi birçok alanda uygulaması olan intuitionistic fuzzy küme teorisinin ve intuitionistic fuzzy operatörlerin akıllı tarım arazisinde uygun ilaçlamanın ve gübrelemenin nasıl yapılacağına dair bir çalışma bulunmamaktadır. Bu amaçla, bu tezde, ağaç dönemleri, yaş ve çiçek-meyve dönemi durumuna göre yedi gruba (1. Dönem, 2. Dönem, 3. Dönem, 4. Dönem, 5. Dönem, 6. Dönem, 7. Dönem) ayrılarak her dönem için gerekli olan ilaç-gübre ihtiyacı intuitionistic fuzzy küme teori ve intuitionistic fuzzy operatörler yardımıyla saptanmıştır. Ayrıca geleneksel tarımda yapılan ağacın gereğinden fazla ilaca ve gübreye maruz kalarak oluşan sorunların iyileştirmesi ile ilgili yöntemler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Intuitionistic fuzzy küme, Intuitionistic fuzzy operatörler, İlaçlama, Gübreleme

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU, Mersin Üniversitesi, Matematik Ana Bilim Dalı

ABSTRACT

THE APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY MATHEMATICS ON SMART AGRICULTURE FIELD

Arif BAL

ABSTRACT

Intuitionistic fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy operators have many application fields like Engineering, Space sciences, Social science and Genetic but there is no study about how optimum disinfection and fertilizer application are made on the smart agricultural field by using intuitionistic fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy operators. In the light of this purpose, in this thesis, the optimum amount of required of pesticide-fertilizer of trees periods and sappy, floret and fruit periods is determined by separating seven groups (1. Period, 2. Period, 3. Period, 4. Period, 5. Period, 6. Period, 7. Period) by the help of intuitionistic fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy operators. Also, the methods of improvement of problems about trees are exposed more than normal pesticide and fertilizer in traditional agriculture is given.

Key Words: Intuitionistic fuzzy set theory, Intuitionistic fuzzy operators, Pesticide, Fertilizer

Advisor: Ass. Prof. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU, Department of Mathematics, University of Mersin

TEŞEKKÜR

Bu tezin konusunun belirlenmesinde ve hazırlanmasında, iki yıl boyunca değerli bilgilerini, eşsiz deneyimini, önerilerini ve yardımını esirgemeyen ayrıca; kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezin her aşamasında bana olan desteğinden, yardımından ve ilgisinden dolayı Arş. Gör. Sinem YILMAZ' a şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın bütün aşamalarında desteğini esirgemeyen Matematik Bölüm Başkanı ve bölüm öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

Bu süreçte, her türlü desteğini benden esirgemeyen sevgili ağabeyim Sırrı Mustafa BAL' a ve kuzenim Uz. Dr. Gökhan KUZU' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü tarafından 0732.STZ.2014 kodlu San-Tez projesi olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	5
3.1 FUZZY KÜMELER.....	6
3.2 INTUITIONISTIC FUZZY KÜMELER	9
3.3 INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLER	13
3.4 GÖRÜNTÜ İŞLEME	22
3.4.1 Görüntü İşleme, Görüntü Analizi ve Bilgisayarlı Görme.....	22
3.4.2 Görüntü İşlemenin Seviyeleri	23
3.4.3 İnsan Görüntüleme Sistemi.....	23
3.4.4 Sayısal Görüntü Oluşumu	24
3.4.5 Renkli Resim Oluşumu	24
3.5 SAYISAL GÖRÜNTÜ TÜRLERİ.....	26
3.6 DİJİTAL ŞEKİL (RENKLİ VE GRİ SEVİYE)	27
3.7 SAYISAL GÖRÜNTÜ TİPLERİ.....	28
3.8 SAYISAL GÖRÜNTÜLERİN GÖSTERİMİ	29
3.8.1 Sayısal Görüntülerin Gösterimi	29
3.8.2 Görüntü İşlemede Temel Kavramlar	30
3.9 GRİ SEVİYE DÖNÜŞÜMLERİ.....	31
3.9.1 UZAYSAL BÖLGEDE GÖRÜNTÜ İŞLEMLERİ.....	32
3.9.2 Bir Piksel (X.Y)' in Komşuluk Bölgesi Veya Komşuluk İlişkisi	33
3.9.3 Komşuluk İlişkili Operasyonlar:	34
3.9.4 Gri Seviye Histogramı.....	34
3.10 KÖTÜ KONTRASTLI GÖRÜNTÜYÜ İYİLEŞTİRME	35
3.10.1 Gri Ton Şekil Düzeltme İşlemi.....	35
3.10.1.2 Fuzzifikasyon ve Önerme Düzlemi.....	37
3.10.1.3 Ters Dönüşüm	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	39
4.1 INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖR $E_{\alpha,\beta}$ NİN TARIMDA UYGULANMASI	39

4.2 BAZI INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLERİNİN TARIMDA UYGULANMASI.....	44
4.2.1 Intuitionistic Fuzzy Modal Operatörünün Tarımsal Uygulamalarda Kullanılması.....	46
4.2.2 Tarım Alanlarında Modellerin Hesaplanması İçin $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ Operatörünün Kullanımı	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	60



ŞEKİLLER VE TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.2.1.a. IF kümenin standart geometrik gösterimi	10
Şekil 3.2.2. IF kümenin ikinci geometrik gösterimi.....	10
Şekil 3.2.3 Öz intuitionistic fuzzy küme örneği gösterimi.....	11
Şekil 3.3 $\square_{\alpha,\beta,\gamma,\delta}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı ...	17
Şekil 3.3.a. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı ...	20
Şekil 3.3.b. $X_{a,b,c,d,e,f}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı	21
Şekil 3.4.3. İnsan görüntüleme sistemi şeması	23
Şekil 3.4.4. Sayısal görüntü oluşumu gösterimi.....	24
Şekil 3.4.5.a. Gelen ışığı ana renklerine ayırıştırma düzenek gösterimi	25
Şekil 3.4.5.b. Renk filtrelerinin renkleri ayırıştırma aşamasının gösterimi	25
Şekil 3.4.5.c. Renklerin ayırıştırması gösterimi	25
Şekil 3.5.a. Her bir pikselin parlaklık gösterimi	26
Şekil 3.5.b. Her bir pikselin 3 farklı renk için parlaklık gösterimi	26
Şekil 3.6. Dijital şekilde piksel gösterimi	27
Şekil 3.7.a. Siyah beyaz şeklin bit ile ifadesi gösterimi.....	28
Şekil 3.7.b. Renkli şeklin bit ile ifadesi gösterimi	28
Tablo 3.9.1. N ve k'nın değişik değerlerinin bit sayısı gösterimi	30
Şekil 3.9.1. Operasyon çeşitleri gösterimi	33
Şekil 3.9.4. Şekil ve histogram gösterimi	34
Şekil 3.10.1.1. T_r operatöründe r artarken eğrinin değişim grafiği.....	37
Şekil 4.1. Farklı yükseltilere sahip arazi gösterimi	40
Tablo 4.1.1. $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.3 ve 0.4 değerlerinin incelenmesi.....	41
Tablo 4.1.2. $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.1 ve 0.8 değerlerinin incelenmesi	42

Tablo 4.1.3. $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.8 ve 0.1 değerlerinin incelenmesi	43
Şekil 4.2.a. Eğimli Arazi Gösterimi.	45
Şekil 4.2.b. Arazinin Eğiminin Gösterimi.....	46
Şekil 4.2.c. Parçalara Ayrılmış Arazinin Eğiminin Gösterimi.....	46
Şekil 4.2.1.a. $F_{\alpha,\beta}$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli.....	47
Şekil 4.2.1.b. $B_{\alpha,\beta}$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli	47
Şekil 4.2.1.c. $Z_{\alpha,\beta}^w$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli.....	48
Şekil 4.2.2.a. Gerekli nem miktarı hesaplama örneği grafiği.....	50
Şekil 4.2.2.b. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği	51
Tablo 4.2.2.1.İlaç Gübre eşik değeri	52
Tablo 4.2.2.2.İlaç Gübre Operatör değerleri	53
Şekil 4.2.2.c. 3. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği	54
Şekil 4.2.2.d. 7. dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği.....	54
Şekil 4.2.2.e. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği	55

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER	AÇIKLAMALAR
μ	Fuzzy küme
ν	Fuzzy küme
\leq	Küçük eşit
\geq	Büyük eşit
\vee	Supremum
\wedge	Infimum
$:\Leftrightarrow$	Tanım
\sqsubseteq	Alt küme
\cap	Fuzzy kümelerin kesişimi
\sqcup	Fuzzy kümelerin birleşimi
\in	Elemanıdır
FS	Fuzzy Küme
IFS	Intuitionistic Fuzzy Küme
$\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle$	Intuitionisite Fuzzy Küme
RGB	Kırmızı-Yeşil-Mavi
TIGS	Temel İlaç-Gübre Seviyesi
RIGS	Risk İlaç-Gübre Seviyesi

1.GİRİŞ

Bir kümenin elemanlarının o kümeye ait olma durumunun kesin olarak tanımlanmasına klasik küme teoride ihtiyaç duyulmaz. Bu yüzden, çözüm kümelerini kesin bir şekilde nasıl ifade ederiz? sorusu ile karşılaşılır. Örnek olarak, reel ekseninde başlangıç noktasına yakın olan noktalar kümesini oluşturmak, 1 birim uzaklıktaki noktalar kümesini oluşturmaktan daha ciddi bir problemdir. Bilinen kavramlarla imkansızdır. Buna benzer problemle, ağırlığı 10 kg'dan fazla olanlarla ağırlığı 10 kg olan maddelerin kümelerini oluştururken karşımıza çıkar. O halde, 10 kg'dan ağır nesnelerin kümesini oluşturulurken, maddenin ağırlığına göre bir seviye belirlenmesi gerekir. Bu seviye belirleme sonucu ortaya çıkacak derece, elemanın o kümeye ait olma seviyesi olarak karşımıza çıkar.

L.A Zadeh tarafından Fuzzy Küme Teori, bu ve buna benzer problemlerin çözümü için 1965 yılında tanımlanmıştır.

Klasik mantıkta, ifadelerin doğruluk değeri $\{0,1\}$ kümesindeyken fuzzy mantıkta önermelerin doğruluk değeri $[0,1]$ aralığındadır. Böylece, fuzzy küme teori de bir elemanın bir kümeye ait olma değeri daha uygun bir şekilde ifade edilebilir. Fuzzy küme teoride, bir elemanın bir kümeye ait olma değerine o elemanın kümeye üye olma derecesi denir. Bir elemanın bir kümeye üye olma derecesi ile üye olmama derecesinin toplamı 1 olmak zorundadır. Bu yöntemle elde edilen fuzzy kümeler klasik kümelerin genişlemesidir.

Fuzzy kümenin bazı problemlerin ve durumların çözümlenmesi ve modellenmesinde yeterli olmadığı için, benzer sorunların çözümünde etkili olan "Intuitionistic Fuzzy Küme" kavramı, K. T. Atanassov [Atanassov,1986] tarafından 1986 yılında tanımlanmıştır. Intuitionistic fuzzy küme teoride bir elemanın bir kümeye ait olma derecesi ile olmama derecesi toplamı 1 olmak zorunda değildir. Bu özelliğinden dolayı her fuzzy küme intuitionistic fuzzy kümedir. Ancak, tersi doğru değildir. Dolayısıyla fuzzy kümeler intuitionistic fuzzy kümelerin özel bir halidir.

Intuitionistic fuzzy operatör tanımı K.Atanassov [Atanassov,1999] tarafından 1999 yılında verilmiştir. Daha sonraki yıllarda farklı intuitionistic fuzzy operatörler başka araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır.

[Atanassov,2001,2006,2007,2008,Çuvalcıoğlu,2007,,2010,2012,Dençhava,2004,2003]

Intuitionistic fuzzy operatörlerin Mühendislik, Uzay bilimleri, Sosyal bilimler, Genetik gibi birçok alanlarda uygulaması vardır.

Bu çalışmada tarım alanlarında sulama yapmak amacıyla intuitionistic fuzzy kümeler ve operatörler kullanılarak bir modelleme yapılması planlanmıştır. Bu amaçla öncelikle fuzzy küme teoride bozuk resimlerin görüntülerinin iyileştirilmesi ile yapılan çalışmalar [Pal,King,1980,Pal,King,1981] öncelikle dikkate alınmış olsa da fuzzy küme teorisinin problemin çözümünde eksik kaldığı, hatta mevcut yöntemin yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Tarım alanlarında sulama probleminin çözümü için intuitionistic fuzzy küme teorisini ve intuitionistic fuzzy operatörlerinin kullanımının, sistemin daha az hata ile çalışacağı anlaşıldığından, bu tezde intuitionistic fuzzy küme teorisini ve intuitionistic fuzzy operatörlerini kullanılmıştır.

Daha önceki çalışmalarda, tarım arazisi yön, toprak biçimi, ağaç cinsi, ağaç dönemi, toprak, hava nemi gibi değişkenlere ayrılarak tıpkı bir resim gibi parçalara ayrılarak sulama aşamalarında yapılacak müdahaleler intuitionistic fuzzy modal operatörler kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, ağaç cinsi, dönemi ve toprak özelliklerine bağlı olarak ilaçlama ve gübreleme işlemleri için benzer intuitionistic fuzzy modal operatörler kullanılmıştır.

Geliştirilen yöntem sayesinde meyvelerdeki kimyasal atık miktarı azaltılması, enerji ve insan gücü olarak hem sağlıklı hem de ekonomik bir tarım yapılması ve tarım yapılamayacak bölgelerin tarıma açılması gibi teknolojik ve ekonomik katkılar elde edileceği açıktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

L. A. Zadeh tarafından fuzzy küme teori 1965 yılında tanıtılmıştır. [Zadeh,1965]. Daha sonraki yıllarda, fuzzy mantık birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

Fuzzy küme birçok alanda uygulamaya sahiptir, bunlardan biri de düşük kontrastlı şekillerin görüntü kalitesini iyileştirmek için Pal, S.K. ve King, R.A. tarafından 1981 yılında yapılan çalışmadır.[Pal, King, 1980, Pal, King, 1981]

K. Atanassov tarafından intuitionistic fuzzy küme teori 1983 yılında ortaya atılmıştır.[Atanassov,1983]. Intuitionistic fuzzy kümelerin bazı özellikleri aynı yazar tarafından incelenmiştir.

Fuzzy operatörlerinin tanımlanmasının ardından, 1999 yılında intuitionistic fuzzy kümeler üzerindeki bazı birinci tip model operatörlerin tanımı (\boxplus ve \boxtimes), K. Atanassov tarafından verilmiştir. [Atanassov,1999] 2004 yılında bu operatörlerin genişlemesi olan \boxplus_{α} ve \boxtimes_{α} operatörleri K. Dencheva tarafından tanıtılmıştır [Dencheva,2004]. Daha sonra; 2006 yılında K. Atanassov $\boxplus_{\alpha\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerini tanımlamıştır [Atanassov,2006]. Bu operatörler [Dencheva,2004] de tanıtılan operatörlerin bir genişlemesidir. $\boxplus_{\alpha\beta\gamma}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta\gamma}$ operatörleri $\boxplus_{\alpha\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerin bir genişlemesi olarak aynı yazar tarafından tanıtılmıştır [Atanassov,2007].

2007 yılında G. Çuvalcıoğlu \boxplus_{α} ve \boxtimes_{α} operatörlerinin genişlemesi ek olarak $E_{\alpha\beta}$ operatörünü tanımlamıştır [Çuvalcıoğlu,2007].

2008 yılında K. Atanassov o güne kadar tanımlanan birinci tip model operatörlerin bir diyagram oluşturduğunu ortaya koymuş ve bu diyagrama $E_{\alpha\beta}$ operatörü ile $\boxplus_{\alpha\beta\gamma}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta\gamma}$ operatörlerinin genişlemesi olan $\boxplus_{\alpha,\beta,\gamma,\delta}$ operatörünü eklemiştir. 2009 yılında K. Atanassov $\boxplus_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\epsilon,\tau}$ operatörünü tanıtmış ve bu operatörün diyagramdaki operatörlerin en genel hali olduğunu ortaya koymuştur. 2010 yılında G. Çuvalcıoğlu $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörünü tanıtmıştır.

Bu operatör $E_{\alpha,\beta}$, $\boxplus_{\alpha,\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha,\beta}$ operatörlerinin genişlemesi olarak diyagrama yerleşmiş ve diyagramı genişletmiştir [Çuvalcıoğlu,2010]. 2012 yılında aynı araştırmacı tarafından $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$, $\boxplus_{\alpha,\beta}$ ve \boxtimes_{α} operatörlerin genişlemesi olan $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü tanımlanmıştır[Çuvalcıoğlu, 2013]. Bu operatörün tanımlanması ile diyagram son halini almıştır[Çuvalcıoğlu,2013].

Intuitionistic fuzzy kümeler üzerindeki modal operatörler ile tarım alanı bölgesi incelenmiştir[Çuvalcıoğlu Aykut, 2014, Çuvalcıoğlu Aykut, 2015]. $E_{\alpha,\beta}$ operatörü tarım alanında sulama için kullanılmıştır [Çuvalcıoğlu Aykut, 2014]. Daha sonra $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}, F_{\alpha,\beta}, B_{\alpha,\beta}$ operatörleri tarım alanında daha ekonomik sulama yapmak için incelenmiştir [Çuvalcıoğlu Aykut, 2015].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tanım 3.1: [Birkhoff, 1940] X bir küme, X de tanımlı “ \leq ” bağıntısı;

- i. $\forall x \in X, x \leq x$
- ii. $x, y \in X, x \leq y$ ve $y \leq x$ ise $x = y$
- iii. $x, y \in X, x \leq y$ ve $y \leq z$ ise $x \leq z$

yukarıdaki özelliklerini sağlıyorsa “ \leq ” bağıntısına kısmi sıralama bağıntısı ve (X, \leq) kümesine kısmi sıralı küme denir.

Tanım 3.2: [Birkhoff, 1940] (X, \leq) kısmi sıralı küme olsun.

$\forall x, y \in X, x \leq y$ veya $y \leq x$ ise (X, \leq) kümesine zincir denir.

Tanım 3.3: [Birkhoff,1940] $(L, \leq X)$ kısmi sıralı bir küme olsun.

$\forall a, b \in L$ için $\sup\{a, b\} = a \vee b \in L$ ve $\inf\{a, b\} = a \wedge b \in L$ ye kafes denir. (L, \vee, \wedge) ile gösterilir.

Tanım 3.4: [Birkhoff,1940] L bir kafes ve $T \subseteq L$ olsun. $a, b \in T$ için $a \wedge b \in T$ ve $a \vee b \in T$ ise T kümesine alt kafes denir.

Tanım 3.5: [Birkhoff,1940] L bir kafes olsun.

$\forall T \subseteq L$ için $\sup T$ ve $\inf T$ varsa L ye tam kafes denir.

Önerme 3.1: [Birkhoff, 1940] Bir kafesin duali kafes ve tam kafesin duali tam kafestir.

Teorem 3.1: [Birkhoff, 1940] L bir tam kafes, $S \subset L$ ve I, L nin en büyük elemanı olsun.

- (i) $I \in S$
- (ii) $T \subset S$ ise $\inf T \in S$

sağlanıyorsa S tam kafestir.

Önerme 3.2: [Birkhoff,1940] L bir kafes olsun. L kafesinde dağılma özelliği; $\forall x, y, z \in L$ için $x \wedge (y \vee z) \geq (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$ ve $x \vee (y \wedge z) \geq (x \vee y) \wedge (x \vee z)$ dir.

Teorem 3.2:[Birkhoff,1940]Herhangi bir L kafesinde aşağıdaki özdeşlikler denktir.

- i. $\forall x, y, z \in L$ için $x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$

$$\text{ii. } \forall x, y, z \in L \text{ için } x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$$

Tanım 3.6: [Birkhoff,1940] L bir dağılımlı kafestir. $\Leftrightarrow \forall x, y, z \in L$ için $x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$ [$x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$] dir.

Teorem 3.3: [Birkhoff 1940] L bir dağılımlı kafes olsun. $x, y, c \in L$ için

$$c \wedge x = c \wedge y \text{ ve } c \vee x = c \vee y \Rightarrow x = y$$

Önerme 3.3: [Birkhoff,1940] Her zincir bir dağılımlı kafestir.

Tanım 3.7: [Birkhoff,1940] L bir kafes ve $\forall x, y, z \in L$ için

$$x \leq z \Rightarrow x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge z \text{ koşulu sağlanıyorsa } L \text{ ye modüler denir.}$$

3.1 FUZZY KÜMELER

Eflatun bir önermenin doğruluk değerinin “1”, “0” ya da “arada bir değer” olabileceğini M.Ö.350 yılında ortaya atmıştır. Fakat, oluşturulan matematiksel yapılarda bu fikir itibar görmediği için, bir önerme ya doğru ya da yanlış olarak ifade edilmiştir. Bu matematik mantıkla, çözümleri bulunmayan, ya da doğruyken yanlış, yanlışken doğru olan ifadeler çözümsüz kalmıştır. Daha önceleri ifade edilmesine ya da tartışılmasına rağmen bu mantık en detaylı şekilde L.Zadeh tarafından 1965 yılında ilk defa çalışılmıştır.

L.A.Zadeh fuzzy küme teorisinin neden ve nasıl ortaya çıktığını şu şekilde tanımlamıştır:

“Çoğunlukla, günlük yaşamda karşılaştığımız nesnelerin sınıfının üyelik kriterleri kesin bir şekilde tanımlanmamıştır. Örneğin; hayvanların sınıfının köpekleri, atları, kuşları vs. içerdiği ancak kaya, bitki gibi nesnelere içermediği açıktır. Ancak bakteri, deniz yıldızı gibi nesnelere belirsiz statüsündedir. Benzer bir belirsizlik reel sayılar sınıfında bir sayının 1 sayısından çok büyük olma bağıntısında ortaya çıkar.

Açıktır ki, “1 sayısından çok büyük reel sayıların sınıfı” veya “güzel kadınların sınıfı”, veya “uzun erkeklerin sınıfı” matematik anlamında “sınıf” veya “küme” belirtmez. Fakat yine de kesin olmayan şekilde tanımlanan bu sınıflar insanların özellikle iletişim ve somutlaştırma anlamında önemli rol oynar.

Fuzzy küme kavramı “kavramsal yapı” inşası için kolaylık sağlar. Bu yapı klasik küme teorideki yapı ile paralellik gösterir ancak daha geneldir. Özellikle bilgi işleme ve sınıflandırmada daha fazla kullanım alanına sahip olabilir. Temel olarak böyle bir yapı kesin tanımlama kriterlerinden yoksun olan bir sınıfa üye olma problemleri için doğal bir yöntem belirtir.

Bunun daha iyi anlaşılabilmesi için makalesinde kullandığı örneklerin orijinali aşağıdaki gibidir.

Örnek 3.1.1: $X = \mathbb{R}$ ve A , 1 den çok büyük sayıların fuzzy kümesi olsun. $\mu_A(x)$, \mathbb{R} de fonksiyon olmak üzere A nın karakterizasyonunu verebiliriz. Böyle bir fonksiyonun örnek değerleri şu şekilde olabilir:

$$\begin{aligned}\mu_A(0) &= 0, \mu_A(1) = 0, \mu_A(5) = 0,01, \\ \mu_A(10) &= 0,2, \mu_A(100) = 0,95, \mu_A(500) = 1.\end{aligned}$$

X sayılabilir bir küme olduğunda bir fuzzy kümenin üyelik fonksiyonu olasılık fonksiyonu ile benzerlik göstermesine rağmen bu iki kavram arasında temel farklılıklar vardır. Üyelik fonksiyonlarının işlemlerinin kuralları ve temel özellikleri verildiğinde bu farklılıklar açık bir şekilde görülebilecektir.

Bu problemlerin çözümü için fuzzy küme tanımı ve fuzzy küme üzerinde tanımlı bazı işlemler şu şekilde vermiştir;

Tanım 3.1.1: [Zadeh,1965] X bir evrensel küme olsun.

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X, \mu_A: X \rightarrow [0,1] \}$$

kümesine X de Fuzzy Küme (FS) denir. $\mu_A(x)$, $x \in X$ in üye olma derecesidir. X de fuzzy kümelerin ailesi $FS(X)$ ile gösterilir.

Tanım 3.1.2: [Zadeh,1965] X bir evrensel küme $A, B \in FS(X)$ olsun. A ve B üzerindeki bazı işlemler aşağıdaki gibi tanımlanır.

- $A \subseteq B : \Leftrightarrow \forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$
- $A=B : \Leftrightarrow A \subseteq B \wedge B \subseteq A$
- $A \cap B = \{ \langle x, \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \rangle \mid x \in X \}$
- $A \cup B = \{ \langle x, \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \rangle \mid x \in X \}$
- $A^c = \{ \langle x, 1 - \mu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$

Örnek 3.1.2: $X = \{a, b, c, d, e, f\}$ kümesi için

$A = \{(b, 0.3), (c, 1), (d, 0.7)\}$ ve $B = \{(a, 1), (b, 0.4), (d, 0.6), (e, 0.5)\}$ fuzzy kümeleri verilsin.

$$A \cap B = \{(b, 0.3), (d, 0.6)\},$$

$$A \cup B = \{(a, 1), (b, 0.4), (c, 1), (d, 0.7), (e, 0.5)\},$$

$$A^c = \{(a, 1), (b, 0.7), (d, 0.3), (e, 1), (f, 1)\} \text{ şeklinde bulunur.}$$

Örnek 3.1.3: $X=[0,150]$ olmak üzere X in A, B, C fuzzy kümelerinin üyelik fonksiyonları $\mu_A(X) = \frac{x}{x+5}$, $\mu_B(X) = \frac{x}{150}$ ve $\mu_C(X) = \frac{1}{1+(100-x)}$ şeklinde verilsin.

$$(a) \quad \mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) = 1 - \frac{x}{x+5} = \frac{5}{x+5},$$

$$(b) \quad \mu_{A \cup B}(X) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = \max\left\{\frac{x}{x+5}, \frac{x}{150}\right\}$$

$$\mu_{A \cup B}(X) = \begin{cases} \frac{x}{x+5}, & 0 \leq x < 145 \\ \frac{x}{150}, & x \geq 145 \end{cases} \text{ elde edilir.}$$

Önerme 3.1.1: [Zadeh, 1965] X bir evrensel küme $A, B, C \in FS(X)$ olsun.

- $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$, $(A \cap B)^c = A^c \cup B^c$
- $C \cap (A \cup B) = (C \cap A) \cup (C \cap B)$, $C \cup (A \cap B) = (C \cup A) \cap (C \cup B)$

Tanım 3.1.3: [Zadeh, 1965] X bir evrensel küme, $i \in I$ için $A_i \in FS(X)$ olsun. $x \in X$,

$$i. \quad (\bigcup_{i \in I} A_i)(x) = \sup_{i \in I} A_i(x)$$

ii. $(\bigcap_{i \in I} A_i)(x) = \inf_{i \in I} A_i(x)$

Tanım 3.1.4: [Zadeh, 1965] X bir evrensel küme, $A \in FS(X)$ olsun. $t \in [0,1]$ için

i. $A_t = \{x \in X \mid \mu(x) \geq t\}$ kümesine A nın seviye alt kümesi,

ii. $A_{<t>} = \{x \in X \mid \mu(x) > t\}$ kümesine A nın güçlü seviye alt kümesi

denir.

Örnek 3.1.4: $X = \{a, b, c, d, e, f\}$ kümesi üzerinde

$A = \{(a, 0.7), (b, 0.6), (c, 0.1), (d, 0.4), (e, 1), (f, 0.1), (g, 0)\}$ fuzzy kümesi

için

$A_1 = \{e\}$,

$A_{0.5} = \{a, b, e\} = A_{0.45} = A_{0.51}$,

$A_{<0.8>} = \{e\} = A_1$ ve $A_{<0>} = \{a, b, c, d, e, f\}$ şeklindedir.

3.2 INTUITIONISTIC FUZZY KÜMELER

Fuzzy küme teorisinin bir genellemesi olarak intuitionistic fuzzy teori 1983 yılında ortaya çıkmıştır. Örnek 3.2.1 ile intuitionistic fuzzy küme teorisinin fuzzy küme teorisinin kesin genellemesi olduğu ortaya koyulmuştur.

Aşağıdaki intuitionistic fuzzy küme tanımı, geometrik yorumu, fuzzy kümeden farkı ve küme üzerindeki işlemler verilmiştir.

Not: $L = [0,1]$ ve $L^* = \{(x_1, x_2) \in [0,1]^2 \mid x_1 + x_2 \leq 1\}$ öyle ki

“(x₁, x₂) ≤ (y₁, y₂): ⇔ x₁ ≤ y₁ ve x₂ ≥ y₂” ile bir kafestir.

(L*, ≤) kafesi bir tam kafestir. $\forall A \subseteq L^*$ için

$\sup A = (\sup\{x \in [0,1] : (y \in [0,1], (x, y) \in A)\}, \inf\{y \in [0,1] : (x \in [0,1], (x, y) \in A)\})$ ve

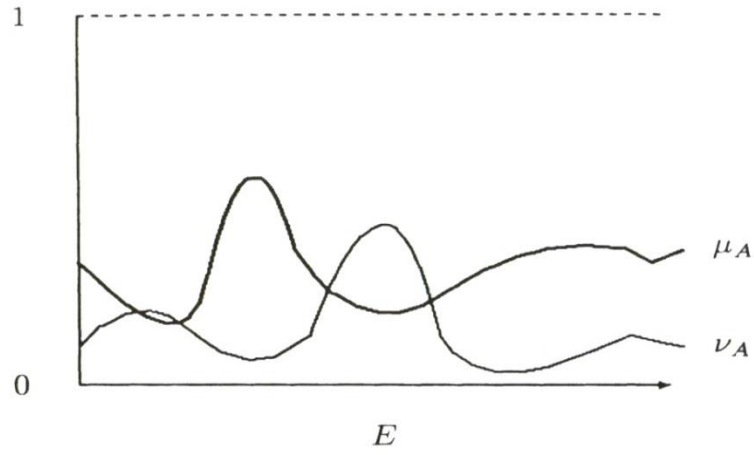
$\inf A = (\inf\{x \in [0,1] : (y \in [0,1], (x, y) \in A)\}, \sup\{y \in [0,1] : (x \in [0,1], (x, y) \in A)\})$

şeklinde tanımlanır.

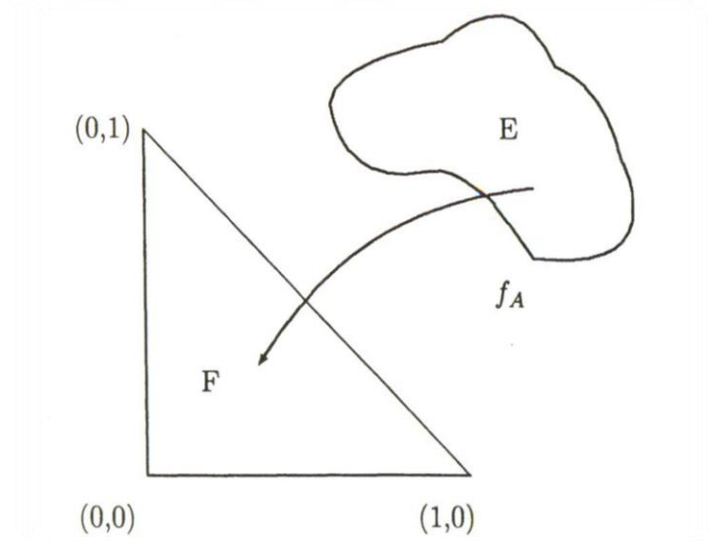
Tanım 3.2.1: [1] X bir evrensel küme olsun. $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ ve $\nu_A: X \rightarrow [0,1]$

fonksiyonları, sırasıyla, $x \in X$ in üye olma derecesi ve üye olmama derecesi olmak üzere $A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1 \}$ kümesine X , de intuitionistic Fuzzy Küme (IFS) denir. X de intuitionistic fuzzy kümelerin ailesi $IFS(X)$ ile gösterilir.

Intuitionistic fuzzy kümeler farklı geometrik gösterimlere sahiptir.



Şekil 3.2.1.a ya IF kümenin standart geometrik gösterimi denir



Şekil 3.2.2 IF kümenin ikinci geometrik gösterimi

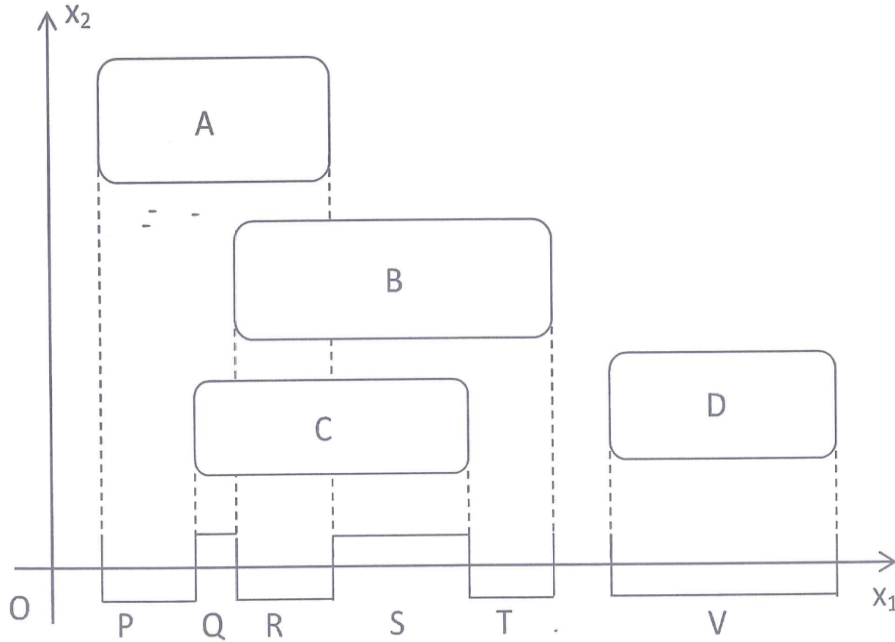
Tanım 3.2.2: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme, $A \in IFS(X)$ olsun.

$\pi_A(x) = 1 - (\mu_A(x) + \nu_A(x))$ değerine x in A kümesindeki hassasiyet derecesi denir.

Tanım 3.2.3: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme olsun. $A \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere $\exists x \in X$ için $\pi_A(x) > 0$ ise A kümesine öz intuitionistic fuzzy küme denir.

Intuitionistic fuzzy küme teorisinin, fuzzy küme teorisinin kesin genişlemesi olduğunu gösteren öz intuitionistic fuzzy küme bir örnek verelim.

Örnek 3.2.1: [Atanassov, 1999] A, B, C ve D kümeleri Öklid düzleminde kapalı, konveks, bağlantılı, kompakt ve $A \cap B = A \cap C = A \cap D = B \cap C = B \cap D = C \cap D = \emptyset$ olsun. Şekil 3.2.3 deki Ox_1x_2 koordinat düzlemi verilsin ve $PUQR, QURUS, RUSUT$ ve V kümeleri sırası ile A, B, C ve D kümelerinin Ox_1 ekseninde dik izdüşümleri olsun. X kümesinin Ox_1 eksenine dik uzanan Ox_1 eksenindeki y noktasına uzaklığını $\ell(y, X)$ ile göstereceğiz.



Şekil 3.2.3 Öz intuitionistic fuzzy küme örneği gösterimi

$E = A \cup B \cup C \cup D$ evrensel küme olsun ve F, G kümeleri aşağıdaki koşulları sağlasın.

- i. $A \subset F \subset A \cup C \cup D$,
- ii. $B \subset G \subset B \cup C \cup D$,
- iii. $F \cap G = \emptyset$,
- iv. $F \cup G \subset E$

iii, iv koşullarından F kümesi öz olarak G 'nin tümleyeninde içerildiği görülür ve i, ii koşullarından $F=A$ ve $G=B$ durumlarının dahil olmadığı açıktır.

E deki noktaların sadece Ox_1 eksenindeki izdüşümlerini inceleyebildiğimizi ve $\forall x \in E$ için sadece $\ell(y, X)$ ($X=A, B, C$ veya D) değerini bildiğimizi kabul edelim.

y elemanı için;

$y \in P$ ise $x \in A$ olacak şekilde bir x in izdüşümüdür. $A \subset F$ olduğundan $\mu_F(x) = 1$ dir.

$y \in Q$ ise $x \in A$ veya $x \in C$ olacak şekilde bir x in izdüşümüdür.

$x \in A \Rightarrow x \in F$ ve $x \in C \Rightarrow x \in F \vee x \in G$ dir. Bu durumda x in F deki üye olma

derecesi; $\mu_F(x) = \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}$ dir.

Aynı şekilde incelemeye devam edildiğinde ;

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 1, & y \in P \\ \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}, & y \in Q \\ \frac{\ell(y, A)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ 0 & y \in S \cup T \cup V \end{cases}$$

ve

$$\nu_F(x) = \begin{cases} 0, & y \in P \cup Q \cup V \\ \frac{\ell(y, B)}{\ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in Q \\ \frac{\ell(y, B)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ 1, & y \in T \end{cases}$$

$$\text{Böylece } \pi_A(x) \text{ fonksiyonun değeri; } \pi_F(x) = \begin{cases} 0, & y \in P \cup T \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, A) + \ell(y, C)}, & y \in Q \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, A) + \ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in R \\ \frac{\ell(y, C)}{\ell(y, B) + \ell(y, C)}, & y \in S \\ 1, & y \in V \end{cases}$$

Burada $\pi_A(x) > 0$ değeri inşa edilen kümenin öz intuitionistic fuzzy küme olduğunu gösterir.

Atanassov tarafından intuitionistic fuzzy kümeler üzerindeki bazı işlemler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Tanım 3.2.4: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme $A, B \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere,

- i. $A \sqsubseteq B: \Leftrightarrow \forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ ve } \nu_A(x) \geq \nu_B(x)$
- ii. $A = B: \Leftrightarrow A \sqsubseteq B \wedge B \sqsubseteq A$
- iii. $A \sqcap B = \{ \langle x, \mu_A(x) \wedge \mu_B(x), \nu_A(x) \vee \nu_B(x) \rangle \mid x \in X$
- iv. $A \sqcup B = \{ \langle x, \mu_A(x) \vee \mu_B(x), \nu_A(x) \wedge \nu_B(x) \rangle \mid x \in X$
- v. $A^c = \{ \langle x, \nu_A(x), \mu_A(x) \rangle \mid \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \in A$
- vi. $A + B = \{ \langle x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X$
- vii. $A \cdot B = \{ \langle x, \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) + \nu_B(x) - \nu_A(x) \cdot \nu_B(x) \rangle \mid x \in X$

dir.

Bu işlemlerin bazı temel özellikleri aynı araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Önerme 3.2.1: [Atanassov, 1999] X bir evrensel küme $A, B \in \text{IFS}(X)$ olsun.

- i. $A \sqcap B = B \sqcap A$
- ii. $A \sqcup B = B \sqcup A$
- iii. $A + B = B + A$
- iv. $A \cdot B = B \cdot A$

Önerme 3.2.2: [Atanassov, 1999] X bir evrensel küme $A, B \in \text{IFS}(X)$ olsun.

- i. $A \sqcap B \sqcup C = (A \sqcup C) \sqcap (B \sqcup C)$
- ii. $A \sqcap B + C = (A + C) \sqcap (B + C)$
- iii. $A \sqcap B \cdot C = (A \cdot C) \sqcap (B \cdot C)$

3.3 INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLER

Bazı intuitionistic fuzzy operatörler Atanassov tarafından 1999 yılında tanıtılmış ve temel özellikleri incelenmiştir. Bunlardan intuitionistic fuzzy kümeyi fuzzy kümeye dönüştüren iki operatör aşağıdaki gibidir.

Tanım 3.3.1: [Atanassov, 1999] X evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$ olsun.

- i. $\square A = \{ \langle x, \mu_A(x), 1 - \mu_A(x) \rangle : x \in X \} = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle : x \in X \}$
- ii. $\diamond A = \{ \langle x, 1 - \nu_A(x), \nu_A(x) \rangle : x \in X \} = \{ \langle x, 1 - \nu_A(x) \rangle : x \in X \}$

Uyarı: X evrensel küme olmak üzere $A \in \text{IFS}(X)$ ise $\Box A = A = \Diamond A$,
 $A \in \text{IFS}(X)$ ise $\Box A \sqsubset A \sqsubset \Diamond A$ ve $\Box A \neq A \neq \Diamond A$ dır.

Bu durum intuitionistic fuzzy kümelerin, fuzzy kümelerin zorunlu bir genellemesi olduğunu gösteren bir örnektir. Şimdi bu operatörlerin bazı özelliklerini ve birbirleri ile ilişkilerini inceleyelim.

Teorem 3.3.1: [Atanassov, 1999] X evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$ için

- i. $\Box A = (\Diamond A^c)^c$
- ii. $\Diamond A = (\Box A^c)^c$

Teorem 3.3.2: [Atanassov, 1999] X evrensel küme, $A, B \in \text{IFS}(X)$ için

- i. $\Box(A \cup B) = \Box A \cup \Box B$
- ii. $\Box(A \cap B) = \Box A \cap \Box B$
- iii. $\Diamond(A \cup B) = \Diamond A \cup \Diamond B$
- iv. $\Diamond(A \cap B) = \Diamond A \cap \Diamond B$

IF kümeler üzerinde iki topolojik operatör tanımlanmıştır. Bunlardan kapanış operatörü C ve iç operatörü I dir.

Tanım.3.3.2: [Atanassov, 1999] X evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$ olsun.

$K = \sup_{x \in X} \mu_A(x)$, $L = \inf_{x \in X} \nu_A(x)$, $k = \inf_{x \in X} \mu_A(x)$, $l = \sup_{x \in X} \nu_A(x)$ değerleri tanımlanmak üzere;

$C(A) = \{ \langle x, K, L \rangle \mid x \in X \}$ ve $I(A) = \{ \langle x, k, l \rangle \mid x \in X \}$ dir.

Her iki operatörün IF kümelerdeki yorumu sırasıyla \exists ve \forall nin IF kümelerdeki yorumlarına denktir.

Bu operatörlerin diğer operatörlerle ilişkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bunların bazıları şu şekildedir:

Teorem 3.3.3: [Atanassov, 1999] X evrensel küme, $A, B \in \text{IFS}(X)$ için,

- i. $C(A), I(A) \in \text{IFS}(X)$
- ii. $I(A) \sqsubseteq A \sqsubseteq C(A)$

Teorem 3.3.4: [Atanassov, 1993] X evrensel küme, $A \in IFS(X)$ için,

- i. $\diamond A \sqsubseteq C(A)$
- ii. $I(A) \sqsubseteq \square A$
- iii. $I(A^c)^c = C(A)$

Topolojik operatörler yardımı ile tanımlanan bazı operatörler aşağıdaki gibidir.

Tanım 3.3.3: [Atanassov, 2007] X evrensel küme, $A \in IFS(X)$ olsun.

- i. $C_\mu(A) = \{ \langle x, K, \min(1-K, v_A(x)) \rangle \mid x \in X \}$
- ii. $C_\nu(A) = \{ \langle x, \mu_A(x), L \rangle \mid x \in X \}$
- iii. $I_\mu(A) = \{ \langle x, k, v_A(x) \rangle \mid x \in X \}$
- iv. $I_\nu(A) = \{ \langle x, \min(1-l, \mu_A(x)), l \rangle \mid x \in X \}$

Intuitionistic fuzzy kümeler üzerinde tanımlı diğer operatörleri ve özelliklerini verelim.

Tanım 3.3.4: [Atanassov, 2001] X evrensel küme, $A \in IFS(X)$ ve $n \in \mathbb{N}$ olsun.

- i. $nA = \{ \langle x, 1 - (1 - \mu_A(x))^n, (v_A(x))^n \rangle : x \in X \}$
- ii. $A^n = \{ \langle x, (\mu_A(x))^n, 1 - (1 - v_A(x))^n \rangle : x \in X \}$

Önerme 3.3.1: [6] X evrensel küme, $A \in IFS(X)$ olmak üzere $\forall B \in IFS(X)$ için $\exists m, n \in \mathbb{N}$ vardır öyleki $A^m \sqsubset B \sqsubset nA$ dir.

Teorem 3.3.5: [Atanassov, 2001] X evrensel küme, $A \in IFS(X)$ olsun.

- i. $(\square A)^n = \square A^n$
- ii. $(\diamond A)^n = \diamond A^n$
- iii. $(\square A) = \square n.A$
- iv. $n(\diamond A) = \diamond n.A$

Dört parça halinde tanımlanan model operatörlerin en basitleri;

Tanım 3.3.5: [Atanassov, 1999] X bir evrensel küme ve $A \in IFS(X)$, $\alpha, \beta \in [0, 1]$ olsun.

- i. $\boxplus A = \{ \langle x, \frac{\mu_A(x)}{2}, \frac{v_A(x)+1}{2} \rangle \mid x \in X \}$

- ii. $\boxtimes A = \{ \langle x, \frac{\mu_A(x)+1}{2}, \frac{\nu_A(x)}{2} \rangle \mid x \in X \}$ şeklinde tanımlanmıştır.

Teorem 3.3.6: [4] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere $\boxplus \boxtimes A \subseteq \boxtimes \boxplus A$ dir.

\boxplus ve \boxtimes operatörlerinin bir genişlemesi olan operatörler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Tanım 3.3.6: [Dencheva, 2004] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olsun.

- i. $\boxplus_{\alpha} A = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \alpha \nu_A(x) + 1 - \alpha \rangle \mid x \in X \}$
 ii. $\boxtimes_{\alpha} A = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x) + 1 - \alpha, \alpha \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$

Lemma 3.3.1: [13] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ öyle ki $\sup_{y \in X} \mu_A(y) < 1$ olsun. $\forall \alpha \in [0,1]$ ve $\forall m, n \in \mathbb{N}$ için

$$\begin{aligned} (\boxplus_{\alpha} A)^m &\subseteq \boxplus_{\alpha} A^m \subseteq \boxplus_{\alpha} A \subseteq \boxplus_{\alpha} nA \subseteq n \boxplus_{\alpha} A \\ (\boxtimes_{\alpha} A)^m &\subseteq \boxtimes_{\alpha} A^m \subseteq \boxtimes_{\alpha} A \subseteq \boxtimes_{\alpha} nA \subseteq n \boxtimes_{\alpha} A \end{aligned}$$

Tanım 3.3.7: [Atanassov, 2006] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ $\alpha, \beta, \gamma, \alpha + \beta \in [0,1]$ olsun.

- i. $\boxplus_{\alpha\beta} (A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \alpha \nu_A(x) + \beta \rangle \mid x \in X \}$
 ii. $\boxtimes_{\alpha\beta} (A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x) + \beta, \alpha \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$

Model operatörlerin üçüncü parçası olan operatörler \boxplus_{α} ve \boxtimes_{α} operatörlerinin bir genişlemesi olarak tanımlanmıştır. Son parçada tanımlanan $\boxplus_{\alpha\beta\gamma}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta\gamma}$ operatörleri de bu operatörlerin genişlemesi olarak tanımlanmıştır.

Tanım 3.3.8: [Atanassov, 2006] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ olsun. $\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$, $\max\{\alpha, \beta\} + \gamma \leq 1$

- i. $\boxplus_{\alpha\beta\gamma} (A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x), \beta \nu_A(x) + \gamma \rangle \mid x \in X \}$
 ii. $\boxtimes_{\alpha\beta\gamma} (A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x) + \gamma, \beta \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$

2007 yılında $E_{\alpha,\beta}$ operatörü bu parçalardan bağımsız olarak \boxplus_{α} ve \boxtimes_{α} operatörlerinin genellemesi olarak aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır. Ve bazı özellikleri aynı araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Tanım 3.3.9: [Çuvalcıoğlu, 2007] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ $\alpha, \beta \in [0, 1]$ olsun.

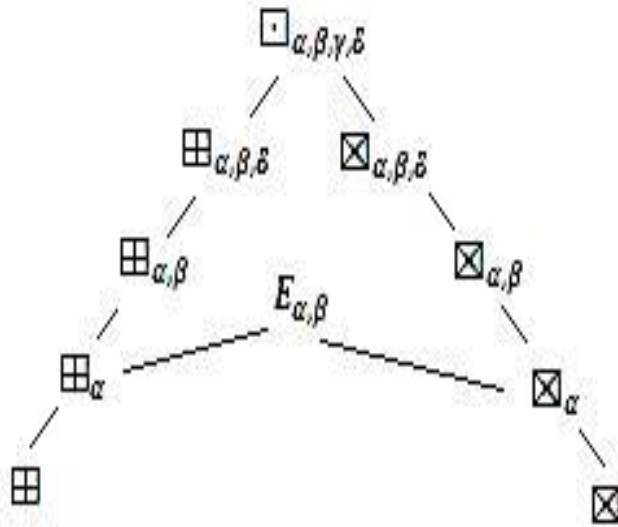
$$E_{\alpha, \beta}(A) = \{ \langle x, \beta(\alpha \mu_A(x) + 1 - \alpha), \alpha(\beta \nu_A(x) + 1 - \beta) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Önerme 3.3.2: [Çuvalcıoğlu, 2007] $A \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere $\forall \alpha, \beta \in [0, 1]$ için $(E_{\alpha, \beta}(A))^c = E_{\alpha, \beta}(A^c)$ dir.

2008 yılında K.Atanassov $E_{\alpha, \beta}$ operatörü ile $\boxplus_{\alpha, \beta, \gamma}$ ve $\boxtimes_{\alpha, \beta, \gamma}$ operatörlerinin genişlemesi olarak aşağıdaki operatörü tanımlamış ve aynı çalışmasında operatörlerin oluşturduğu diyagramı tanıtmıştır.

Tanım 3.3.10: [Atanassov, 2007] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$ $\alpha, \beta, \gamma, \delta \in [0, 1]$ öyle ki $\max(\alpha, \beta) + \gamma + \delta \leq 1$ olmak üzere

$$\boxplus_{\alpha, \beta, \gamma, \delta}(A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x) + \gamma, \beta \nu_A(x) + \delta \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$



Şekil 3.3 $\boxplus_{\alpha, \beta, \gamma, \delta}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı

2009 yılında K.Atanassov diyagramdaki operatörlerin en genel halini şu şekilde tanımlamıştır:

Tanım 3.3.11: [Atanassov, 2008] X bir evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \tau \in [0,1]$ öyle ki
maks($\alpha-\tau, \beta-\varepsilon$)+ $\gamma+\delta \leq 1$ ve min($\alpha-\tau, \beta-\varepsilon$)+ $\gamma+\delta \geq 0$ olsun.

$$\square_{\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \tau}(A) = \{ \langle x, \alpha \mu_A(x) - \varepsilon \nu_A(x) + \gamma, \beta \nu_A(x) - \tau \mu_A(x) + \delta \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

2010 yılında $E_{\alpha\beta}$ operatörü ile $\boxplus_{\alpha\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerinin genellemesi olarak $Z_{\alpha\beta}^{\omega}$ operatörü G. Çuvalcıoğlu tarafından tanımlanmış ve diyagramdaki yeri tanıtılmıştır.

Tanım 3.3.12: [Çuvalcıoğlu, 2010] X bir evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$ ve $\alpha, \beta, \omega \in [0,1]$ olmak üzere;

$$Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A) = \{ \langle x, \beta(\alpha \mu_A(x) + \omega - \omega \alpha), \alpha(\beta \nu_A(x) + \omega - \omega \beta) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Önerme 3.3.3: [Çuvalcıoğlu, 2010] $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \omega \in [0,1]$ olsun.

$$Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A) = (Z_{\beta, \alpha}^{\omega}(A^c))^c$$

Teorem 3.3.9: [Çuvalcıoğlu, 2010] $A, B \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere;

- i. $A \sqsubseteq B \Rightarrow Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A) \sqsubseteq Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(B)$
- ii. $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A \sqcap B) = Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A) \sqcap Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(B)$
- iii. $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A \sqcup B) = Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A) \sqcup Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(B)$

Önerme 3.3.4: [Çuvalcıoğlu, 2010] $A \in \text{IFS}(X)$ ve $\alpha, \beta \in [0,1]$, olmak üzere

- i. $Z_{\alpha, \beta}^1(A) = E_{\alpha, \beta}(A)$
- ii. $Z_{\alpha, 1}^1(A) = \boxtimes_{\alpha} A$
- iii. $Z_{1, \alpha}^1(A) = \boxplus_{\alpha}$

$Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$, $\boxplus_{\alpha\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerinin bir genişlemesi olan $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü G. Çuvalcıoğlu tarafından tanımlanmıştır. Bu operatörün tanımlanması ile diyagram son halini almıştır.

Tanım 3.3.13: [Atanassov, 2008] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta \in [0,1]$ öyle ki

$\max(\alpha - \zeta, \beta - \varepsilon) + \gamma + \delta \leq 1$ ve $\min(\alpha - \zeta, \beta - \varepsilon) + \gamma + \delta \geq 0$ olsun.

$$\odot_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\zeta}(A) = \{x, \alpha\mu_A(x) - \varepsilon\nu_A(x) + \gamma, \beta\nu_A(x) - \zeta\mu_A(x) + \delta > I \mid x \in X\}$$

G. Çuvalcıoğlu tarafından 2010 yılında tanımlanan $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün genellemesidir.

Tanım 3.3.14: [Çuvalcıoğlu, 2013] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \omega, \theta \in [0,1]$ olmak üzere;

$$Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A) = \{ \langle x, \beta(\alpha\mu_A(x) + \omega - \omega\alpha), \alpha(\beta\nu_A(x) + \theta - \theta\beta) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Teorem 3.3.10: [10] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \omega, \theta \in [0,1]$ olsun.

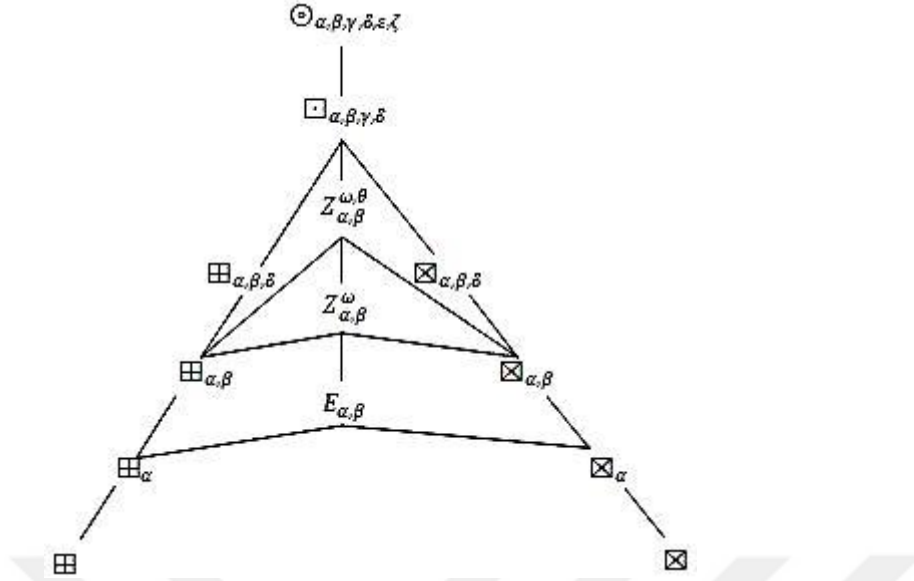
$$\omega \leq \theta \text{ ise } Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A) \sqsubseteq Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$$

Önerme 3.3.5: [Çuvalcıoğlu, 2013] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \omega, \theta \in [0,1]$ olsun.

$$Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A^c) = Z_{\beta,\alpha}^{\theta,\omega}(A)^c$$

Teorem 3.3.11: [Çuvalcıoğlu, 2013] $A, B \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta, \omega, \theta \in [0,1]$ olsun.

- i. $A \sqsubseteq B \Rightarrow Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A) \sqsubseteq Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(B)$
- ii. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A \sqcap B) = Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A) \sqcap Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(B)$
- iii. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A \sqcup B) = Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(A) \sqcup Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}(B)$



Şekil 3.3.a $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı

Tanım 3.3.15: [Atanassov, 2012] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha \in [0,1]$ olmak üzere;

$$D_{\alpha}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha\pi_A(x), v_A(x) + (1 - \alpha)\pi_A(x) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Tanım 3.3.16: [Atanassov, 2012] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olmak üzere;

$$F_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha\pi_A(x), v_A(x) + (\beta)\pi_A(x) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Tanım 3.3.17: [Atanassov, 2012] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olmak üzere;

$$G_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x), \beta v_A(x) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Tanım 3.3.18: [Atanassov, 2012] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olmak üzere;

$$H_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x), v_A(x) + \beta v_A(x) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

$$H^*_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x), v_A(x) + \beta(1 - \alpha\mu_A(x) - v_A(x)) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Tanım 3.3.19: [Atanassov, 2012] X bir evrensel küme ve $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olmak üzere;

$$J_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha\pi_A(x), \beta v_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

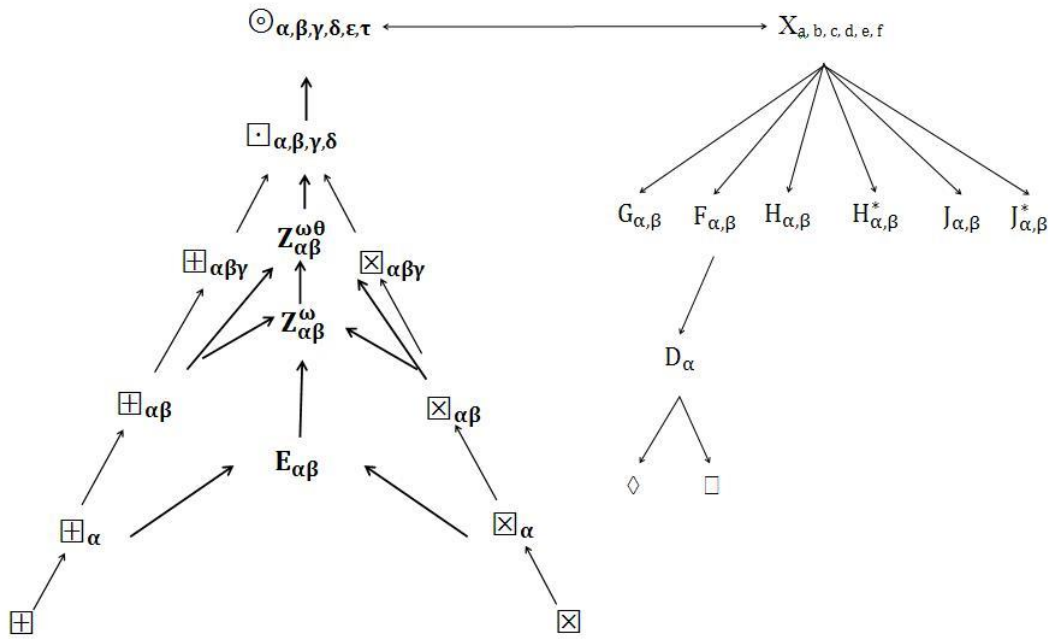
$$J_{\alpha,\beta}^*(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha(1 - \mu_A(x) - \beta v_A(x)), \beta v_A(x) \rangle \mid x \in X \} \text{ dir.}$$

Tanım 3.3.20: [Atanassov, 2007] X bir evrensel küme ve AIFS $\in (X)$,

$a, b, c, d, e, f \in [0,1]$ ve

- i. $a + e - ef \leq 1$
- ii. $b + d - bc \leq 1$ olmak üzere;

$$X_{a,b,c,d,e,f}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x) + b(1 - \mu_A(x) - cv_A(x)), dv_A(x) + e(1 - f\mu_A(x) - v_A(x)) \rangle : x \in X \}$$



Şekil 3.3.b $X_{a,b,c,d,e,f}$ operatörü ile intuitionistic fuzzy modal operatörleri diyagramı

3.4 GÖRÜNTÜ İŞLEME

Görüntü iki boyutlu bir $f(x,y)$ fonksiyonu olarak tanımlanır.

Bu fonksiyonda; x ve y uzaysal koordinatlar olmak üzere ve herhangi bir (x,y) noktasında f fonksiyonun genliği bu koordinatlarda görüntünün yoğunluğu veya gri seviyesi olarak adlandırılır.

Fonksiyonda x , y ve yoğunluk değerleri sonlu değerler aldıklarında görüntü sayısal görüntü olarak adlandırılır. Sayısal bilgisayar ile sayısal görüntülerin işlenmesi için sayısal görüntü işleme alanı devreye girer.

İnsan vücut sistemlerinde var olan görme, tatma, dokunma, duyma ve koklama beş duyu arasında en ileri olan duyu sistemi görmedir. Görme duyusu her açıdan bakıldığında insanların algılama kapasitesi bakımından önemli bir yere sahiptir. İnsan görme duyusu ile sadece sınırlı elektromanyetik bantları algılamak makine görmesi ile gamma ışıklarından radyo dalgalarına kadar geniş bir elektromanyetik spektrumu kapsar.

3.4.1 Görüntü İşleme, Görüntü Analizi ve Bilgisayarlı Görme

Görüntü işleme, görüntü analizi ve bilgisayarlı görme kavramları arasında keskin bir ayırım yoktur. Bir görüntünün ortalama yoğunluğunu bulmak hesaplamaların sonucu ortaya çıkan sayıyı bir görüntü işleme işlemi olarak düşünmek yanlış olabilir. Ama en nihayetinde bilgisayarlı görme bilgisayarları kullanarak insan görmesini taklit eden bir sistemdir. Yapılan işlem görsel girişlere dayalı olarak hareketler ve çıkarımlar yapabilmek için öğrenmeyi içerdiğinden tek başına yapay zeka alanıdır. Görüntü analizi alanı ise bilgisayarlı görme ve görüntü işlemi arasındaki işlemidir.

3.4.2 Görüntü İşlemenin Seviyeleri

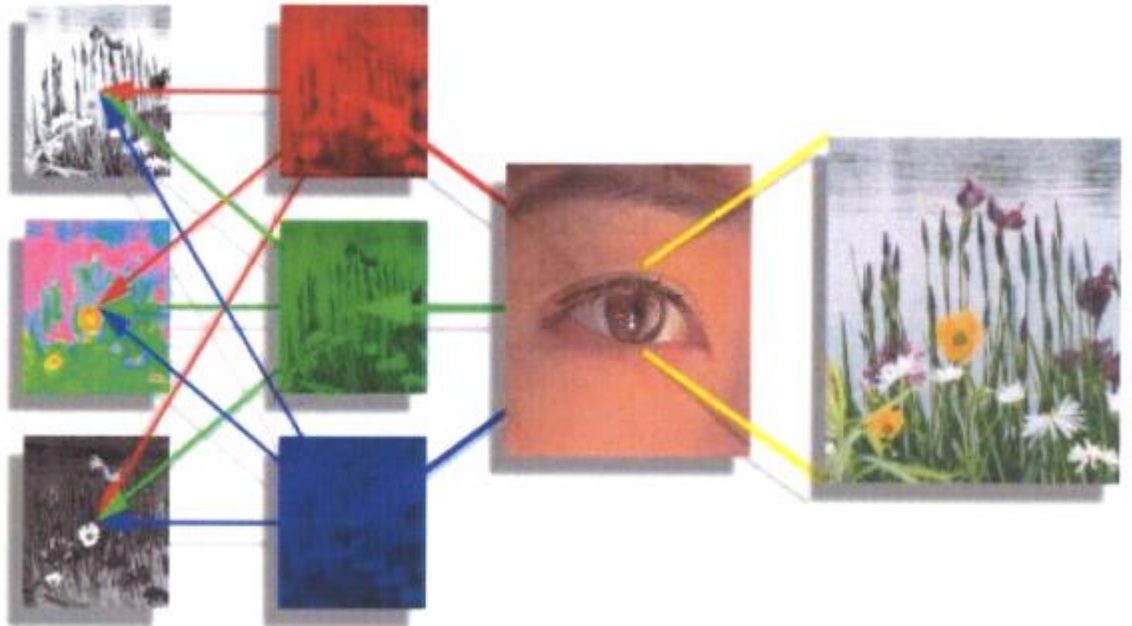
Bu üç tanım arasında keskin ayrımlar yoktur fakat bununla kullanışlı bir paradigma ile bu süreçte bilgisayarlaştırma sürecinin üç tipi göz önüne alınabilir.

- Düşük seviye görüntü işleme: Gürültü azaltma, kontrast (zıtlık) ayarlama, görüntü keskinleştirme gibi işlemleri içerir.

- Orta seviye görüntü işleme: Görüntü sınıflandırılması (görüntünün nesne ve alanlara bölünmesi), bilgisayarın bu görüntüleri uygun formda işlemesi için nesnelerin tanınmasını ve sınıflandırmasını içerir Bu aşamada giriş olarak görüntü alınır ve çıkışta ise bir görüntüden kenar, görüntünün yüzey yanayı (contour) ve görüntüden bireysel nesnelerin tanınması gibi özellikler elde edilir.

3.4.3 İnsan Görüntüleme Sistemi

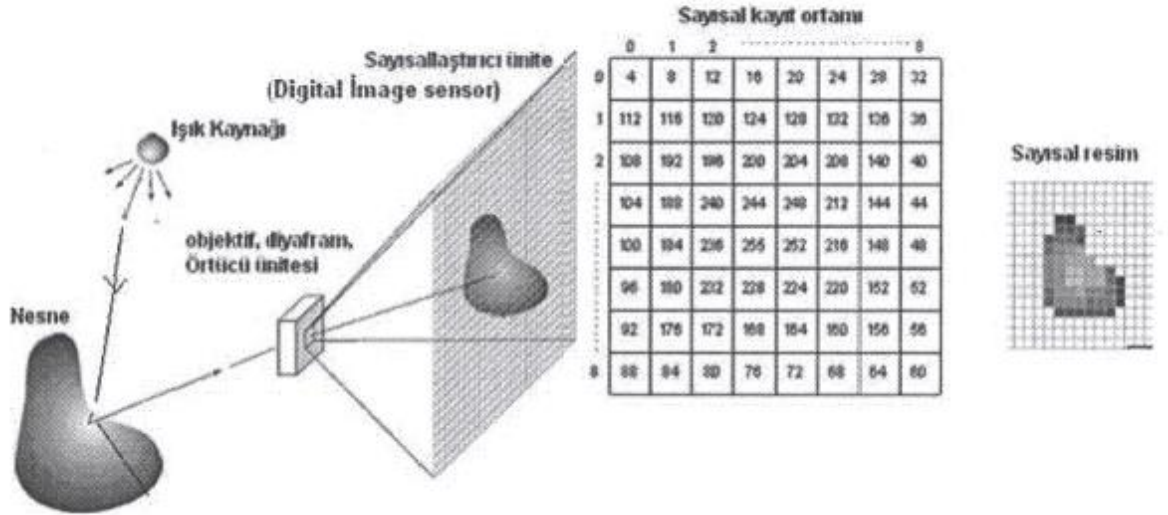
İnsan gözü üç tip foto reseptöre (ışık uyarılarını sinir iletisine dönüştürerek görmeyi sağlayan alıcılar.) sahiptir. Bu foto reseptörler Kırmızı, Yeşil ve Mavi renklerine duyarlıdır. Beyin bu RGB (kırmızı, yeşil, mavi) işaretleri birbirinden bağımsız olarak parlaklık ve renk kanallarına dönüştürür.



Şekil 3.4.3 İnsan görüntüleme sistemi şeması

3.4.4 Sayısal Görüntü Oluşumu

Sayısal fotoğraf çekimi ve kaydedilmesi işlemi; CCD ve CMOS algılayıcı olarak bilinen ünite yüzeyindeki çok sayıdaki ışığa duyarlı foto diyotlar sayesinde nesneden yansıyan ışıkların odaklanıp yönlendirildiği objektiften ve diyaframdan geçirilen ve filtrelenen ışık demetlerinin düşürüldüğü yerdir. Bu diyotlar pikselleri oluşturur. Bunlar kendi üzerine düşen ışığın şiddetiyle orantılı olarak gerilimler üretirler. Foto diyotlardaki gerilim seviyeleri, bir analog dijital (A/D) çevirici ve işlemci vasıtası ile piksellerdeki ışık şiddetiyle orantılı gerilim seviyelerinin sayısal değerleri olarak bir sayısal hafızada saklanırlar. Bu işlem sayısal resmin saklanmasıdır.

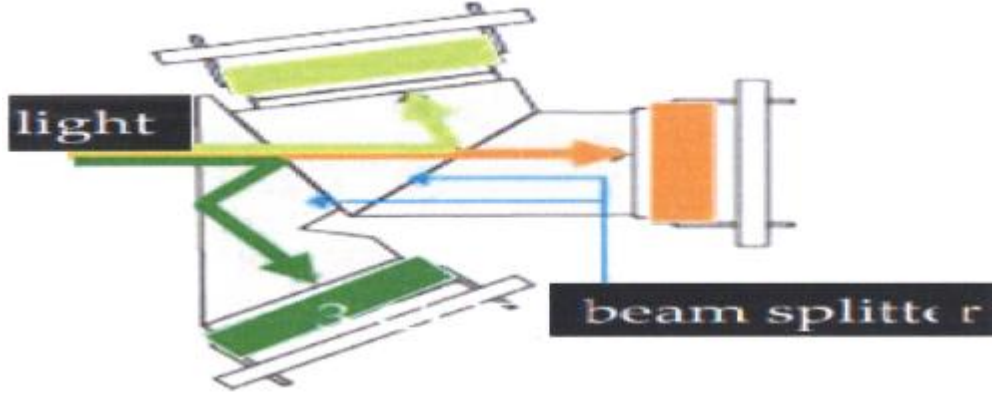


Şekil 3.4.4 Sayısal görüntü oluşumu gösterimi

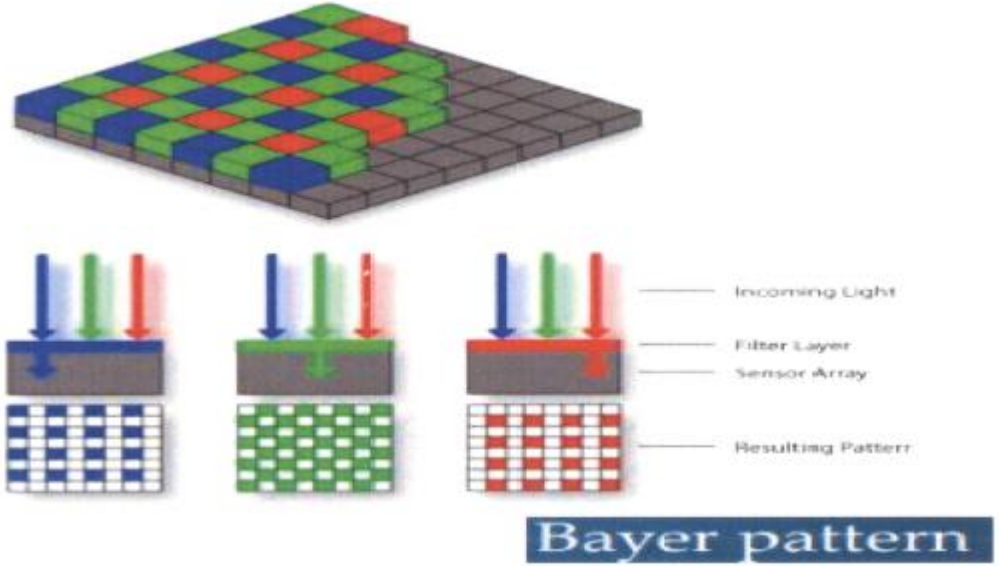
3.4.5 Renkli Resim Oluşumu

Foto hücreler sadece yüzeye çarpan ışığın şiddetine (parlaklık) duyarlı olup renk algılama özelliğine sahip değildir. Bundan dolayı renkli resim elde etmek için algılayıcıların önüne renk filtresi konur. Renk filtreleri gelen ışığı üç temel renge (kırmızı, yeşil, mavi) ayırır. En çok bilinen filtreleme Bayer filtredir. İyi kameralarda her renk için ayrı renk algılayıcısı kullanılır. Gelen ışığı ana renklerine ayırılan bir düzenek yardımıyla (beam splitter) her renk, ilgili algılayıcıya

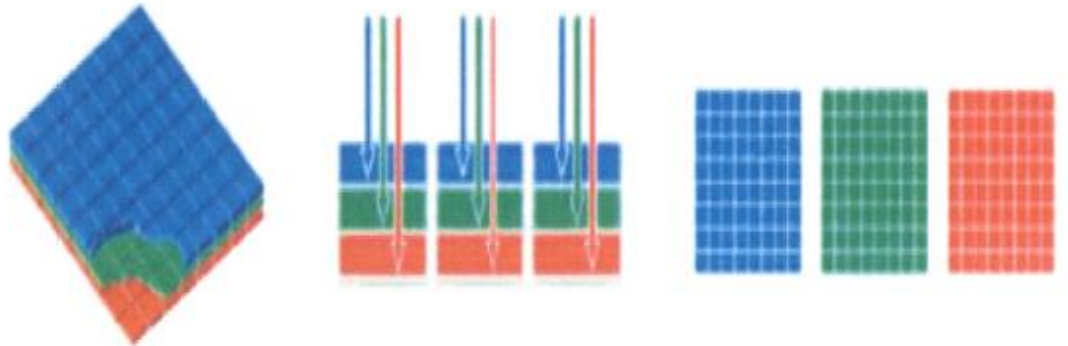
gönderilir. Her üç algılayıcıya giden resim de aynı olmakla birlikte, filtreler nedeniyle her algılayıcı yalnızca temel renklerden birine yanıt verir.



Şekil 3.4.5.a Gelen ışığı ana renklerine ayırıştıran düzenek gösterimi



Şekil 3.4.5.b Renk filtrelerinin renkleri ayırıştırmaya aşamasının gösterimi



Şekil 3.4.5.c Renklerin ayırıştırmaya gösterimi

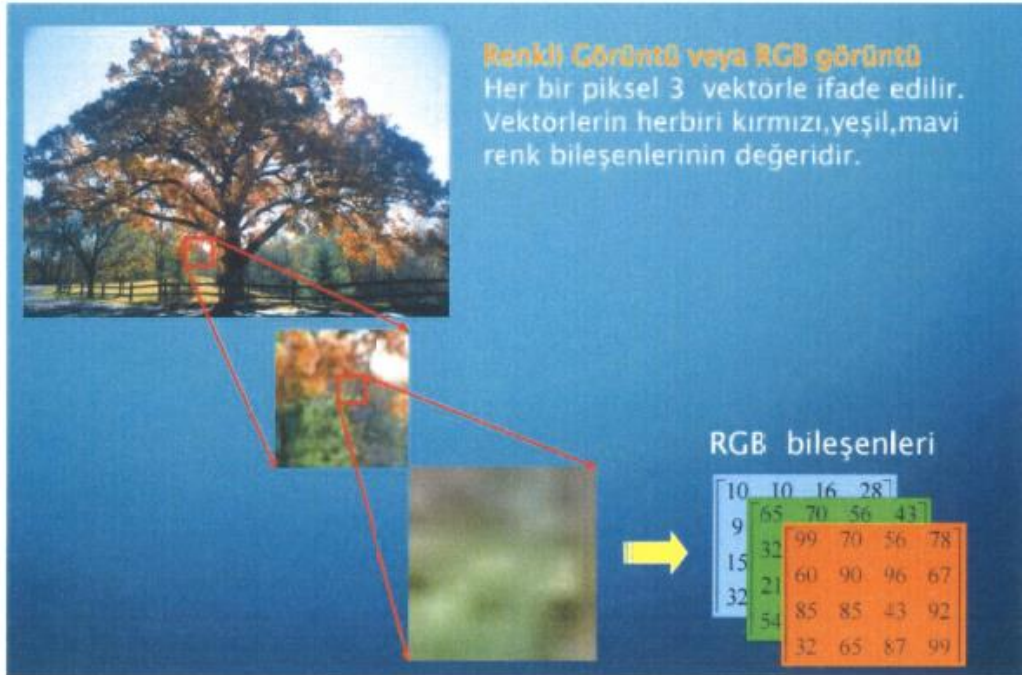
3.5 SAYISAL GÖRÜNTÜ TÜRLERİ

1. Gri Seviyeli Resim



Şekil 3.5.a Her bir pikselin parlaklık gösterimi

2. RGB Görüntü

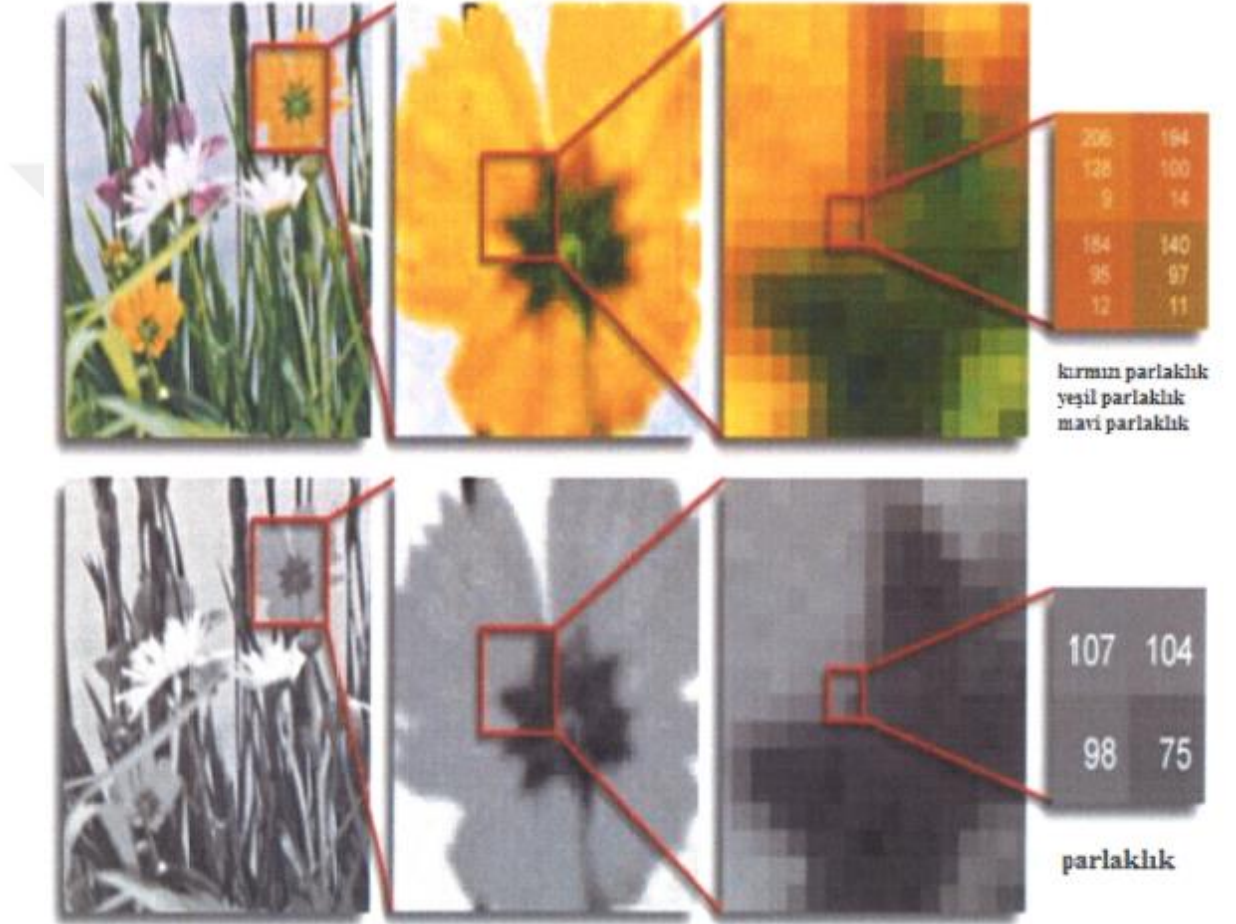


Şekil 3.5.b Her bir pikselin 3 farklı renk için parlaklık gösterimi

Renkli görüntülerin her pikseli 3 farklı değere sahipken, gri seviyeli görüntülerin (monocrom) her pikseli farklı bir değere sahiptir.

3.6 DİJİTAL ŞEKİL (RENKLİ VE GRİ SEVİYE)

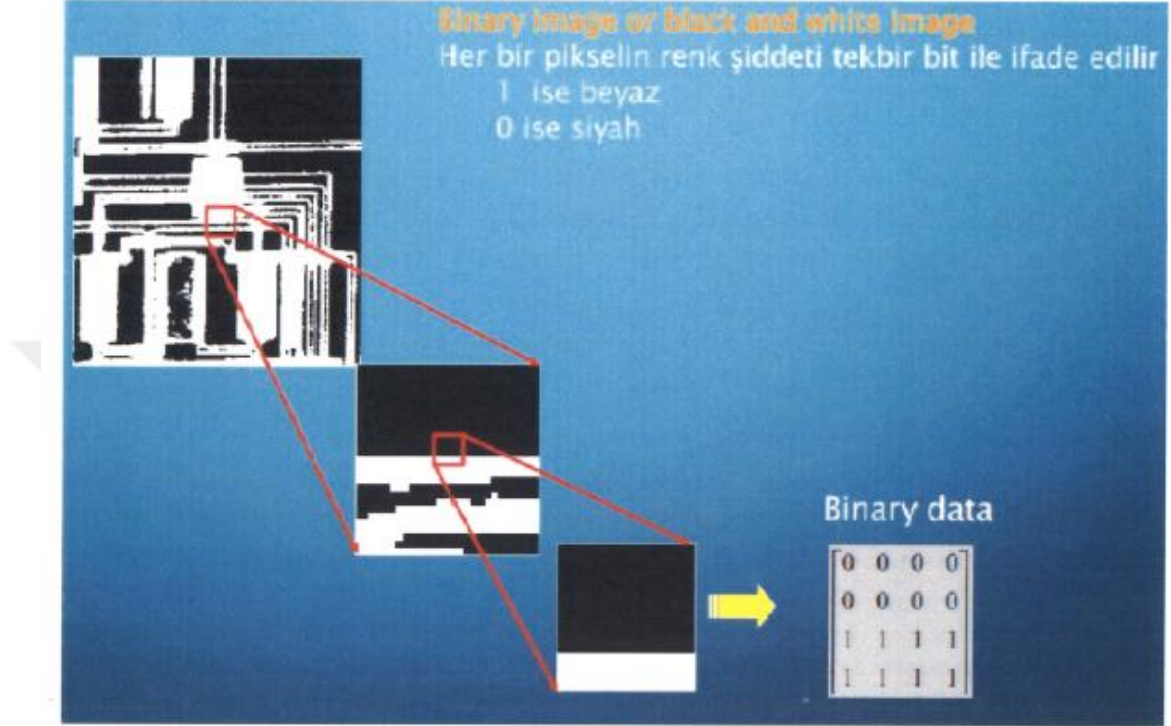
Karelerin oluşturduğu bir ızgaralı resimde her bir kare tek bir renk ihtiva eder. Izgaradaki her bir kare piksel olarak isimlendirilir.



Şekil 3.6 Dijital şekilde piksel gösterimi

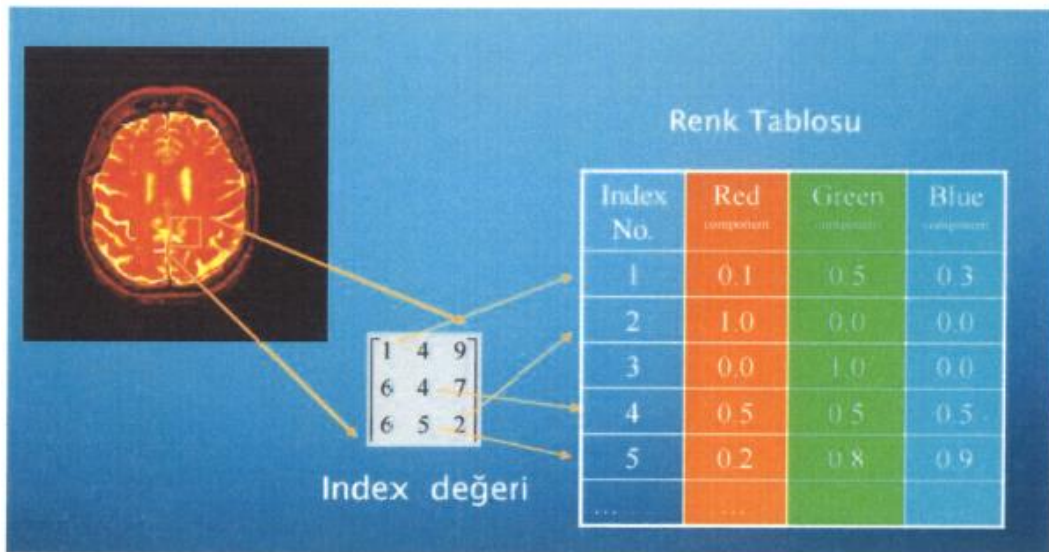
3.7 SAYISAL GÖRÜNTÜ TIPLERİ

Siyah beyaz görüntü (binary görüntü)



Şekil 3.7.a Siyah beyaz şeklin bit ile ifadesi gösterimi

İndekslenmiş Görüntü; Her bir piksel bir renk tablosundaki bir renge karşı düşen sayıyı ifade eder.



Şekil 3.7.b Renkli şeklin bit ile ifadesi gösterimi

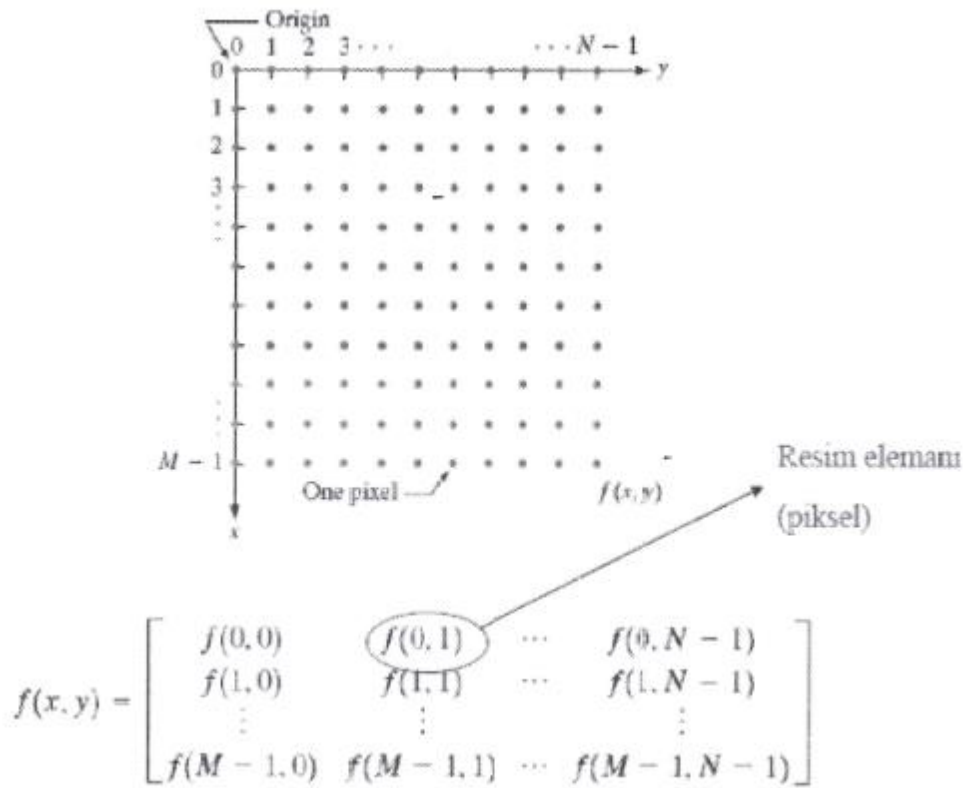
3.8 SAYISAL GÖRÜNTÜLERİN GÖSTERİMİ

$F(s,t)$ iki değişkenli sürekli bir görüntü fonksiyonu olmak üzere; görüntü örnekleme ve kuantalama ile sayısal görüntüye dönüştürülür. Sayısal görüntü $f(x,y)$ şeklinde sayısal görüntüdür. M ve N satır ve sütunları gösterir. $x=0,1,2,\dots,M-1$ ve $y=0,1,2,\dots,N-1$

Bu matristeki her elemen piksel, görüntü elemanı ve pel olarak isimlendirilir.

Sayısallaştırmada genellikle uzaysal boyutlar önemli değildir. Donanımsal açıdan asıl önemli olan, gri ton seviyesinin 2'nin kuvveti olmasıdır.

$$L=2^k$$



Bazen sayısal imge gösterimi: $A = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \dots & a_{0,N-1} \\ a_{0,1} & a_{1,1} & \dots & a_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{M-1,0} & a_{M-1,1} & \dots & a_{M-1,N-1} \end{bmatrix}$

$$a_{i,j} = f(x = i, y = j) = f(i, j)$$

3.8.1 Sayısal Görüntülerin Gösterimi

Kontrast: Bir görüntüde en yüksek yoğunluk ile en düşük yoğunluk arasındaki farktır.

Sayısal imgeyi saklamak için gerekli olan bit sayısı:

• $b = M * N * k$ ve eğer $M = N$ ise $b = N^2 * k$

Aşağıdaki tablo 3.9.1, N ve k'nın değişik değerlerinin ile kare görüntülerini depolamak için kullanılan bit sayısını gösterir. Bir görüntü 2^k yoğunluk seviyesine sahip ise, k-bit görüntü olarak bilinir. Eğer bir görüntü 256 ayrık yoğunluk değerine sahip ise 8-bit görüntü denir.

Tablo 3.9.1 N ve k'nın değişik değerlerinin bit sayısı gösterimi

N/k	1 (L = 2)	2 (L = 4)	3 (L = 8)	4 (L = 16)	5 (L = 32)	6 (L = 64)	7 (L = 128)	8 (L = 256)
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608
2048	4,194,304	8,388,608	12,582,912	16,777,216	20,971,520	25,165,824	29,369,128	33,554,432
4096	16,777,216	33,554,432	50,331,648	67,108,864	83,886,080	100,663,296	117,440,512	134,217,728
8192	67,108,864	134,217,728	201,326,592	268,435,456	335,544,320	402,653,184	469,762,048	536,870,912

3.8.2 Görüntü İşlemede Temel Kavramlar

Piksel (pixel): Picture element kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur, görüntünün birim elemanını ifade eder.

Parlaklık (intensity): x ve y uzaysal boyutlar olmak üzere $I(x,y)$, x ve y koordinatlarındaki pikselin parlaklık değerini gösterir.

Ayrıklaştırma (digitizing): Analog görüntünün sayısal sistemde ifade edilebilmesi için önce uzaysal boyutlarda sonlu sayıda ayrık parçaya bölünmesi (örnekleme, sampling), sonra da her bir parçadaki analog parlaklık değerinin belli sayıda ayrık sayısal seviyelerden biri ile ifade edilmesi (kuantalama, quantizing) gerekir.

Çözünürlük (Resolution): Görüntünün kaç piksele bölündüğünü, yani kaç pikselle temsil edildiğini gösterir. Çözünürlük ne kadar yüksekse, görüntü o kadar yüksek frekansta örneklenmiş olur ve görüntüdeki ayrıntılar o kadar belirginleşir.

Uzaysal Frekanslar (Spatial Frequencies): Uzaysal boyutlarda belli bir mesafede parlaklık değerinin değişim sıklığını ifade ederler.

3.9 GRİ SEVİYE DÖNÜŞÜMLERİ

Herhangi bir görüntü işleme operasyonu, görüntüdeki pikselin gri seviye değerlerini dönüştürme işlemidir. Ancak, görüntü işleme operasyonları; dönüşümü gerçekleştirmek için, ihtiyaç duyacağı bilgilere göre 3 sınıfa ayrılabilir. Bunlar en zordan en basite göre;

1. Transformlar (Dönüşümler): Değişik bölgelere dönüşüm yapılarak görüntü işleme işlemidir. Çok etkili ve verimli algoritmalar bu şekilde çalıştırılır. Bir dönüşümü kullanarak, tüm görüntünün tek bir büyük blok işlenmiş olduğunu düşünebilirsiniz.

2. Komşuluk İlişkili (Neighbourhood Processing-Bölgesel) İşlemler: Belirli bir pikselin gri düzeyini değiştirmek için bilmemiz gereken tek şey verilen piksel etrafında küçük bir bölgedeki (komşuluk ilişkisinin olduğu yerde) gri düzeylerinin değeridir.

3. Noktasal İşlemler: Bir pikselin yeni gri seviye değerini, bağımsız olarak, etrafındaki piksel bilgilerine ihtiyaç olmadan elde etme işlemidir. Noktasal işlemler en basit işlemler olmasına rağmen birçok görüntü işleme operasyonlarında kullanılırlar. Özellikle bir görüntünün; ana işlemlerden geçirilmesine hazırlamak üzere kullanılırlar.

Uzaysal Bölge (Spatial Domain):

Günlük hayatta kullandığımız sayısal resimlerin oluşturduğu bölgedir. Bu bölgedeki resimlerin pikselleri doğrudan doğruya işlenebilir.

Frekans Bölge (Frequency Domain):

Görüntünün birçok farklı frekanslı bileşenden oluştuğu kabul edilir. Uzaysal bölgedeki görüntüler fourier vb. dönüşümü ile frekans bölgesine çevrilir. Burada işlenip ters dönüşüm yapılır.

3.9.1 UZAYSAL BÖLGEDE GÖRÜNTÜ İŞLEMLERİ

Uzaysal bölge teknikleri, bir görüntünün pikselleri üzerinde doğrudan işlem yapar. Bu bölgedeki işlemler aşağıdaki denklem ile ifade edilir.

$$g(x,y) = T[f(x,y)]$$

Burada $f(x,y)$ giriş görüntüsüdür. $g(x,y)$ çıkış (işlenmiş) görüntüsüdür. T ise f de belirli bir (x,y) komşuluk ilişkisi bölgesinde işlem yapan bir operatördür.

Örneğin; T operatörü K görüntülerinde gürültü azaltmak için, bir görüntü seti işlemi olarak ta çalışabilir. T ile biten operasyonlar; Noktasal, Lokal (yerel) ve Genel olarak yapılabilir.

Noktasal Operasyon:

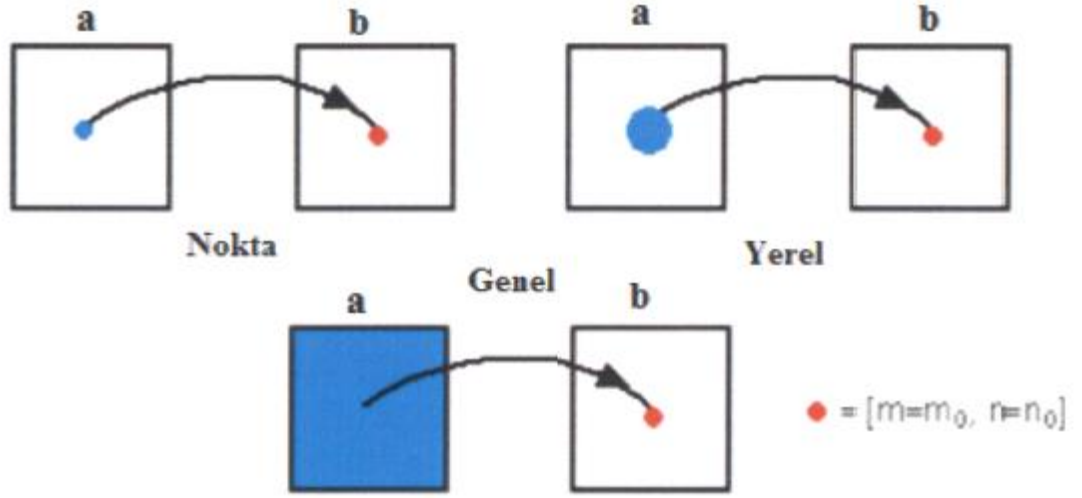
Sadece 1×1 lik bölgede yapılan işlemdir. Nokta operasyonlarında, bir resimdeki her pikselin gri seviyesi yalnızca onun orijinal gri seviyesinden (tonundan) hesaplanır. Bu sebeple bu işlemlere “piksel değeri haritalama” veya “gri ton değişikliği” (modification) gibi isimler verilir. Nokta operasyonları genellikle “resim onarımı” (manipulation) için kullanılır. Mesela; bir resmin kontrastının yükseltilmesi gibi. Nokta operasyonları sıfır hafıza operasyonlarıdır.

Bölgesel (Yerel-Komşuluk İlişkili):

Bölgesel (Yerel-Komşuluk İlişkili) işlemlerde merkez pikselin değeri komşu piksellerin değeri ile belirlenir. Filtreleme işlemlerinde çok kullanılır.

Global Operasyon:

Global işlemlerde ise Bölge dönüşümü (uzaysaldan frekans bölgesine veya tersi) yapılarak şekil üzerinde işlem yapılır.

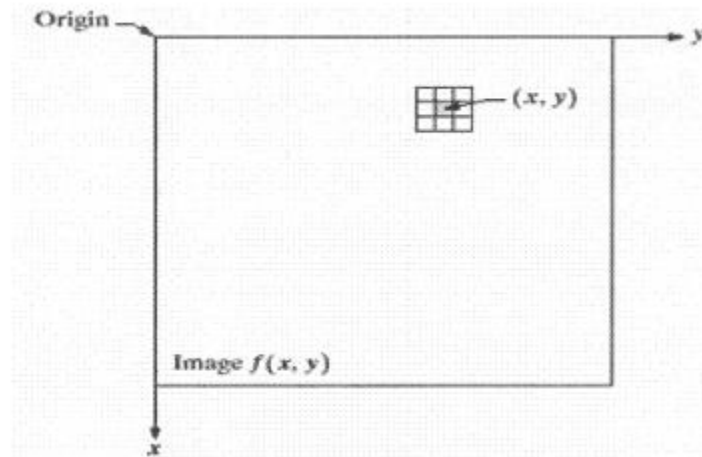


Şekil 3.9.1 Operasyon çeşitleri gösterimi

3.9.2 Bir Piksel (X.Y)' in Komşuluk Bölgesi Veya Komşuluk İlişkisi

Bir piksel (x,y)'in komşuluk bölgesi veya komşuluk ilişkisi için; merkezi (x,y) olan kare, dikdörtgen tanımlama kullanılır.

Bu bölgenin merkezi, pikselden piksele hareket ettirilerek (her yöne), etrafındaki farklı komşulukları içine alır. T operatörü her bir lokasyona (x,y) uygulanarak lokasyonda işlenmiş $g(x,y)$ çıkışı elde edilir. En küçük lokasyon (komşuluk ilişkisi-bölgesel) resim içindeki 1x1 lik bölgedir. Bu bölge içinde yapılan işlemlerde (çalışılan pikselde) diğer piksellerin hiçbir etkisi olmaz. Yani o tek piksele yapılan işlemde komşu piksellerin rolü olmaz. Bu tür işlemlere Noktasal İşlemler denir.



3.9.3 Komşuluk İlişkili Operasyonlar:

1x1 lik komşuluk ilişkisine dayanan (Noktasal) operasyonlar:

- Kontrast Yayma (ContrastStretching)
- Eşikleme (Thresholding)
- Aritmetiksel İşlemler

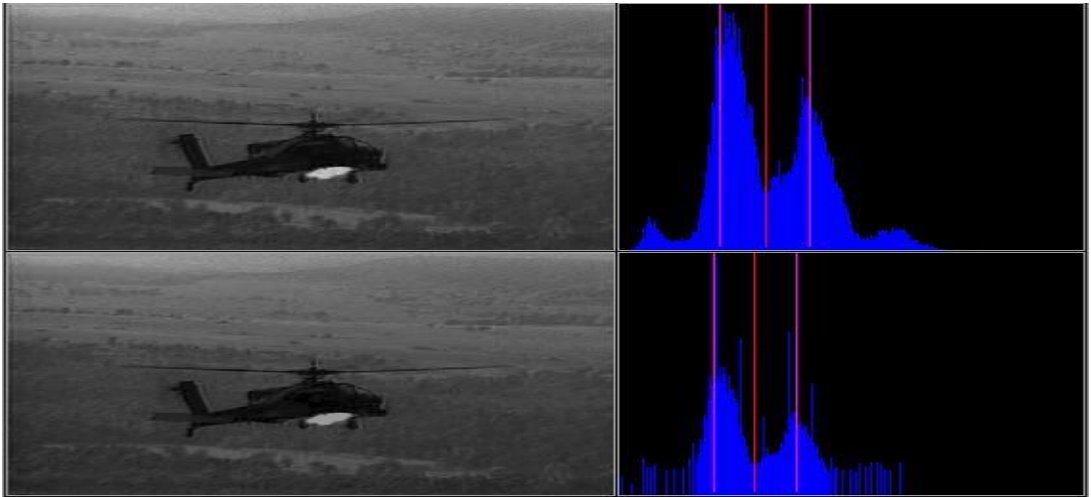
• Büyük çaplı komşuluk ilişkisine dayanan operasyonlar ise (maskeleme-filtreler-kernels-templates-pencereler) vb.

- Görüntü Netleştirme

3.9.4 Gri Seviye Histogramı

Gri seviye histogramı, görüntü içindeki her bir gri seviyesine karşılık gelen ilgili gri seviyesindeki piksel sayısını karşılık düşüren fonksiyondur. Apsis eksenini gri seviyesini gösterirken ordinat eksenini ise meydana gelme sıklığını göstermektedir. Şekil bir örnek göstermektedir.

Histogram, sayısal resim içerisinde her renk değerinden kaç adet olduğunu gösteren grafikdir. Bu grafiğe bakılarak resmin parlaklık durumu ya da tonları hakkında bilgi sahibi olunabilir.



Şekil 3.9.4 Şekil ve histogram gösterimi

Verilen kötü kontrastlı bir görüntüyü iyileştirmek için, görüntünün histogramını geniş bir alana yayabiliriz.

3.10 KÖTÜ KONTRASTLI GÖRÜNTÜYÜ İYİLEŞTİRME

Net olmayan veya silik çıkmış fotoğrafların görüntü kalitesini artırmak için kullanılan yöntem şekil düzeltme yöntemleridir. Bu şekilde fotoğraflardaki farklı cisim, arka plan ve daha çok detay ortaya çıkar. Şekil düzeltme metotları iki sınıfta incelenir. Bunlar; dönüşüm bölgesi metodu ve uzamsal bölge metodudur. Birinci kategoride temel alınan nokta şeklin uygun sıklık dönüşümüdür. İkinci kategoride ise piksellere etki edilir. Kontrast iyileştirme uzamsal bölge ile şekil iyileştirmede önemli bir yöntemdir. Literatürde birçok şekil düzeltme tekniği geliştirilmiştir. Örneğin; kontrast genişletme, dilimleme, histogram eşitleme gibi. Histogram eşitleme; şeklin görünüşü düzeltilmeden kullanılan yaygın kullanılan tekniktir. Fakat histogram eşitleme farklı şekil tiplerine uymayan lineer bir dönüşümdür. Bu sebeptendir ki; şekil iyileştirmede fuzzy teori ile elde edilen non-lineer dönüşüm kullanılır.

Fuzzy kümelerin farklı üyelik derecelerine sahip elemanları bulunmaktadır. Burada fuzzy kümelerin üyelik dereceleri $[0,1]$ kapalı aralığında değer alır. Klasik kümelerde ise bir eleman ya kümeye ya aittir ya da değildir yani elemanın kümeye ait olma değeri ya 0 ya da 1'dir. Fuzzy küme teoride kümelerin elemanlarının üyelikleri derece derece olması nedeni ile kesin olmayan veya eksik olan bilgileri de bölgeden bölgeye dönüştürebilir. Bundan dolayı S. K. Pal ve R.A King fuzzy küme teorii düşük kontrastlı şekillere uygulayarak daha yüksek görsel kaliteye sahip görüntüler elde etti.

3.10.1 Gri Ton Şekil Düzeltme İşlemi

Fuzzy kümeler kullanılarak şekil düzeltme üç aşama içerir. Bunlar; temel düzeltme, pürüzsüzleştirme, son iyileştirmedir. Temel ve son düzeltmede algoritma, piksele eş fuzzy özelliklerini çıkartma ve fuzzy operatör ile kontrast artırmayı içerir. Histogram eşitleme tekniği ile elde edilen artırılmış çıktı kıyaslama için kullanılır.

Resim üzerinde farklı parlaklık değerleri var olduğundan fuzzy küme teori karmaşık sistemler ve algoritmalar üzerinde klasik küme teoriye göre daha uygun bir algoritma sağlar. Bundan dolayı bir şeklin parlaklık seviyelerinin dereceleri üyelik fonksiyonu ile ifade edilebilir.

Tanım 3.10.1.1: [Zadeh,1965] X bir evrensel küme olsun.

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in X, \mu_A: X \rightarrow [0,1] \}$$

kümesine X de Fuzzy Küme(FS) denir. Burada $\mu_A(x)$, $x \in X$ in üye olma derecesidir. X de fuzzy kümelerin ailesi FS(X) ile gösterilir. Benzer olarak, p özelliği için x_i olayının [0,1] aralığında sahip olduğu değerler olarak tanımlanır.

$M \times N$ boyutlu X şekli ve parlaklık seviyeleri $I, I = 0,1, \dots, L - 1$ dir ve bu L kümesi için fuzzy küme kavramı aşağıdaki gibi yazılır.

$$X = \bigcup_i \bigcup_i p_{mn}/x_{mn} \quad m = 1,2, \dots, M; n = 1,2, \dots, N$$

Burada p_{mn}/x_{mn} $00 \leq p_{mn} \leq 1$ (m, n) inci x_{mn} pikseli tarafından p_{mn} özelliğine ait derecesini temsil eder. Bu problemde maksimum parlaklık seviyesi L-1 ile gösterilir.

A fuzzy kümede düzenleme operatörü (INT) fuzzy küme meydana getirir. $A' = INT(A)$, üyelik fonksiyonu

$$\mu_{A'}(x) = \mu_{INT(A)}(x) = \begin{cases} 2[\mu_A(x)]^2, & 0 \leq \mu(x) \leq 0,5 \\ [1 - 2(1 - \mu_A(x))]^2, & 0,5 \leq \mu(x) \leq 1 \end{cases}$$

0,5 üzerindeki $\mu_A(x)$ in değerleri için μ_A arttıkça A kümesinin fuzzylik değeri azalır, azaldıkça artar ve 0,5 ten küçük $\mu_A(x)$ in değerleri için μ_A arttıkça A kümesinin fuzzylik derecesi artar, azaldıkça azalır. Bu operatör $\mu_A(x)$ fonksiyonun üyelik değerini dönüştüren T_1 operatörü olsun. X de her bir p_{mn} değeri için T_r fonksiyon dönüşümü ile düzeltme p_{mn}' şeklinde gösterilir.

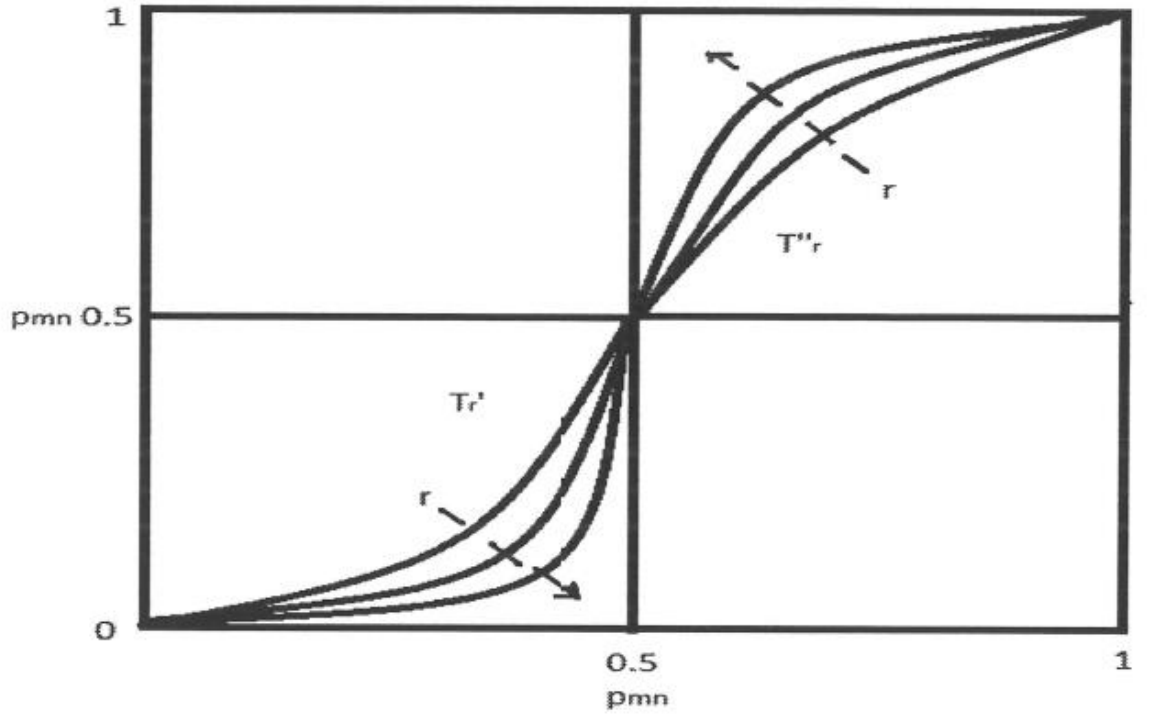
$$p_{mn}' = T_r(p_{mn}) = \begin{cases} T_r'(p_{mn}), & 0 \leq \mu_A(x) \leq 0,5 \\ T_r''(p_{mn}), & 0,5 \leq \mu_A(x) \leq 1 \end{cases}$$

$r=1,2, \dots$

T_r fonksiyonu dönüşümü T_1 tekrarlanması ile elde edilen uygulamadır.

$$T_s(p_{mn})=T_1\{T_{s-1}(p_{mn})\} \quad s=1,2, \dots$$

Aşağıdaki şekilden görülür ki r artarken eğri daha dik olma eğilimi gösterir.



Şekil 3.10.1.1 T_r operatöründe r artarken eğrinin değişim grafiği

3.10.1.2 Fuzzifikasyon ve Önerme Düzlemi

Tanımlanmış tüm operatörler fuzzy önerme düzlemi üzerinde sınırlıdır. x_{mn} düzleminden p_{mn} aşağıdaki şekilde tanımlandı.

$$p_{mn} = G(x_{mn}) = \left[1 + \frac{(x_{\max} - x_{mn})}{F_d} \right]^{-F_e},$$

$$m=1,2, \dots, M; n=1,2, \dots, N$$

Burada x_{\max} istenen maksimum gri seviye yani $L-1$ dir. F_d ve F_e üstel ve sınıfsal fuzzifeirlerdir. Bu sabitler p düzleminde belirsizlik değişimini etkiler. Bu iki pozitif sabitin değeri iyileştirme operatöründe çapraz noktayı belirler. Fuzzy özellikli p_{mn} in maksimum parlaklık seviyesi $x_{\max}(m, n)$ inci pikselde $p_{mn} \cdot x_{mn} = 1$ olduğunda parlak ve $p_{mn} = 0$ olduğunda karanlıktır.

$p_{mn} = 0$ için α sonlu pozitif değeri

$$\alpha = \left[1 + \frac{x_{\max}}{F_d} \right]^{-F_e}$$

Bu yüzden $p_{mn}[0,1]$ yerine $[\alpha,1]$ arasında değer alır.

3.10.1.3 Ters Dönüşüm

Şekil düzeltme işlemeden sonra bulunan p_{mn} değerleri tersine dönüştürülerek yeni şekil oluşturulur.

$$x'_{mn} = F^{-1}(\mu'_{mn}) = x_{\max} - F_d \left[p'_{mn} \frac{-1}{F_e} - 1 \right]$$

Burada x'_{mn} iyileştirilmiş (m,n) inci piksel gri seviye olarak tanımlanır. Ve F in ters dönüşümü F^{-1} olarak tanımlanır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

4.1 INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖR $E_{\alpha,\beta}$ NİN TARIMDA UYGULANMASI

Belirsizliğin olduğu modellerde rastgelelik yerine doğal değişkenler ve/veya belirsizlikler olduğundan, bulanık küme teori [Atanassov, 1986, Atanassov, 1999] karmaşık sistemlerin ve karar süreçlerinin analizinde uygun bir algoritma sağlar. Gri tonlu resimde farklı parlaklık seviyeleri mümkün olduğundan pikseller bazı belirsizliklere sahiptir bu yüzden fotoğraf işleme sorununu çözmek için klasik küme teori yerine fuzzy küme mantığı kullanıldı.

Bir görüntü bazı parlaklık seviyesine sahiplik derecesini gösteren bir üyelik fonksiyonu [Pal, King, 1980] ile bulanık bir dizi şeklinde gösterilebilir [Atanassov, 1986, Atanassov, 1999]. Bunun için aşağıdaki operatör kullanılır.

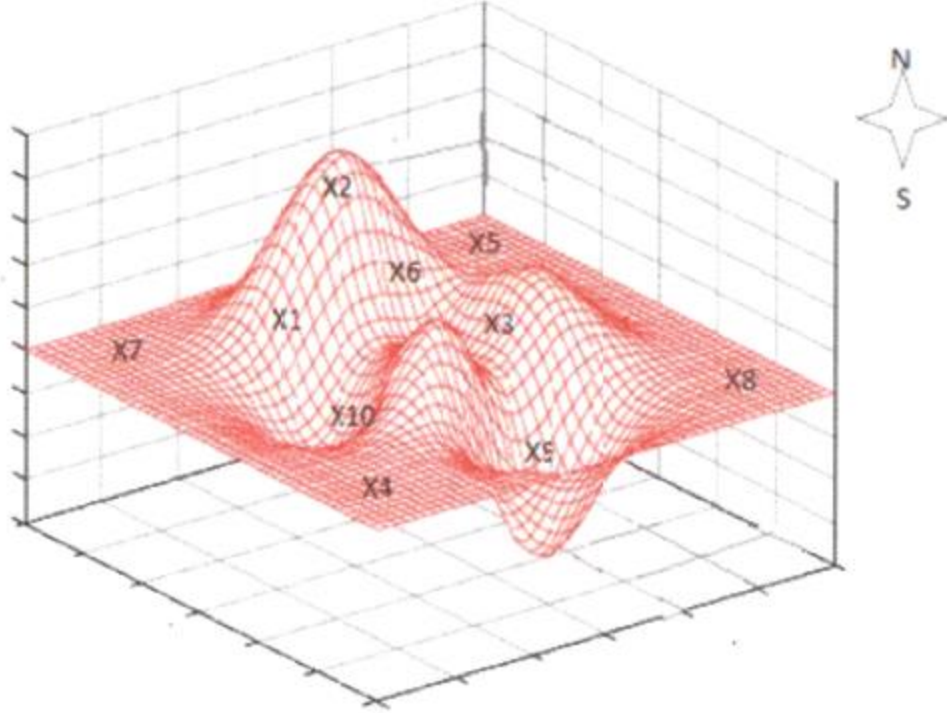
A fuzzy kümede düzenleme operatörü (INT) fuzzy küme meydana getirir. $A' = INT(A)$, üyelik fonksiyonudur;

$$\mu_{A'}(x) = \mu_{INT(A)}(x) = \begin{cases} 2[\mu_A(x)]^2, & 0 \leq \mu(x) \leq 0,5 \\ [1 - 2(1 - \mu_A(x))]^2, & 0,5 \leq \mu(x) \leq 1 \end{cases}$$

Bu uygulama A kümesi fuzzylik değeri eğer $\mu_A(x) < 0,5$ 'ten küçük ise fuzzylik değerini azaltır eğer $\mu_A(x) > 0,5$ 'ten büyük ise fuzzylik değerini artırır. Sonra bu operatör tarımsal alanın görüntüsünü iyileştirmek için kullanıldı ve $\mu_{A'}(x)$ operatörünün sonuçları ile $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün sonuçları karşılaştırıldı.

$$A) \quad E_{\alpha,\beta} = \{ \langle x, \beta(\alpha\mu_A(x) + 1 - \alpha), \alpha(\beta\nu_A(x) + 1 - \beta) \rangle : x \in X \}$$

Kısaca, Temel İlaç-Gübre Seviyesi ve Risk İlaç-Gübre Seviyesi sırasıyla TIGS ve RIGS, şeklinde gösterelim.



Şekil 4.1 Farklı yükseltilere sahip arazi gösterimi

Tarım arazisinde Şekil 4.1 de gösterildiği gibi bir alan olduğunu kabul edelim. Bu çiftlikte farklı yönlerde farklı yükseltilere sahip arazi üzerinde farklı bitki türlerinin etkili oldu. Bu durumda bu çiftlik bölge bölge bitki çeşidi, yön ve yükseltiye göre ayrılır.

Bu tezde intuitionistic fuzzy kümenin bazı özelliklerini ve intuitionistic fuzzy küme üzerinde tanımlanmış $E_{\alpha,\beta}$ modal operatörünü tarım alanlarında ilaçlama ve gübreleme için kullanacağız. Diğer operatörler farklı çalışmalarda kullanılabilir.

Intuitionistic fuzzy küme teorisinde $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün tanımına göre üyelik derecesi β' dan küçük ve üye olmama derecesi α dan küçüktür. Buna ek olarak α ve β nın değerleri 0 ile 1 arasındadır ve α ve β değerleri birbirinden bağımsızdır.

Intuitionistic fuzzy küme üzerinde tanımlı $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün bazı özellikleri sayesinde bu sorun kolaylıkla çözülebilir. Her ağaç ve dönemi için toprağın ihtiyacı

olan kritik İlaç-Gübre oranı farklı olduğu durumlarda, yöne ve yüksekliklere göre kendi arasında bölgelere ayırabiliriz.

Bu nedenle, bir genelleme olarak, bir çiftlik arazisinde bitkilerin aynı tür olduğunu varsayalım. Bu durumda, değişkenler çiftlik arazisinin yükseltisi ve yönüdür. Doğal olarak, bu iki özellik bitkinin ilaç gübre ihtiyacı ile farklılıklar yaratacaktır, ancak bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan ilaç gübre miktarı eşittir. Bunun için bir kritik değer tespit edilebilir. Bu kritik değer IFS üzerindeki modal operatör $E_{\alpha,\beta}$ 'nin β değişkeni ile gösterilir. Kritik olması risk yaratır ve bu değişken α ile gösterilir.

Veri, bu iki operatör yardımı ile elde edilmiştir. Şekil 4.1' den görülebileceği gibi, Temel İlaç-Gübre Seviyesi TIGS =0.4, risk seviyesi RIGS =0.3 bu durumda, sistem tabla 4.1.1 Sütun 4'te olduğu gibi, farklı bölgelerde ilaç gübre ihtiyacı içeriğini ölçmek için adım adım müdahale eder. Tablo 4.1.1 uygun ilaç gübre ihtiyacı değerine çabuk ulaşmak için sistem hızını temel alarak, RIGS değerini dikkate almaksızın arazinin sistem değerini sunar, sonra TIGS değerini yavaşlatmak için sistem hareket eder.

Aşağıdaki tablo incelendiğinde, TIGS ve RIGS değerleri yakın ise, o zaman sistem üzerindeki operatörün yanıtı yakın değerleri gösterir.

Tablo 4.1.1 $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.3 ve 0.4 değerlerinin incelenmesi

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.3,0.4}(A)$	$\mu_{E_{0.3,0.4}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.3,0.4}(A)}(x)$	$E_{0.3,0.4}(A')$
x_1	0.0	0.00	0.28	0.300	0.1568	0.2800 0.3000
x_2	0.1	0.02	0.292	0.288	0.1705	0.2824 0.2976
x_3	0.2	0.08	0.304	0.276	0.1849	0.2896 0.2904
x_4	0.3	0.18	0.316	0.264	0.1997	0.3016 0.2784
x_5	0.4	0.32	0.328	0.252	0.2151	0.3184 0.2616
x_6	0.5	0.5	0.34	0.24	0.2312	0.3400 0.2400
x_7	0.6	0.68	0.352	0.228	0.2478	0.3616 0.2184
x_8	0.7	0.82	0.364	0.216	0.255	0.3784 0.2016
x_9	0.8	0.92	0.376	0.204	0.2828	0.3904 0.1896
x_{10}	0.9	0.98	0.388	0.192	0.3010	0.3976 0.1824
x_{11}	1.0	1.00	0.400	0.180	0.3200	0.4000 0.1800

Tablo 4.1.1' ye göre, TIGS=0.4, RIGS=0.3 olduğunda, sistemin farklı bölgeleri için adım adım ölçülmüş ilaç gübre ihtiyacı cevabı sütun 4' te verilmiştir.

TIGS ve RIGS arasındaki fark büyük ise, aşağıdaki tablo 4.1.2' ye göre, bölgenin ilaç gübre ihtiyacı değeri RIGS' a yakın olduğu durumda, değerler hızlı hareket eder. Değerler TIGS' a yakın olduğunda bu değerler hızla azalır ve kontrollü bir şekilde yanıt verir.

Tablo 4.1.2 $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.1 ve 0.8 değerlerinin incelenmesi

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.1,0.8}(A)$	$f_{E_{0.1,0.8}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.1,0.8}(A)}(x)$	$E_{0.1,0.8}(A')$
x_1	0.0	0.00	0.720	0.100	0.8432	0.7200 0.1000
x_2	0.1	0.02	0.728	0.092	0.8520	0.7216 0.0984
x_3	0.2	0.08	0.736	0.084	0.8606	0.7264 0.0936
x_4	0.3	0.18	0.744	0.076	0.8689	0.7344 0.0856
x_5	0.4	0.32	0.752	0.068	0.8770	0.7456 0.0744
x_6	0.5	0.50	0.760	0.060	0.8848	0.7600 0.0600
x_7	0.6	0.68	0.768	0.052	0.8923	0.7744 0.0456
x_8	0.7	0.82	0.776	0.044	0.8996	0.7856 0.0344
x_9	0.8	0.92	0.784	0.036	0.9066	0.7936 0.0264
x_{10}	0.9	0.98	0.792	0.028	0.9134	0.7984 0.0216
x_{11}	1.0	1.00	0.800	0.020	0.9200	0.8000 0.0200

Tablo 4.1.2' ye göre, sistem ilk olarak hızlı bir şekilde RIGS değeri göz ardı ederek uygun ilaç gübre ihtiyacı değerine ulaşmak için çalışır, bu işlemden sonra, TIGS değer hızı azaltmada önemli bir rol oynar.

IFS üzerinde model operatör $E_{\alpha,\beta}$ ve $E_{\beta,\alpha}$ arasında tamamlayıcı ilişkiye göre, $E_{\alpha,\beta}$ duali yapraktan ve topraktan bitkilere verilen kimyasal böcek ilacı, riskli ve gerekli kritik değeridir. Bu değerler aşağıdaki 4.1.3' e göre, sistem ilaçlama hızını azaltır ve kolayca görülür ki kimyasal maddenin etkisini azaltmak için sistem ağacın ilaç gübre ihtiyacına sahiptir.

Tablo 4.1.3' e göre sütunlarda, sistem ilaçlama ve gübreleme işlemini yavaş yavaş azaltır.

Tablo 4.1.3 $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün 0.8 ve 0.1 değerlerinin incelenmesi

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.8,0.1}(A)$	$\mu_{E_{0.8,0.1}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.8,0.1}(A)}(x)$	$E_{0.8,0.1}(A')$
x_1	0.0	0.00	0.020	0.800	0.0008	0.0200 0.8000
x_2	0.1	0.02	0.028	0.792	0.0016	0.0216 0.7984
x_3	0.2	0.08	0.036	0.784	0.0026	0.0264 0.7936
x_4	0.3	0.18	0.044	0.776	0.0039	0.0344 0.7856
x_5	0.4	0.32	0.052	0.768	0.0054	0.0456 0.7744
x_6	0.5	0.5	0.06	0.760	0.0072	0.0600 0.7600
x_7	0.6	0.68	0.068	0.752	0.0093	0.0744 0.7456
x_8	0.7	0.82	0.076	0.744	0.0116	0.0856 0.7344
x_9	0.8	0.92	0.084	0.736	0.0141	0.0936 0.7264
x_{10}	0.9	0.98	0.092	0.728	0.0169	0.0984 0.7216
x_{11}	1.0	1.00	0.100	0.720	0.0200	0.1000 0.7200

Biz tablo 4.1.2 ve 4.1.3' de görebileceğimiz gibi, Sistem böcek ilaçlarının etkisi azaldıkça ilaçlama ve gübreleme azalır.

4.2 BAZI INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLERİNİN TARIMDA UYGULANMASI

Intuitionistic fuzzy kümeler Atanassov tarafından 1986’ da yayımlandı. Bu teorinin çeşitli alanlarda uygulaması vardır. Örneğin; kontrol sistemleri, kontrast iyileştirme, robotik vs. Burada tarım alanlarındaki problemin intuitionistic fuzzy küme teorinin unsurları ile çözümü önerildi. Yani tarım arazisinde uygun ilaçlama ve gübreleme probleminin çözümü için farklı intuitionistic fuzzy operatörler uygulandı.

Bu tezdeki temel varsayım tarım alanlarının, resimlerin bölgelere ayrıldığı gibi ayrılmasıdır. Diğer yazarların sonuçlarına ek olarak, iki boyutlu şekillerin alanında tahmin için geliştirilen intuitionistic fuzzy yaklaşımı $E_{\alpha,\beta}$, intuitionistic fuzzy modal operatörün tarım alanında uygulanmasının sonuçlarını kullandık.

Bir tarım alanını ayırmak için bazı değişkenler kullanmak gerekir. Örneğin; tarım alanında sıcaklık, ağaçlandırma seviyesi, ağaç çeşidi, toprağın çeşitli özellikleri, toprak nemi, arazi eğimi, hava nemi vs. çeşitli değerlerdir. Tüm bu değerlerden, toprağın çeşidi, hava nemi ve toprak nemini değişkenler olarak seçtik.

Bu amaçla, üyelik fonksiyonu üzerinde tanımlanan iyileştirme algoritması ve intuitionistic fuzzy küme üzerinde tanımlanan $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}, F_{\alpha,\beta}, B_{\alpha,\beta}$ operatörlerinden faydalanıldı. Bu operatörler, ekonomik ilaçlama ve gübreleme modelinde en uygun ayarları yapmak için değişkenlerde kullanılmıştır.

Intuitionistic fuzzy modal operatör çeşitli alanlarda uygun algoritmalar sağlar. Bu operatörler aynı zamanda tarımsal parametrelerin tahmini için kullanılabilir. Bitkinin daha az kimyasaldan etkilenmesi için ilaçlama ve gübreleme işlemi adım adım yapılmalıdır.

İlaçlama ve gübreleme seviyelerinin saptanması için, intuitionistic fuzzy operatörler kullanıldı. Tarım alanları için üç ya da daha fazla adım kullanılacak. Bu yolla, bu tezde geleneksel ilaçlama ve gübreleme sistemlerinden daha az su kullanılması hedeflendi. Biz bu amaç için, $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}, F_{\alpha,\beta}, B_{\alpha,\beta}$ intuitionistic fuzzy modal operatörlerini inceleyeceğiz.

Tanım 4.2.1: X kümesi üzerinde intuitionistic fuzzy küme kısaca(IFS) aşağıdaki gibi gösterilir.

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle : x \in X \}$$

Burada $\mu_A(x)$ ($\mu_A: X \rightarrow [0,1]$) “ A’ da x’ in üyelik derecesi” olarak adlandırılır. $\nu_A(x)$, ($\nu_A: X \rightarrow [0,1]$) “A’ da x’ in üye olmama derecesi” olarak adlandırılır, μ_A ve ν_A aşağıdaki koşulu sağlar.

$$\text{Her } x \in X \text{ için, } \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$$

Tanım 4.2.2 :X üzerinde A bir intuitionistic küme olsun, aşağıdaki sırasıyla intuitionistic fuzzy one, two and uni-type modal operatörler,

1. $Z_{\alpha,\beta}^\omega(A) = \{ \langle x, \beta(\alpha\mu_A(x) + \omega - \omega\alpha), \alpha(\beta\nu_A(x) + \omega - \omega\beta) \rangle \mid x \in X \}$

2. $F_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha\pi_A(x), \nu_A(x) + (\beta)\pi_A(x) \rangle \mid x \in X \}$ dir.

3. $B_{\alpha,\beta}(A) = \{ \beta(\alpha\mu_A(x) + 1 - \alpha)\nu_A(x), \alpha(1 - \beta)\mu_A(x) + \nu_A(x) \} : x \in X \}$

Bu çalışmada, şekil 4.2.a’ deki gibi bir alan kullanıldı. Farklı çeşit ekili bu çiftlikte toprak nemi, hava nemi, arazinin eğimi, sıcaklık gibi değişik parametrelerin özellikleri incelendi. Şekil 4.2.b’ de gösterildiği gibi bu durumda, bu tarım alanı bölge bölge ayrılabilir.

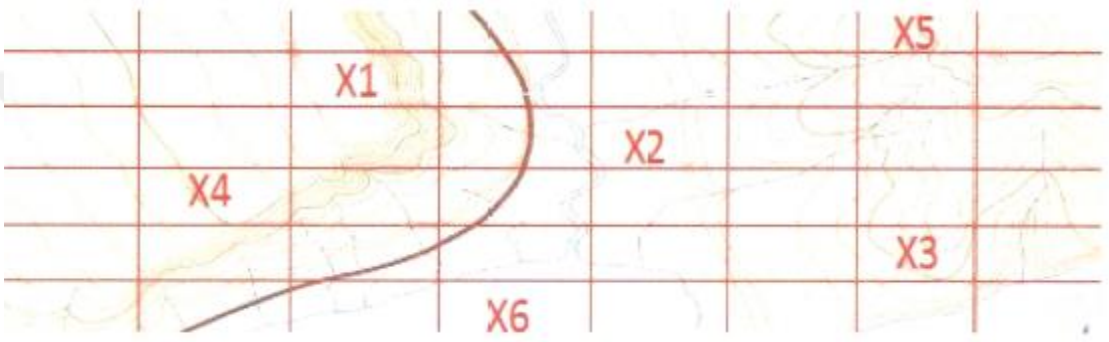
Şekil 4.2.c’ de verildiği gibi bu işlemlerin ardından, her bölge bu değişkenlere göre ayrılacaktır.



Şekil 4.2.a Eğimli Arazi Gösterimi



Şekil 4.2.b Arazinin Eğiminin Gösterimi



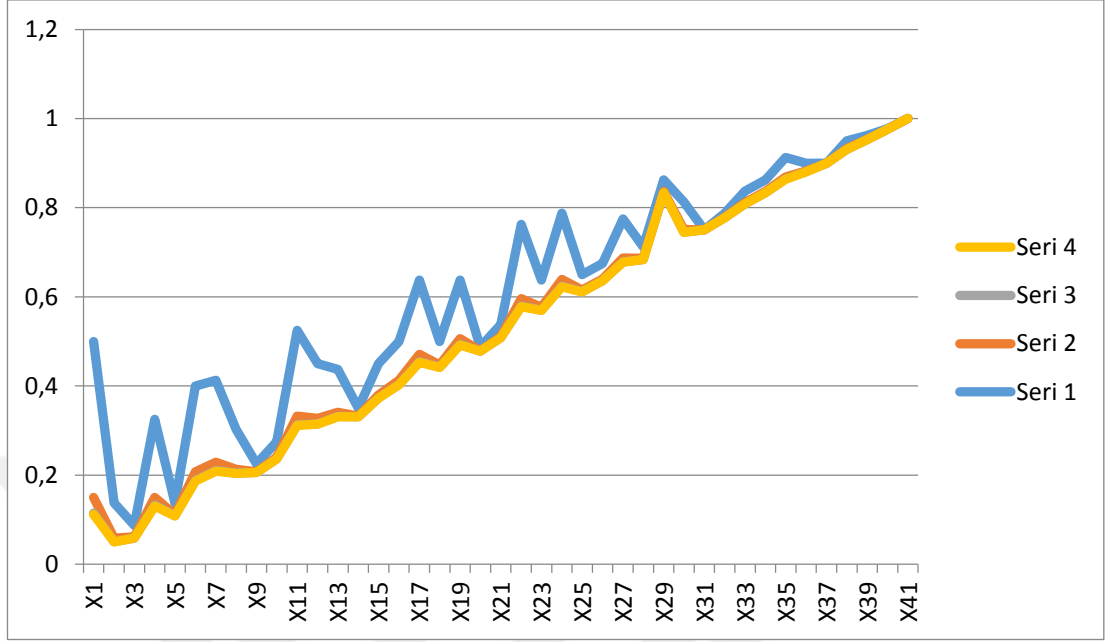
Şekil 4.2.c Parçalara Ayrılmış Arazinin Eğiminin Gösterimi

Intuitionistic fuzzy kümelerin bazı özellikleri ve intuitionistic fuzzy kümelerde tanımlı modal operatörler kullanıldı. Bitki ihtiyacı ve ilaçlama-gübreleme adım sayısını hesaplamak için $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$, $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ 'nin tanımları ve bazı α , β , w değerleri kullanıldı. Bitki ihtiyacı ve ilaçlama-gübreleme adım sayısını hesaplamak için α , β , w değerleri kullanıldı. Ek olarak α , β , $w \in [0,1]$ 'dir ve α , β , ω değerleri birbirini etkilemez.

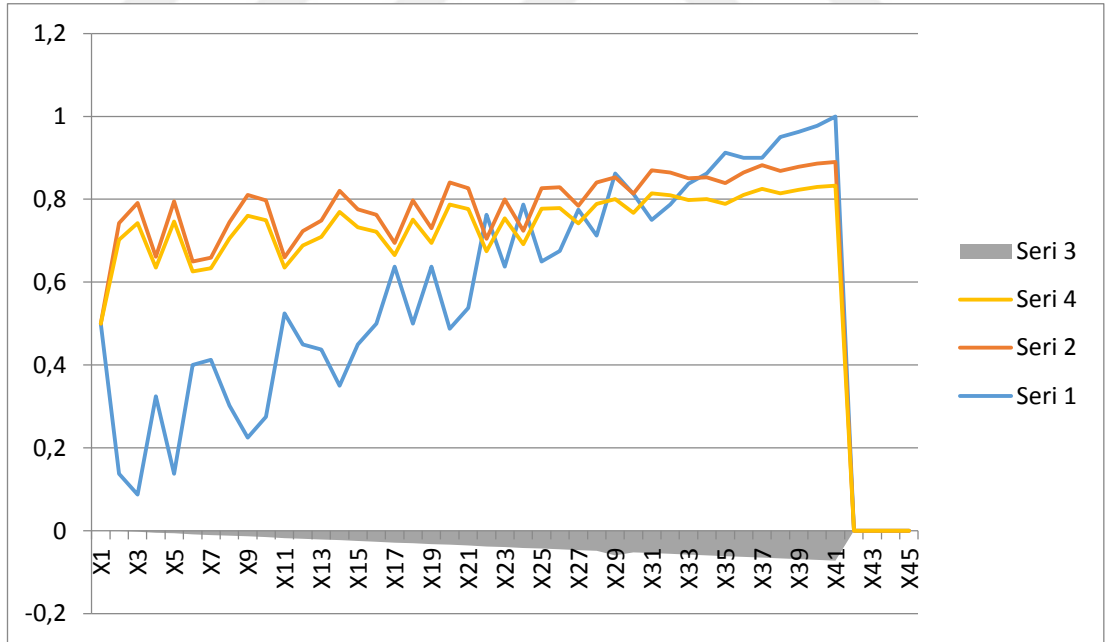
4.2.1 Intuitionistic Fuzzy Modal Operatörünün Tarımsal Uygulamalarda Kullanılması

Bitkilerin ilaçlanması ve gübrenmesi için $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$, $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ operatörlerinin geometrik yorumları sırasıyla Grafik 4.2.1.a, Grafik 4.2.1.b, Grafik 4.2.1.c'de verildi. Grafiklerden kolayca görülür ki ilaçlama ve gübreleme işleminin uygun şekilde hesaplanması için $F_{\alpha,\beta}(A)$ ve $B_{\alpha,\beta}(A)$ 'nin uygulanması uygun değil

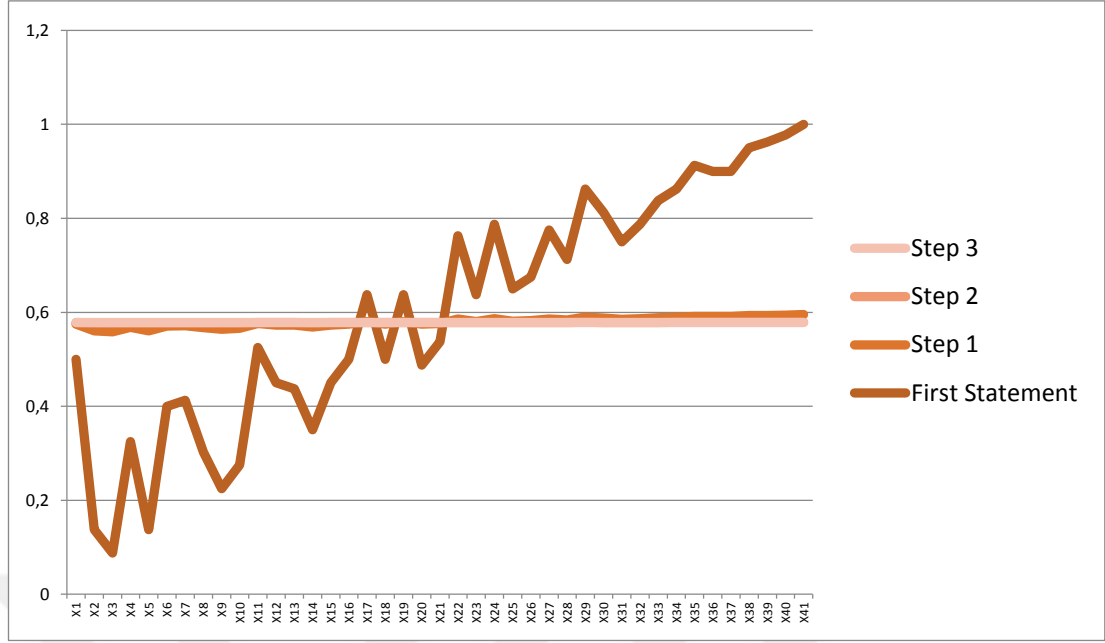
fakat $Z_{\alpha,\beta}^w(A)$ nin uygulanması uygundur. Bu yüzden, bu tezde $Z_{\alpha,\beta}^w(A)$ kullanılacaktır.



Grafik 4.2.1.a $F_{\alpha,\beta}$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli



Grafik 4.2.1.b $B_{\alpha,\beta}$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli



Grafik 4.2.1.c $Z_{\alpha,\beta}^w$ operatörü ile ilaçlama ve gübreleme modeli

4.2.2 Tarım Alanlarında Modellerin Hesaplanması İçin $Z_{\alpha,\beta}^w(A)$ Operatörünün Kullanımı

Bu çalışmada ağaç dönemleri, yaş ve çiçek-meyve durumuna göre yedi gruba ayrılmıştır: 1. Dönem, 2. Dönem, 3. Dönem, 4. Dönem, 5. Dönem, 6. Dönem, 7. Dönem. Her dönemin ilaç - gübre ihtiyacı ve ilaçlamadan etkilenme süresi farklıdır. Her bir Bitki Dönemi için ilaçlama-gübreleme seviyesini belirlemek gerekir.

Bu tezde Bitki Döneminin parametresi için $Z_{\alpha,\beta}^w(A)$ da α kullanıldı. Örneğin; 6. Dönem için $\alpha \leq 0.2$ ve 2. Dönem için $\alpha \geq 0.5$ dir.

2. Dönemin zeminlerin diğer türlerine göre daha fazla suya ihtiyacı vardır. Buna ek olarak, 2. Dönem pek ilaç-gübre ihtiyacı duymaz yüzden az az ve sık sık sulanmalıdır.

Bu tezde, yaklaşık 0.65 seviyesi baz alınarak çalışılmıştır fakat nem 0.1 seviyeye ihtiyaç duyan ağaçlar için de çalışılabilir. Bu problemin çözümü için aşağıdaki çözüm yolu takip edilmiştir.

İlk olarak, gerekli ilaç-gübre ihtiyacını karşılamak için $Z_{\alpha,\beta}^w(A)$ da α, β, w nin seçimi aşağıdaki gibi yapılır.

Teorem 4.2.2.1: $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ nın n ninci derece katsayılarının kısmi toplami dizisi yakınsaktır.

İspat:

$$(Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A))^n = \{ \langle x, x, \alpha^n, \beta^n \mu(A) + \beta\omega(1-a) \sum_{i=0}^{n-1} (\alpha\beta)^i, \alpha^n \beta^n v(A) + a\omega(1-\beta) \sum_{i=0}^{n-1} (\alpha\beta)^i \rangle : x \in X \}$$

$a = \beta\omega(1-a), r = \alpha\beta$ olsun. Daha sonra sırayla aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$S_k = a \sum_{i=0}^k r^i = a + ar + \dots + ar^k$$

$$rS_k = ar + ar^2 + \dots + ar^{k+1}$$

$$S_k = a \frac{1 - r^{k+1}}{1 - r}$$

$$S_{n-1} = a \frac{1 - r^n}{1 - r}$$

Bu yüzden S_{n-1} için $\frac{a}{1-r} = \frac{\beta\omega(1-a)}{1-\alpha\beta}$ elde edilir.

Üye olmama değeri içinde aynı yolla elde edilir. $\frac{a\omega(1-\beta)}{1-\alpha\beta}$

Yorum 4.2.2.1: toprağın ve bitkilerin türüne bağlı olarak gerekli nem katsayısı (RH) alanın nem seviyesi ile aşağıdaki gibi:

$$\cdot Z_{\alpha,\beta}^w(A) \text{ nın üyelik derecesi } \frac{\beta\omega(1-a)}{1-\alpha\beta} \text{ dir.}$$

$$\cdot Z_{\alpha,\beta}^w(A) \text{ nın üye olmama derecesi } \frac{a\omega(1-\beta)}{1-\alpha\beta} \text{ dir.}$$

$$\cdot rh = \frac{1 + \beta\omega - 2\alpha\beta}{2(1-\alpha\beta)}$$

Örnek 4.2.2.1: X tarım alanı olsun. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ da α değişkeni Bitki Dönemini ve $|\beta - \omega|$ toprağın ilaç-gübre ihtiyacını temsil eder. Burada, $|\beta - \omega|$ küçük ise ağacın ilaç-gübre gereksinimi az, $|\beta - \omega|$ büyük ise ağacın ilaç-gübre gereksinimi fazladır.

Örnek 4.2.2.1 : $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ için $a = 0.1, \beta = 0.9, \omega = 0.9$ olsun. Bu alan için, gerekli nem miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır. Grafik 4.2.2.a' te kolayca görülür. Teoremin yardımıyla aşağıdaki sonuç elde edilir:

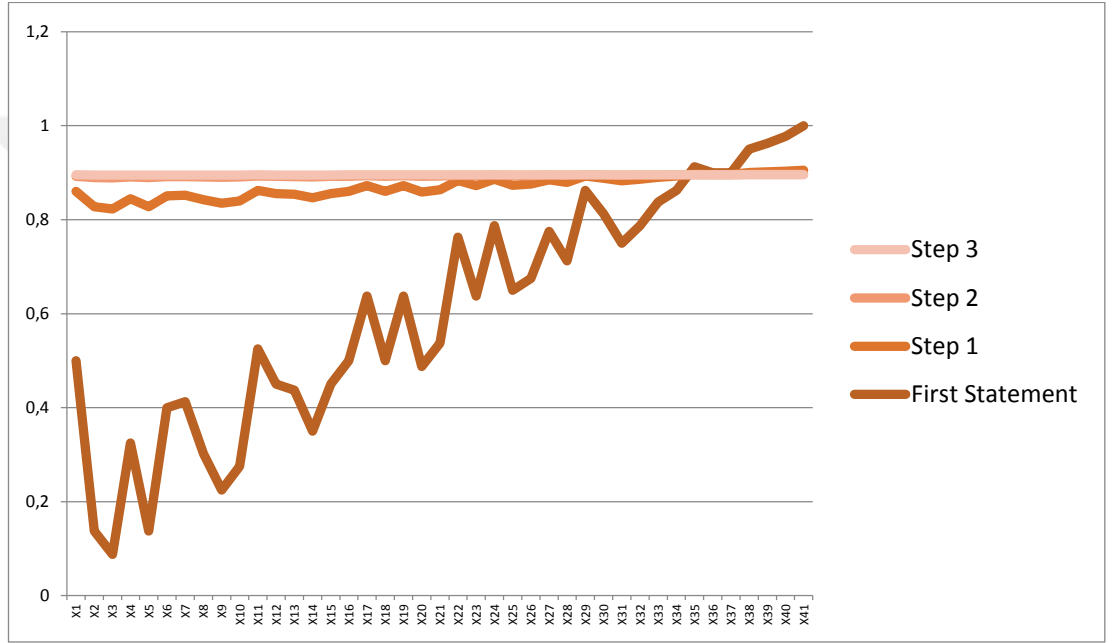
$$\frac{\beta\omega(1-\alpha)}{1-\alpha\beta} = \frac{0.9 \times 0.9(1-0.1)}{1-(0.1 \times 0.9)} = \frac{0.81 \times 0.9}{1-0.09} = \frac{0.729}{0.91} = 0.801098 \text{ üyelik derecesine}$$

yakınsar.

$$\frac{\alpha\omega(1-\beta)}{1-\alpha\beta} = \frac{0.1 \times 0.9(1-0.9)}{1-(0.1 \times 0.9)} = \frac{0.09 \times 0.1}{1-0.09} = \frac{0.009}{0.91} = 0.009801 \text{ üye olmama}$$

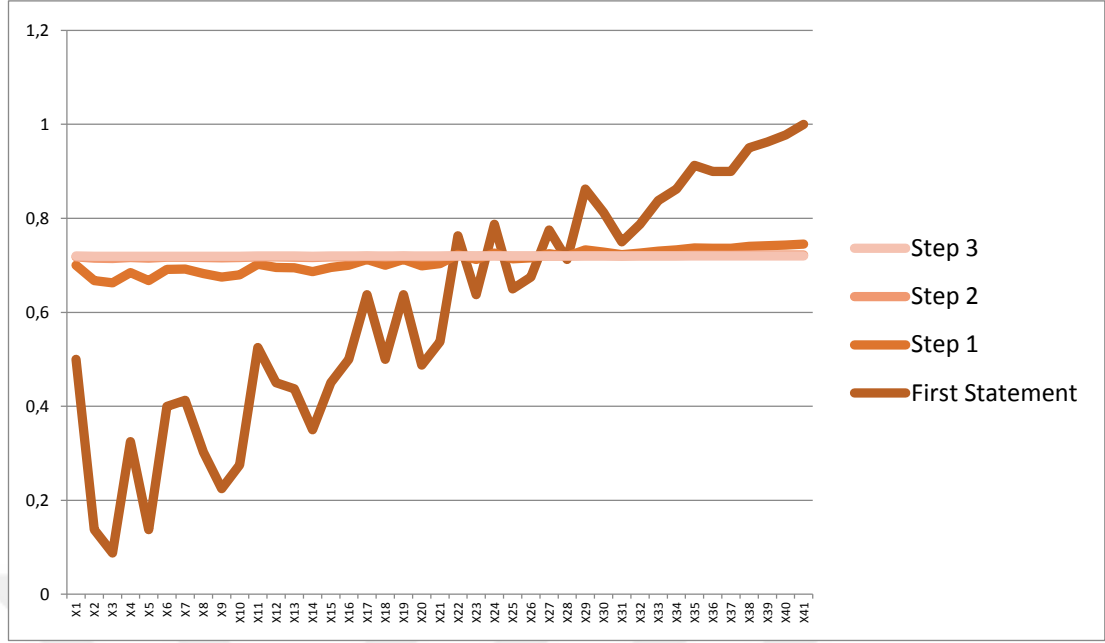
derecesine yakınsar.

$$rh = \frac{1 + \beta\omega - 2\alpha\beta}{2(1-\alpha\beta)} = \frac{0.801098 + 0.990199}{2} = 0.8956485$$



Grafik 4.2.2.a Gerekli nem miktarı hesaplama örneği grafiği

Aşağıdaki grafikte 6. Dönem incelenmiştir. Tablo 1' de $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörü ile hesaplanan uygun neme sahip arazi elde edildi. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörü için α, β, ω ' nin değerleri sırasıyla 0.1 , 0.5 ve 0.5 olarak alınarak elde edildi.



Grafik 4.2.2.b 6. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği

Grafik 4.2.2.b' ten görüldüğü gibi ağaç üç adımda ilaç-gübrelenir. Birinci aşamada arazi çok hızlı bir şekilde işleme sokulmaktadır. Sonra diğer adımlarda, ilaçlama ve gübreleme hızı giderek yavaşlar. Tablo 2' de $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörünü kullanarak 2. Döneme uygun ilaç-gübre seviyesi bulundu.

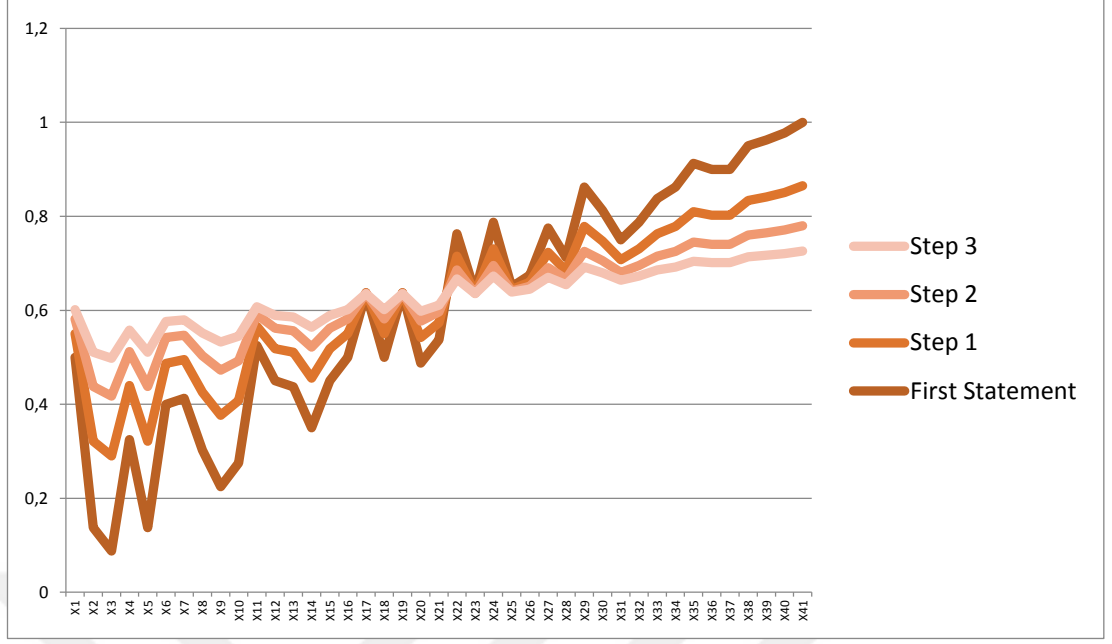
Örnek 4.2.2.3: Aşağıdaki grafik 4.2.2.c' da 2. Dönem incelenir. 2. Dönem ilaç-gübre emilimi iyi değildir. Bu yüzden, daha fazla adımda ilaçlama ve gübreleme yapılarak daha fazla ilaç-gübre emmesi sağlanır. Bu sebeple, 2. Dönem için 5 adım kullanıldı. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörünün parametreleri 2. Dönem için $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.9$, $\omega = 0.5$ değerlerine sahiptir. İlaç-gübre emme giderek azalır, bu nedenle bitkilerin ihtiyacı olan ilaç-gübre miktarı azalır. Böylece, sağlıklı ve ekonomik bir şekilde gerekli olan ilaç-gübre sağlanır.

Tablo 4.2.2.1 İlaç-Gübre Eşik değerleri

μ	v	MDZ 0,1 0,5 0,5	NDZ 0,1 0,5 0,5	average	MDZ 0,1 0,5 0,5	NDZ 0,1 0,5 0,5	average	MDZ 0,1 0,5 0,5	NDZ 0,1 0,5 0,5	average
0	0	0,225	0,025	0,1	0,23625	0,02625	0,005	0,236813	0,026313	0,00025
0,03	0,75	0,2263	0,0625	0,444	0,236313	0,028125	0,022219	0,236816	0,026406	0,0011109
0,05	0,875	0,2275	0,0688	0,492	0,236375	0,028438	0,024594	0,236819	0,026422	0,0012297
0,08	0,425	0,2288	0,0463	0,266	0,236438	0,027313	0,013313	0,236822	0,026366	0,0006656
0,1	0,825	0,23	0,0663	0,444	0,2365	0,028313	0,022219	0,236825	0,026416	0,0011109
0,13	0,325	0,2313	0,0413	0,195	0,236563	0,027063	0,00975	0,236828	0,026353	0,0004875
0,15	0,525	0,2325	0,0413	0,183	0,236625	0,027063	0,009156	0,236831	0,026353	0,0004578
0,18	0,57	0,2338	0,0535	0,288	0,236688	0,027675	0,014381	0,236834	0,026384	0,0007191
0,2	0,75	0,235	0,0625	0,361	0,23675	0,028125	0,018063	0,236838	0,026406	0,0009031
0,23	0,675	0,2363	0,0588	0,314	0,236813	0,027938	0,015688	0,236841	0,026397	0,0007844
0,25	0,2	0,2375	0,035	0,076	0,236875	0,02675	0,003813	0,236844	0,026338	0,0001906
0,28	0,375	0,2388	0,0438	0,148	0,236938	0,027188	0,007375	0,236847	0,026359	0,0003687
0,3	0,425	0,24	0,0463	0,159	0,237	0,027313	0,007969	0,23685	0,026366	0,0003984
0,33	0,625	0,2413	0,0563	0,243	0,237063	0,027813	0,012125	0,236853	0,026391	0,0006063
0,35	0,45	0,2425	0,0475	0,148	0,237125	0,027375	0,007375	0,236856	0,026369	0,0003688
0,38	0,375	0,2438	0,0438	0,1	0,237188	0,027188	0,005	0,236859	0,026359	0,00025
0,4	0,125	0,245	0,0313	-0,03	0,23725	0,026563	-0,00153	0,236863	0,026328	0,000077
0,43	0,425	0,2463	0,0463	0,1	0,237313	0,027313	0,005	0,236866	0,026366	0,00025
0,45	0,175	0,2475	0,0338	-0,03	0,237375	0,026688	-0,00153	0,236869	0,026334	0,000077
0,48	0,5	0,2488	0,05	0,112	0,237438	0,0275	0,005594	0,236872	0,026375	0,0002797
0,5	0,425	0,25	0,0463	0,064	0,2375	0,027313	0,003219	0,236875	0,026366	0,0001609
0,53	0	0,2513	0,025	-0,15	0,237563	0,02625	-0,00747	0,236878	0,026313	-0,000373
0,55	0,275	0,2525	0,0388	-0,03	0,237625	0,026938	-0,00153	0,236881	0,026347	-0,000077
0,58	0	0,2538	0,025	-0,17	0,237688	0,02625	-0,00866	0,236884	0,026313	-0,000433
0,6	0,3	0,255	0,04	-0,04	0,23775	0,027	-0,00213	0,236888	0,02635	-0,000106
0,63	0,275	0,2563	0,0388	-0,07	0,237813	0,026938	-0,00331	0,236891	0,026347	-0,000166
0,65	0,1	0,2575	0,03	-0,16	0,237875	0,0265	-0,00806	0,236894	0,026325	-0,000403
0,68	0,25	0,2588	0,0375	-0,1	0,237938	0,026875	-0,00509	0,236897	0,026344	-0,000255
0,83	0,1	0,2663	0,03	-0,24	0,238313	0,0265	-0,01222	0,236916	0,026325	-0,000611
0,73	0,1	0,2613	0,03	-0,2	0,238063	0,0265	-0,00984	0,236903	0,026325	-0,000492
0,75	0,25	0,2625	0,0375	-0,14	0,238125	0,026875	-0,00687	0,236906	0,026344	-0,000344
0,78	0,2	0,2638	0,035	-0,17	0,238188	0,02675	-0,00866	0,236909	0,026338	-0,000433
0,8	0,125	0,265	0,0313	-0,22	0,23825	0,026563	-0,01103	0,236913	0,026328	-0,000552
0,83	0,1	0,2663	0,03	-0,24	0,238313	0,0265	-0,01222	0,236916	0,026325	-0,000611
0,85	0,025	0,2675	0,0263	-0,29	0,238375	0,026313	-0,01459	0,236919	0,026316	-0,00073
0,88	0,075	0,2688	0,0288	-0,28	0,238438	0,026438	-0,014	0,236922	0,026322	-0,0007
0,9	0,1	0,27	0,03	-0,28	0,2385	0,0265	-0,014	0,236925	0,026325	-0,0007
0,93	0,025	0,2713	0,0263	-0,33	0,238563	0,026313	-0,01638	0,236928	0,026316	-0,000819
0,95	0,025	0,2725	0,0263	-0,34	0,238625	0,026313	-0,01697	0,236931	0,026316	-0,000848
0,98	0,02	0,2738	0,026	-0,35	0,238688	0,0263	-0,01768	0,236934	0,026315	-0,000884
1	0	0,275	0,025	-0,38	0,23875	0,02625	-0,01875	0,236938	0,026313	-0,000938

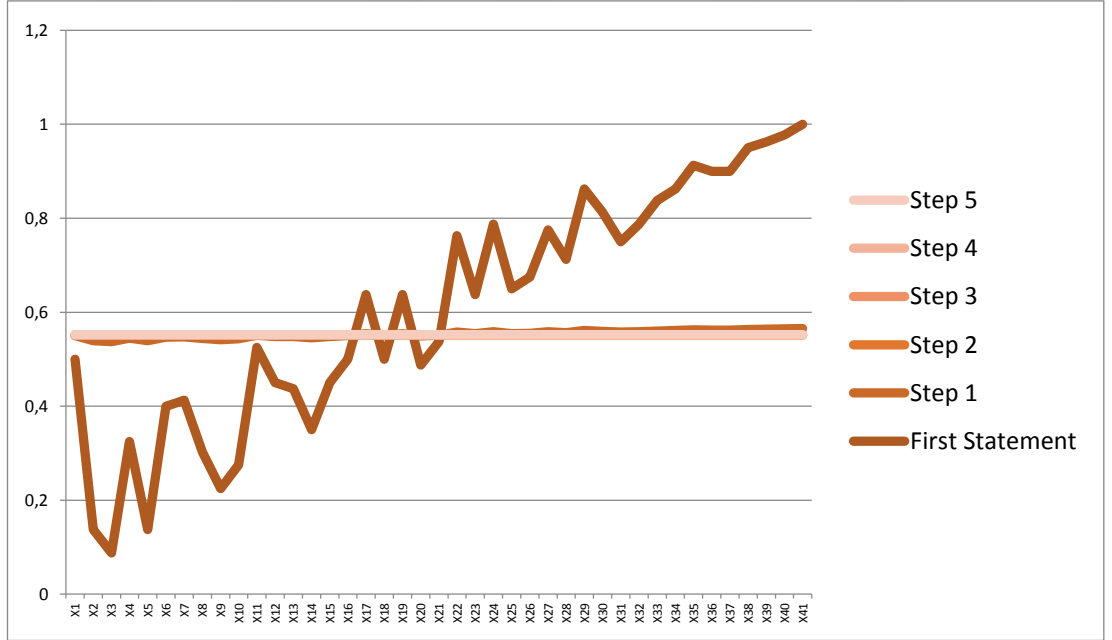
Tablo 4.2.2.2 İlaç-Gübre Operatör değerleri

μ	ν	MDZ 0,3 0,9 0,5	NDZ 0,3 0,9 0,5	average	average	average	average	average
0	0	0,315	0,015	0,15	0,0405	0,010935	0,002952	0,003556
0,03	0,75	0,3218	0,2175	0,414625	0,111949	0,030226	0,008161	0,005501
0,05	0,875	0,3285	0,2513	0,451125	0,121804	0,032887	0,008879	0,005784
0,08	0,425	0,3353	0,1298	0,27775	0,074993	0,020248	0,005467	0,00454
0,1	0,825	0,342	0,2378	0,414625	0,111949	0,030226	0,008161	0,005555
0,13	0,325	0,3488	0,1028	0,223	0,06021	0,016257	0,004389	0,004178
0,15	0,325	0,3555	0,1028	0,213875	0,057746	0,015591	0,00421	0,004129
0,18	0,57	0,3623	0,1689	0,294175	0,079427	0,021445	0,00579	0,004732
0,2	0,75	0,369	0,2175	0,35075	0,094703	0,02557	0,006904	0,005161
0,23	0,675	0,3758	0,1973	0,31425	0,084848	0,022909	0,006185	0,004914
0,25	0,2	0,3825	0,069	0,13175	0,035573	0,009605	0,002593	0,003603
0,28	0,375	0,3893	0,1163	0,1865	0,050355	0,013596	0,003671	0,004019
0,3	0,425	0,396	0,1298	0,195625	0,052819	0,014261	0,00385	0,004104
0,33	0,625	0,4028	0,1838	0,2595	0,070065	0,018918	0,005108	0,004587
0,35	0,45	0,4095	0,1365	0,1865	0,050355	0,013596	0,003671	0,004073
0,38	0,375	0,4163	0,1163	0,15	0,0405	0,010935	0,002952	0,003825
0,4	0,125	0,423	0,0488	0,049625	0,013399	0,003618	0,000977	0,003113
0,43	0,425	0,4298	0,1298	0,15	0,0405	0,010935	0,002952	0,003861
0,45	0,175	0,4365	0,0623	0,049625	0,013399	0,003618	0,000977	0,003149
0,48	0,5	0,4433	0,15	0,159125	0,042964	0,0116	0,003132	0,003964
0,5	0,425	0,45	0,1298	0,122625	0,033109	0,008939	0,002414	0,003716
0,53	0	0,4568	0,015	-0,041625	-0,01124	-0,00303	-0,00082	0,002538
0,55	0,275	0,4635	0,0893	0,049625	0,013399	0,003618	0,000977	0,00322
0,58	0	0,4703	0,015	-0,059875	-0,01617	-0,00436	-0,00118	0,002441
0,6	0,3	0,477	0,096	0,0405	0,010935	0,002952	0,000797	0,00319
0,63	0,275	0,4838	0,0893	0,02225	0,006007	0,001622	0,000438	0,003075
0,65	0,1	0,4905	0,042	-0,05075	-0,0137	-0,0037	-0,001	0,002561
0,68	0,25	0,4973	0,0825	-0,005125	-0,00138	-0,00037	-0,0001	0,002911
0,83	0,1	0,5378	0,042	-0,114625	-0,03095	-0,00836	-0,00226	0,002222
0,73	0,1	0,5108	0,042	-0,078125	-0,02109	-0,0057	-0,00154	0,002416
0,75	0,25	0,5175	0,0825	-0,0325	-0,00877	-0,00237	-0,00064	0,002766
0,78	0,2	0,5243	0,069	-0,059875	-0,01617	-0,00436	-0,00118	0,002585
0,8	0,125	0,531	0,0488	-0,096375	-0,02602	-0,00703	-0,0019	0,002337
0,83	0,1	0,5378	0,042	-0,114625	-0,03095	-0,00836	-0,00226	0,002222
0,85	0,025	0,5445	0,0218	-0,151125	-0,0408	-0,01102	-0,00297	0,001974
0,88	0,075	0,5513	0,0353	-0,142	-0,03834	-0,01035	-0,00279	0,002058
0,9	0,1	0,558	0,042	-0,142	-0,03834	-0,01035	-0,00279	0,002076
0,93	0,025	0,5648	0,0218	-0,1785	-0,0482	-0,01301	-0,00351	0,001829
0,95	0,025	0,5715	0,0218	-0,187625	-0,05066	-0,01368	-0,00369	0,00178
0,98	0,02	0,5783	0,0204	-0,198575	-0,05362	-0,01448	-0,00391	0,001718
1	0	0,585	0,015	-0,215	-0,05805	-0,01567	-0,00423	0,001617



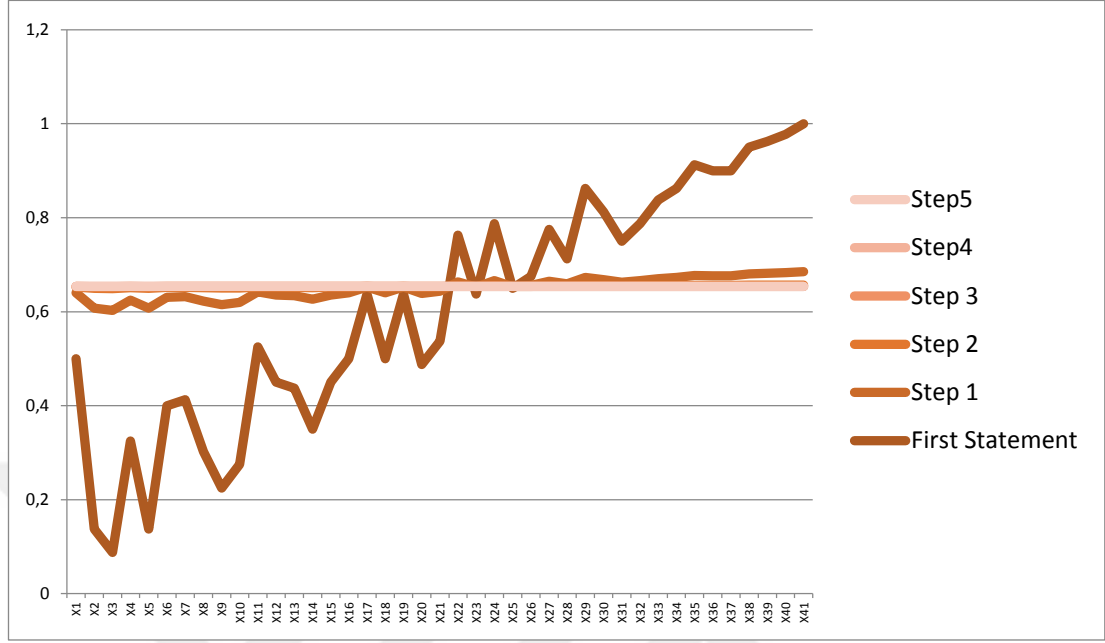
Grafik 4.2.2.c 3. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği

Örnek 4.2.3.4: 7. dönem için $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.9$, $\omega = 0.5$ seçilirse, Grafik 4.2.2.d' deki sonuç elde edilir.



Grafik 4.2.2.d 7. dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği

Örnek 4.2.2.5: 3. Dönem için $\alpha = 0.6$, $\beta = 0.9$, $\omega = 0.45$ seçilirse Grafik 4.2.2.e’deki sonuç elde edilir.



Grafik 4.2.2.e 3. Dönem ilaçlama ve gübreleme grafiği

Her bölge için bitkinin ihtiyaç duyduğu kritik İlaç-Gübre seviyesi farklıdır, bu tezde sıcaklığa, arazi, toprak nemine, hava nemine ve eğimine göre arazi bölgelere ayırabiliriz.

Genel durumda, biz tarım alanının aynı tip ağaçlardan oluştuğunu varsaydık. [Çuvalcıoğlu, Aykut, 2014]’ e benzer şekilde, $E_{\alpha,\beta}$ operatörünü kullanmak yerine $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörü ile tarım alanlarındaki eğim, sıcaklık, hava nemi ve toprak nemi problemi benzer şekilde çözülebilir. Böylece sunulan sistem çiftçilerin tarımda kullandıkları geleneksel yöntemlere kıyasla, daha ekonomik bir şekilde ilaçlama ve gübreleme yapma ve daha az kimyasal kullanılmasının önünü açıyor.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezin sonucunda intuitionistic fuzzy küme ve operatörleri kullanarak farklı yön, farklı toprak cinsi, farklı ağaç cinsi, toprak ve hava nemine sahip arazilerde daha ekonomik bir ilaçlama ve gübreleme yapılması saplanmaktadır.

Ayrıca bu tezde , $E_{\alpha,\beta}$ ve $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ intuitionistic fuzzy operatörleri ile daha uygun ilaçlama ve gübreleme modeli elde edilebileceği ve $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ operatörleri ile uygun ilaçlama ve gübreleme modelleri elde edilemeyeceği gösterilmiştir.

Bundan sonra intuitionistic fuzzy modal operatörlerin gübreleme ve ilaçlama için uygulamaları geliştirilebilir.



KAYNAKLAR

Atanassov, K. T., Intuitionistic Fuzzy Sets, VII ITKR's Session, Sofia, June 1983 (deposed in Central Sci.-Techn. Library of Bulg. Acad. Of Sci. No. 1697184 (in Bulgaria) (1983)

Atanassov, K. T., Intuitionistic Fuzzy Sets, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 20, Issue , 87-96. (1986)

Atanassov, K. T., Intuitionistic Fuzzy Sets, Physica-Verlag, Heidelberg, New York, (1999)

Atanassov K.T., "Intuitionistic Fuzzy Sets, Theory and Applications", Physica-Verlag Heidelberg, Germany, 319 s., (1999).

Atanassov K.T., "Remark on Two Operations Over Intuitionistic Fuzzy Sets", Int. J. of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge Syst. 9(1): 71-75, (2001)

Atanassov K.T., "The most general form of one type of intuitionistic fuzzy modal operators", NIFS, 12 (2): 36-38. (2006)

Atanassov K.T., "Some Properties of the operators from one type of intuitionistic fuzzy modal operators", Advanced Studies on Contemporary Mathematics, 15(1): 13-20, (2007)

Atanassov K.T., "Theorem for equivalence of the two most general intuitionistic fuzzy modal operator"s, NIFS, 15(1): 26-31, (2008)

Atanassov K.T., On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory, Springer, Berlin, 2012

Birkhoff G., "Lattice Theory", American Mathematical Society, United States of America, 418 s., (1940).

Çuvalcıoğlu, G., "Some Properties of E(alfa,beta) operator", Advanced Studies on Contemporary Mathematics, 14(2), 305-310, (2007)

Çuvalcıoğlu, G., "Expand the modal operator diagram with Z(alfa,beta,omega)", Jangjeon Math. Soc., 13(3): 403-412, (2010)

Çuvalcıoğlu, G., Yılmaz, S. "Some properties of OTMOs on IFSs", Advanced Studies in Contemporary Mathematics, 20(4): 621-628, (2010)

Çuvalcıoğlu, G., “On the Diagram of One Type Modal Operators on Intuitionistic Fuzzy Sets: Last Expanding with $Z(\alpha, \beta, \omega, \tau)$ ”, Iranian J. of Fuzzy Systems, 10(1), 89-106, (2013)

Çuvalcıoğlu, G., The extension of modal operators diagram with last operators, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 19, No. 3, 56-61, (2013)

Çuvalcıoğlu, G., Yilmaz S., & Atanassov, K. T., Matrix representation of the second type of intuitionistic fuzzy modal operators, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 20(5), 9-16, (2014)

Çuvalcıoğlu, G., & Aykut E., An application of some intuitionistic fuzzy modal operators to agriculture, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 21(2), 140-149, (2015)

Dencheva, K. “Extension of intuitionistic fuzzy modal operators \boxplus and \boxtimes ” Proc. of the Second Int. IEEE Symp. Intelligent Systems, 3: 22-24, (2004)

Doycheva B., “Inequalities with intuitionistic fuzzy topological and Gökhan Çuvalcıoğlus operators”, NIFS, 14(1): 20-22, (2008)

Gonzalez, R., Woods R. E., Digital Image Processing, Third Edition, Pearson International Edition (2008)

Marinov, E., Velizarova, E., & Atanassov, K. T., An intuitionistic fuzzy estimation of the area of 2D-figures, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 19(2), 57-70, (2013)

Marinov, E., Velizarova, E., & Atanassov, K. T., An intuitionistic fuzzy estimation of the area 2D-figures based on the Pick’s Formula, Modern Approaches in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics, Vol.1: Foundations, (Atanassov, K. T., Baczynski, M., Kacprzyk, J., M, Szmidt E., Wygalak M., Zadrozny S., eds., SRI-PAS, Warsaw, 145-157 (2014)

Nebi, H. M., A New Ranking Method for Intuitionistic Fuzzy numbers, International Journal of Fuzzy System, 12(1), 80-86, (2010)

Pal, S. K., King R. A., Image Enhancement Using Fuzzy Set, Electronics Letters, Vol. 16, No. 10, 376-378, (May, 1980)

Pal, S. K., King R. A., Image Enhancement Using Smoothing with Fuzzy Sets, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-1(7), 494-501 (1981)

Wang, S. S., Chen C. D., Adaptive Fuzzy Image Enhancement Based on Edge Detection, Thesis for Master of Science Graduate Institute of Electrical Engineering Tatung University, (July, 2012)

Yan, L., Intuitionistic Fuzzy Ring and Its Homomorphism, 2008 International Seminar on Future Bio-Medical Information Engineering, 75-77, (2008)

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

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Arif Bal

Doğum Tarihi: 25.07.1985

Öğrenim Durumu: Yüksel Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise	Fen Bilimleri	Mersin Ticaret ve Sanayi Odası Anadolu Lisesi	2001-2004
Lisans	Matematik	İstanbul Üniversitesi	2005-2013
Yüksek Lisans	Matematik A.B.D	Mersin Üniversitesi	2013-

ESERLER

1. Çuvalcıoğlu G, Bal A, Aykut E, Fundamental properties of generalized intuitionistic fuzzy groups, 18.th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets, 10-11 May 2014, Sofia, Bulgaria, "NOTES on IFS", Volume 20, 2014, Number 2, pages 60-68
2. Yılmaz S, Bal A, Extension of intuitionistic fuzzy modal operators diagram with new operators, 1st Int. Workshop on IFSS, Mersin, 14 Nov. 2014," Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets", ISSN 1310-4926, Vol. 20, 2014, No. 5, 26-35 Alıntılama Sayısı: 1
3. Çuvalcıoğlu G, Yılmaz S, Bal A, Some algebraic properties of the matrix representation of intuitionistic fuzzy modal operators, 19.th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets, 4-6 June 2015, Burgas, Bulgaria," NOTES" on IFS, Volume 21, 2015, Number 2, pages 6-18