

**FUZZY MATEMATİĞİN AKILLI BİR
UYGULAMASI: AKILLI ÇİFTÇİ**

ESRA AYKUT

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU**

**MERSİN
ARALIK – 20015**

Esra AYKUT tarafından Yrd.Doç.Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU danışmanlığında hazırlanan “Fuzzy Matematiğin Akıllı Bir Uygulaması: Akıllı Çiftçi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

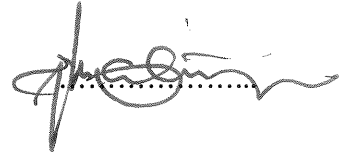
Doç.Dr. Hamza MEMKEN



Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÇİTİL



Yrd.Doç.Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08./01./2016 tarih ve 2016.../.../... 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.

FUZZY MATEMATİĞİN AKILLI BİR UYGULAMASI: AKILLI ÇİFTÇİ

Esra AYKUT

ÖZ

Intuitionistic fuzzy küme teori ve intuitionistic fuzzy operatörlerin bir çok alanda uygulaması bulunmasına rağmen tarım alanında henüz bir uygulaması bulunmamaktadır. Bu tezde Intuitionistic fuzzy küme teori ve intuitionistic fuzzy operatörlerinin yardımıyla tarım alanlarında sulama ve tarım alanlarında ilaçlama sorunlarına ilişkin çeşitli iyileştirmelerle ilgili yöntem verilmiştir. Bu yöntemin geliştirilmesi için toprak cinsi, hava nemi ve toprak nemini tarım alanlarında kullanılan değişkenler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Intuitionistic Fuzzy Küme, Intuitionistic Fuzzy Operatör, Akıllı Tarım, Sulama.

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

AN SMART APPLICATION OF FUZZY MATH: SMART FARMER

Esra AYKUT

ABSTRACT

Despite the intuitionistic fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy operator to have application in many areas of application in agriculture is not yet available. In this thesis, the various methods of improvement related to irrigation and pesticide problems at farmland with the help of Intuitionistic fuzzy set theory and intuitionistic fuzzy operator are given. For carrying out the method, type of soil the air humidity and soil moisture were determined as variables used in agriculture area.

Key Words: Intuitionistic Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Operator, Smart Farmer, Irrigation.

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

TEŞEKKÜR

Bu çalışma konusunun seçiminde ve hazırlanmasında, yardımını esirgemeyen bilgi, görüş ve önerilerini ortaya koyan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÇUVALCIOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimde bana destek olan ilgi ve yardımda bulunan Arş.Gör. Sinem YILMAZ' a şükranlarımı sunuyorum.

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

Ayrıca bu süreçte bana büyük desteği olan sevgili babam Fazıl AYKUT' a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimine desteğinden dolayı teşekkürler.

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM	5
3.1. FUZZY KÜMELER	7
3.2. INTUITIONISTIC FUZZY KÜMELER	10
3.3. INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLER	15
3.4. GÖRÜNTÜ İŞLEME.....	21

3.4.1. Görüntü İşleme, Görüntü Analizi ve Bilgisayarlı görme	22
3.4.2. Hidrolik Alıkonma Süresi	22
3.4.3. İnsan Görüntüleme Sistemi	23
3.4.4. Sayısal Görüntü Oluşumu	23
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 TIPLERİ	28
3.8. SAYISAL GÖRÜNTÜLERİN GÖSTERİMİ.....	29
3.8.1. Sayısal Görüntülerin Gösterimi	30
3.8.2. Görüntü İşlemede Temel Kavramlar.....	30
3.9. GRİ SEVİYE DÖNÜŞÜMLERİ.....	31
3.9.1. Uzamsal Bölge’de Görüntü İşlemleri.....	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	36
3.10.1.1 Kontrast yoğunlaştırma ve görüntü düzenleme.....	37
3.10.1.2 Fuzzifikasyon ve Önerme Düzlemi.....	38
3.10.1.3 Ters Dönüşüm	39
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	40
4.1. INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖR $E_{\alpha,\beta}$ NİN TARIMDA UYGULAMASI.....	40
4.2. BAZI INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLERİN TARIMDA UYGULAMASI.....	45
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ.....	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil.3.2.1.a IF kümenin standart geometrik gösterimi.	11
Şekil 3.2.1.b IF kümenin ikinci geometrik gösterimi.	11
Şekil.3.2.3 Öz intuitionstic fuzzy küme örneği gösterimi.....	12
Şekil.3.4.3 İnsan görüntüleme sistemi şeması.	24
Şekil 3.4.4 Sayısal görüntü oluşumu gösterimi.....	25
Şekil.3.4.5.a Gelen ışığı ana renklere ayırıştırın düzenek gösterimi.	26
Şekil.3.4.5.b Renk filtrelerinin renkleri ayırıştırma aşamasının gösterimi.	26
Şekil 3.4.5.c Renklerin ayırıştırması gösterimi.	26
Şekil 3.5.a Her bir pikselin parlaklık gösterimi	27
Şekil 3.5.b Her bir pikselin 3 farklı renk için parlaklık gösterimi	27

Şekil 3.6 Dijital şekilde piksel gösterimi.	28
Şekil 3.7.a Siyah beyaz şeklin bit ile ifadesi gösterimi.....	29
Şekil 3.7.b Renkli şeklin bit ile ifadesi gösterimi.	29
Şekil 3.9.1 Operasyon çeşitleri gösterimi.	34
Şekil.3.9.4 Şekil ve histogram gösterimi.	36
Şekil 3.10.1.1 T_r operatöründe r artarken eğrinin değişimi grafiği.....	39
Şekil 4.1. Farklı yükseltilere sahip arazi gösterimi.	42
Şekil 4.2.a. Eğimli arazi gösterimi.	47
Şekil 4.2.b. Arazinin eğiminin gösterimi.	47
Şekil 4.2.c. Parçalara ayrılmış arazinin eğiminin gösterimi.	48
Grafik 4.2.1.a $F_{\alpha,\beta}$ operatörü ile sulama modeli.	48
Grafik 4.2.1.b $B_{\alpha,\beta}$ operatörü ile sulama modeli.....	49

Grafik 4.2.1.c $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörü ile sulama modeli.	49
Grafik 4.2.2.a Gerekli nem miktarı hesaplama örneği grafiği.	51
Grafik 4.2.2.b Humuslu toprağın sulama grafiği.	52
Grafik 4.2.2.c Kumlu toprağın sulama grafiği.....	55
Grafik 4.2.2.d Kireçli toprağın sulama grafiği.....	55
Grafik 4.2.2.e Tınlı toprağın sulama grafiği.	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

AÇIKLAMALAR

μ

Fuzzy küme

\vee

Fuzzy küme

\leq

Küçük eşit

\geq

Büyük eşit

$:\Leftrightarrow$

Tanım

\sqsubseteq

Alt küme

\sqcap

Fuzzy kümelerin kesişimi

\sqcup

Fuzzy kümelerin birleşimi

FS

Fuzzy küme

IFS

Intuitionistic fuzzy küme

$\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle$

Intuitionistic fuzzy kümesi

RGB

Kırmızı yeşil mavi

RHL

Riskli nem seviyesi

EHL

Temel nem seviyesi

1.GİRİŞ

Kümelerin elemanlarının kümeye ait olma kriterlerinin kesin bir şekilde tanımlanması klasik küme teorisinde gerekmez. Bu nedenle, bazı problemlerin çözüm kümelerini kesin bir şekilde ifade etme problemiyle karşılaşılır. Örnek olarak, reel sayı ekseninde 1' e yakın olan noktalar kümesini oluşturmak ile 5 cm uzaklıktaki noktalar kümesini oluşturmaktan daha zordur, hatta imkansızdır. Buna benzer zorluk, ağırlığı 100 kg' dan fazla olanlarla ağırlığı 100 kg olan nesnelerin kümeleri oluşturulurken karşımıza çıkar. O halde, 100 kg dan ağır nesnelerin kümesini oluştururken, elemanların ağırlığına göre bir derecelendirme yapılması gerekir. Bu derecelendirme, elemanın o kümeye ne kadar ait olduğunu gösterir.

Bu ve buna benzer problemlerin çözümü için “Fuzzy Küme Teori” 1965 yılında L. A. Zadeh tarafından tanımlanmıştır.

Klasik mantıkta, ifadelerin doğruluk değeri $\{0,1\}$ kümesinin elemanlarıyken fuzzy mantıkta önermelerin doğruluk değeri $[0,1]$ aralığının elemanıdır. Böylece, fuzzy küme teorisinde bir elemanın bir kümeye ait olma değeri daha uygun bir şekilde ifade edilebilir. Fuzzy küme teorisinde, 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 dir. Bu yöntemle elde edilen fuzzy kümeler klasik kümelerin bir genişlemesidir.

Fuzzy kümenin tanımından sonra yapılan çalışmalar fuzzy küme teorisinin gelişmesini sağlamış bunun sonucunda da K. Atanassov [Atanassov, 1986] tarafından “Intuitionistic Fuzzy Küme” kavramı 1986 yılında tanımlanmıştır. Intuitionistic fuzzy küme teorisinde elemanların bir kümeye üye olma derecesi ile üye olmama dereceleri toplamı 1 olmak zorunda değildir. Doğal olarak fuzzy küme teorisini intuitionistic fuzzy küme teorisinin özel bir durumudur.

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, Atanassov, 2006, Atanassov, 2007, Atanassov, 2008, Çuvalcıoğlu, 2007, Çuvalcıoğlu, 2010, Çuvalcıoğlu, 2012, Dencheva, 2004, Dencheva, 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 teori ve intuitionistic fuzzy operatörlerin kullanımının, sistemin daha az hata ile çalışacağı anlaşıldığından, bu tezde intuitionistic fuzzy küme ve intuitionistic fuzzy operatörler kullanılmıştır.

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.

Geliştirilen yöntem sayesinde su, enerji ve insan gücü olarak 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 bir çok 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 operatörlerin 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 $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerinin bir genişlemesi olarak aynı yazar tarafından tanıtılmıştır [Atanassov, 2007].

2007 yılında G. Çuvalcıoğlu \boxplus_{α} ve \boxtimes_{α} operatörlerinin genişlemesi 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 $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerinin genişlemesi olan $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü tanımlanmıştır [Çuvalcıoğlu, 2013]. Bu operatörün tanımlanması ile diyagram son halini almıştır [Çuvalcıoğlu, 2013].

Intuitionistic fuuzy kümeler üzerindeki modal operatörler ile tarım alanı bölge bölge 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 $x \leq z$

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) kısmi sıralı bir küme olsun.

$\forall a, b \in L$ için $\sup\{a, b\} = a \vee b \in L$ ve $\inf\{a, b\} = a \wedge b \in L$ ise 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 $x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$
- ii. $\forall x, y, z \in L$ 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 $x \leq z \Rightarrow x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge z$ koşulu sağlanıyorsa L ye modüler denir.

3.1 FUZZY KÜMELER

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

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

“Çoğunlukla, günlük hayatta 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 statüsündedirler. 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 alanlarında önemli bir rol oynar.

Fuzzy küme kavramı “kavramsal yapı” inşası için kolaylık sağlar. Bu yapı klasik küme teorisindeki 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:

$$\mu_A(0) = 0, \mu_A(2) = 0, \mu_A(10) = 0,01,$$

$$\mu_A(100) = 0,2, \mu_A(900) = 0,95, \mu_A(1000) = 1.$$

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 $A = \{(b, 0.5), (c, 0.9), (d, 0.8)\}$ ve

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

$A \cap B = \{(b, 0.5), (d, 0.4)\}$, $A \cup B = \{(a, 0.5), (b, 0.6), (c, 0.9), (d, 0.8), (e, 0.1)\}$,

$A^c = \{(a, 1), (b, 0.5), (c, 0.1), (d, 0.2), (e, 1), (f, 1)\}$ 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) $\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) = 1 - \frac{x}{x+5} = \frac{5}{x+5}$,

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

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

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

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

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

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

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

$A_{<t>} = \{x \in X \mid \mu(x) > t\}$ 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

$$A_1 = \{e\},$$

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

$$A_{\langle 0.8 \rangle} = \{e\} = A_1 \text{ ve } A_{\langle 0 \rangle} = \{a, b, c, d, e, f\} \text{ şeklindedir.}$$

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 konulmuştur.

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

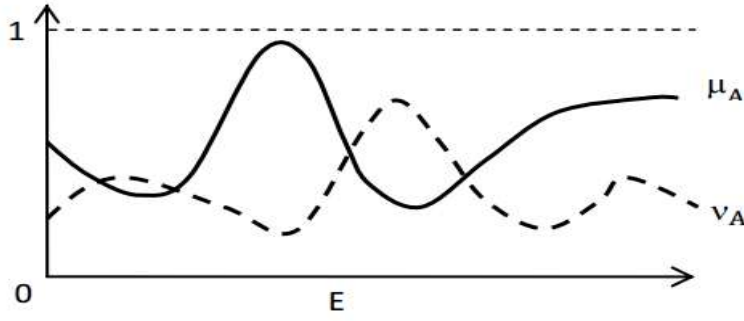
$\sup A = (\sup\{x \in [0,1] : (y \in [0,1]), ((x, y) \in A)\}, \inf\{y \in [0,1] : (x \in [0,1]), ((x, y) \in A)\})$ ve

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

şeklinde tanımlanır.

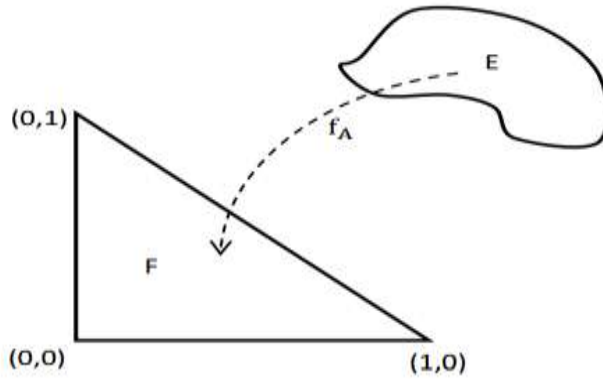
Tanım 3.2.1: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme olsun. $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ ve $\nu_A: X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonları, sırasıyla, x ∈ X in üye olma derecesi ve üye olmama derecesi olmak üzere $A = \{\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x) \rangle \mid x \in X, 0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1\}$ 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 IF kümenin standart geometrik gösterimi

Şekil 3.2.1.a ya IF kümenin standart geometrik gösterimi denir.



Şekil 3.2.2 IF kümenin ikinci geometrik gösterimi.

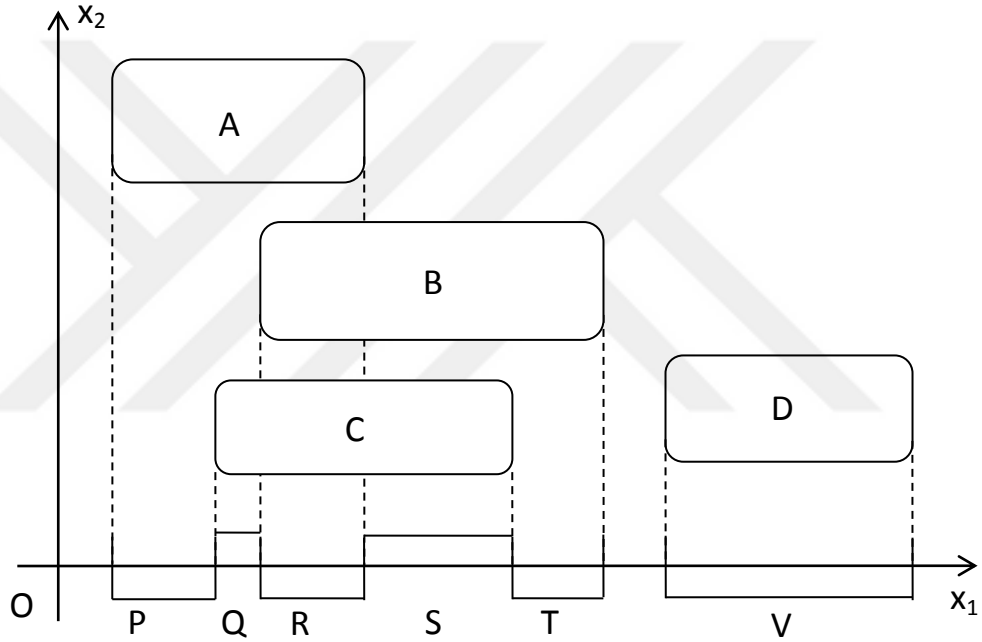
Tanım 3.2.2: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme, $A \in IFS(X)$ olsun.

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

Tanım 3.2.3: [Atanassov, 1983] X bir evrensel küme olsun. $A \in IFS(X)$ 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 kümeye 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 $P \cup Q \cup R, Q \cup R \cup S, R \cup S \cup T$ ve V kümeleri sırası ile A, B, C ve D kümelerinin Ox_1 ekseninde dik izdüşümleri olsun. X kümesinin Ox_1 eksenine dik uzanan bölümünün 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 incelenmeye 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

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

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

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. $A \sqsubseteq B : \Leftrightarrow \forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ 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 MODEL OPERATÖRLER

Bazı intuitionistic fuzzy operatörler Atanassov tarafından 1999 yılında tanımlanmış ve temel özelliklerini incelemiştir. 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. $\Box A = \{ \langle x, \mu_A(x), 1 - \mu_A(x) \rangle : x \in X \} = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle : x \in X \}$
- 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 $\Box A \subset A \subset \Diamond A$ ve $\Box A \neq A \neq \Diamond A$ dir.

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, $A \in IFS(X)$ 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 $I(A) = \{ \langle x, k, l \rangle \mid x \in X \}$ dır.

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, $A, B \in IFS(X)$ için,

- i. $C(A), I(A) \in IFS(X)$
- ii. $I(A) \subseteq A \subseteq C(A)$

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

- i. $\diamond A \subseteq C(A)$
- ii. $I(A) \subseteq \square A$
- 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. $C_\mu(A) = \{ \langle x, K, \min(1-K, \nu_A(x)) \rangle \mid x \in X \}$
- ii. $C_\nu(A) = \{ \langle x, \mu_A(x), L \rangle \mid x \in X \}$
- iii. $I_\mu(A) = \{ \langle x, k, \nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$

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, $A \in \text{IFS}(X)$ ve $n \in \mathbb{N}$ olsun.

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

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

Önerme 3.3.1: [Atanassov, 2001] X evrensel küme, $A \in \text{IFS}(X)$ olmak üzere $\forall B \in \text{IFS}(X)$ 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, $A \in \text{IFS}(X)$ olsun.

i. $(\Box A)^n = \Box A^n$

ii. $(\Diamond A)^n = \Diamond A^n$

iii. $n(\Box A) = \Box n.A$

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 $A \in \text{IFS}(X)$, $\alpha, \beta \in [0,1]$ olsun.

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

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

şeklinde tanımlanmıştır.

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

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.

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

dir.

2008 yılında K.Atanassov $E_{\alpha\beta}$ operatörü ile $\boxplus_{\alpha\beta\gamma}$ ve $\boxminus_{\alpha\beta\gamma}$ 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

$\text{maks}(\alpha, \beta) + \gamma + \delta \leq 1$ olmak üzere

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

dir.

K.Atanassov diyagramdaki operatörlerin en genel halini 2009 yılında 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

$\text{maks}(\alpha - \tau, \beta - \varepsilon) + \gamma + \delta \leq 1$ ve $\text{min}(\alpha - \tau, \beta - \varepsilon) + \gamma + \delta \geq 0$ olsun.

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

dir.

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

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

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

dir.

G. Çuvalcıoğlu tarafından $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$, $\boxplus_{\alpha\beta}$ ve $\boxtimes_{\alpha\beta}$ operatörlerinin bir genişlemesi olan $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ operatörü tanımlanmıştır. Bu operatörün tanımlanması ile diyagram son halini almıştır [Cuvalcioglu, 2013].

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

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

$$\odot_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\epsilon,\zeta}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x) - \epsilon\nu_A(x) + \gamma, \beta\nu_A(x) - \zeta\mu_A(x) + \delta \rangle \mid x \in X \}$$

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;

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

dir.

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

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

dir.

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

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

dir.

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

$$G_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \alpha\mu_A(x), \beta\nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

dir.

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

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

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

dir.

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

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

$$J^*_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha(1 - \mu_A(x) - \beta\nu_A(x)), \beta\nu_A(x) \rangle \mid x \in X \}$$

dir.

3.4 GÖRÜNTÜ İŞLEME

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

x ve y uzaysal koordinatlar ve herhangi bir (x, y) koordinatında f in genliği bu noktada görüntünün yoğunluğu veya gri seviyesi olarak isimlendirilir.

x , y ve yoğunluk sonlu değerler aldığı anda sayısal görüntü olarak adlandırılır. Sayısal görüntü işleme alanı sayısal bilgisayar ile sayısal görüntülerin işlenmesine başvurur.

İnsan vücudunda görme en ileri duyu organıdır. Görme duyusu insan algısında önemli bir yere sahiptir. İnsan görme duyusu ile sadece sınırlı elektromanyetik bant-

ları algımlarken 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 bilgisayar görmesi arasında kesin bir ayrım yoktur. Bir görüntünün ortalama yoğunluğunu hesaplamak bir görüntü işleme işlemi olarak düşünülmeyebilir çünkü elde edilen tek bir sayıdır. Fakat bilgisayarlı görme insan görmesini taklit etmek için bilgisayarları kullanır. Yapılan işlem görsel girişlere dayalı olarak hareketler ve çıkarımlar yapabilmek için öğrenmeyi içerir. Bu alan tek başına yapay zeka alanıdır. Görüntü analizi alanı ise bilgisayarlı görme ve görüntü işleme arasındadır.

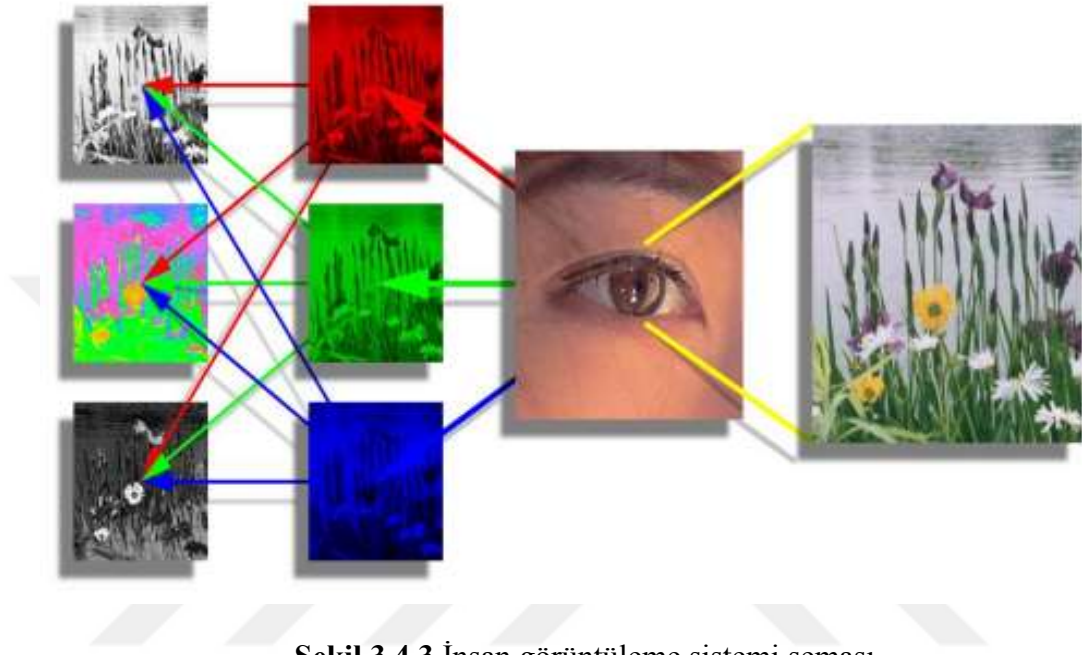
3.4.2 Görüntü İşlemenin Seviyeleri

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

- Düşük seviye görüntü işleme: gürültü azaltma, kontrast ayarlama, görüntü keskinleştirme gibi işlemleri içerir.
- Orta seviye görüntü işleme: görüntü bölütleme (nesne veya alanlara görüntünün bölünmesi), bilgisayarın bu görüntüleri uygun formda işlemesi için nesnelerin tanınması ve sınıflandırma. Bu aşamada giriş olarak görüntü alınır ve çıkışta ise bir görüntüden kenar, contour ve bireysel nesnelerin tanınması gibi özellikler elde edilir.
- Yüksek seviyeli görüntü işleme: Algılamayı içerir. Tanınan nesneler ile ilgili görüntü analizi ile görme ile ilişkili bir kavram oluşturulmasıdır.

3.4.3 İnsan Görüntüleme Sistemi

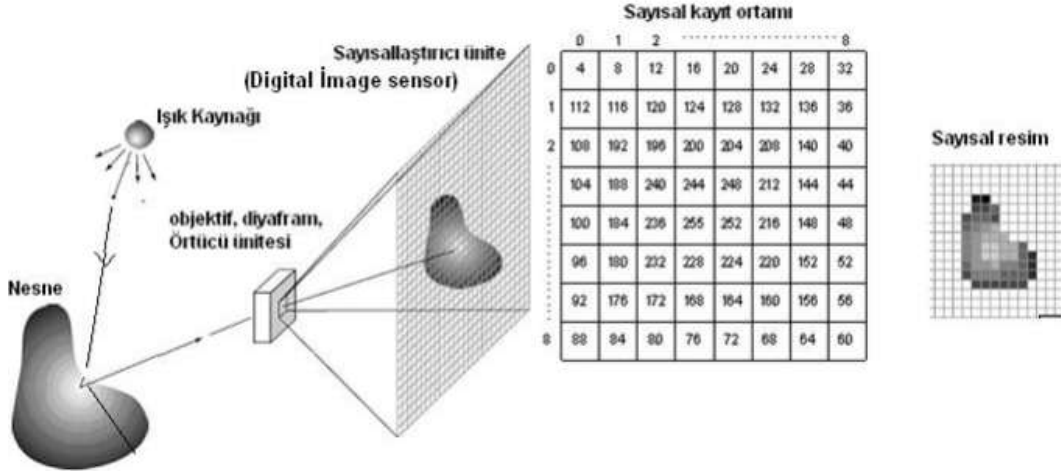
İnsan gözü üç tip fotoreseptöre sahiptir. Bu fotoreseptörler kırmızı' ya, yeşil' e ve mavi' ye duyarlıdır. Beyin bu RGB (kırmızı, yeşil, mavi) işaretleri birbirinden bağımsız olarak parlaklık ve renk kanallarına dönüştürür.



Şekil 3.4.3 İnsan görüntüleme sistemi şeması.

3.4.4 Sayısal Görüntü Oluşumu

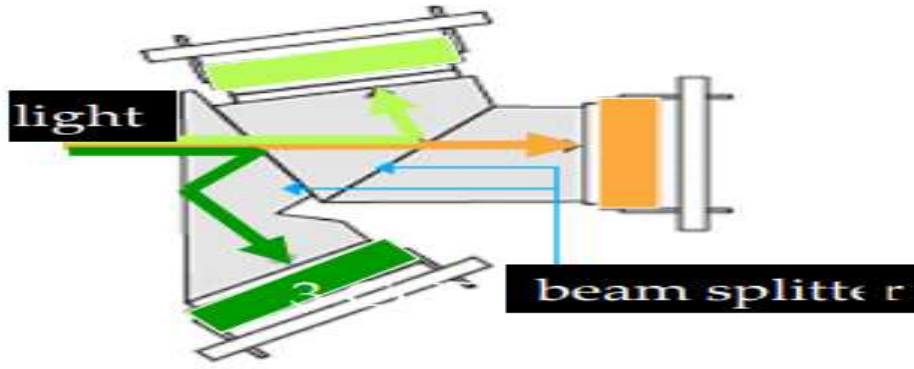
Sayısal fotoğraf çekimi ve kaydedilmesi işlemi; nesneden yansıyan ışıkların odaklanıp yönlendirildiği objektiften ve diyaframdan geçirilen ve filtrelenen ışık demetlerinin, bir görüntü algılayıcı üzerine düşürülmesi ile başlar. CCD veya CMOS algılayıcı olarak da adlandırılan bu ünite, yüzeyinde çok sayıda ışığa duyarlı foto diyotlar mevcuttur. Bunlar pikselleri oluşturur. Bunlar kendi üzerlerine düşen ışığın şiddetiyle orantılı olarak gerilimler üretirler. Foto diyotlardaki gerilim seviyeleri, bir analog-dijital (A/D) çevirici ve işlemci vasıtası ile piksellerdeki ışık şiddetleriyle orantılı gerilim seviyelerinin sayısal değerleri olarak bir sayısal hafızada saklanırlar. Bu işlem sayısal resmin saklanmasıdır.



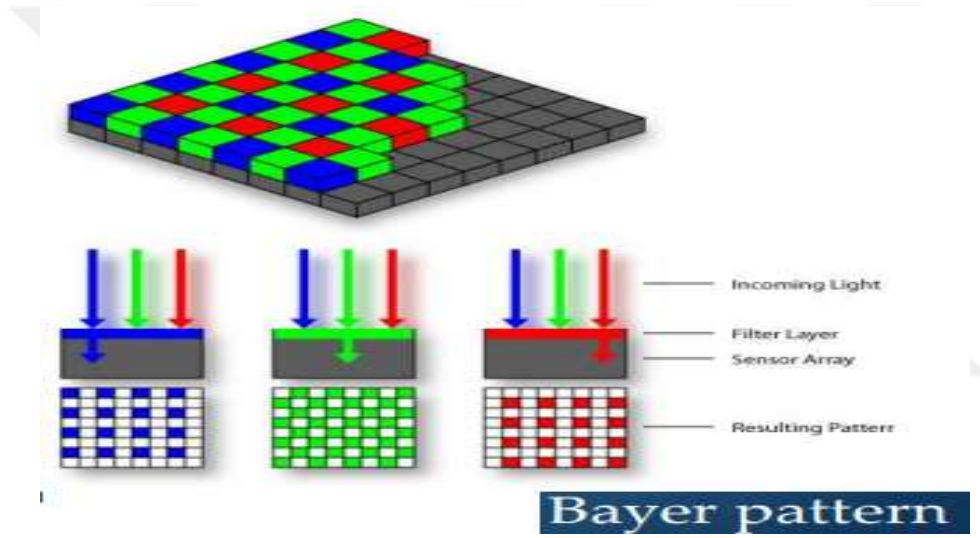
Şekil 3.4.4 Sayısal görüntü oluşumu gösterimi.

3.4.5 Renkli Resim Oluşumu

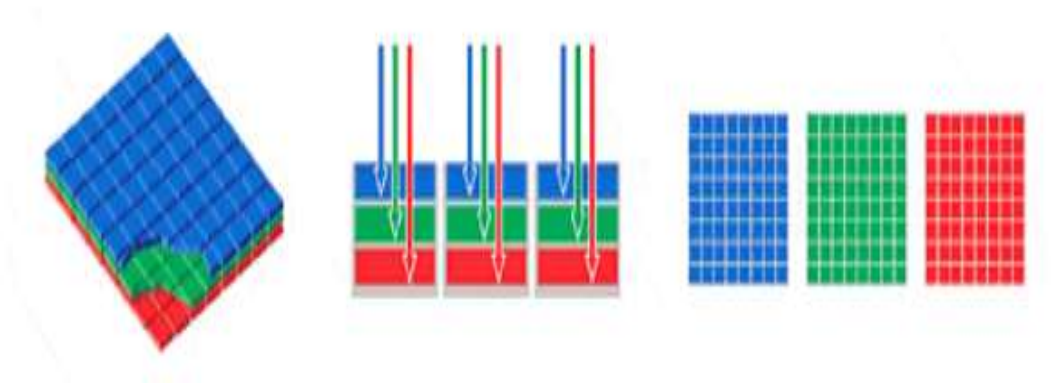
Fotohücreler sadece yüzeye çarpan ışığın şiddetine (parlaklık) duyarlı olup renk algılama özelliğine sahip değildirler. Bundan dolayı renkli resim elde etmek için algılayıcıların önüne renk filtresi konur. Renk filtreleri gelen ışığı üç temel renge (kırmızı, yeşil, mavi) ayrıştırır. En çok bilinen filtreleme Bayer Filtredir. İyi kameralarda her renk için ayrı renk algılayıcısı kullanılır. Gelen ışığı ana renklerine ayrıştıran bir düzzenek 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 renklere ayırıştıran düzenek gösterimi.



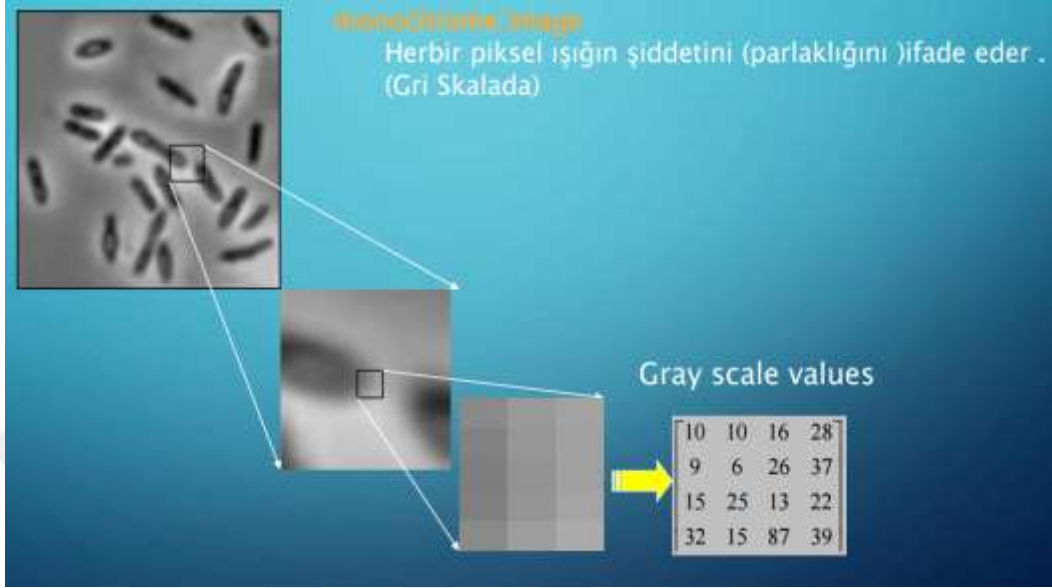
Şekil 3.4.5.b Renk filtrelerinin renkleri ayırıştırmaya aşamasının gösterimi.



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

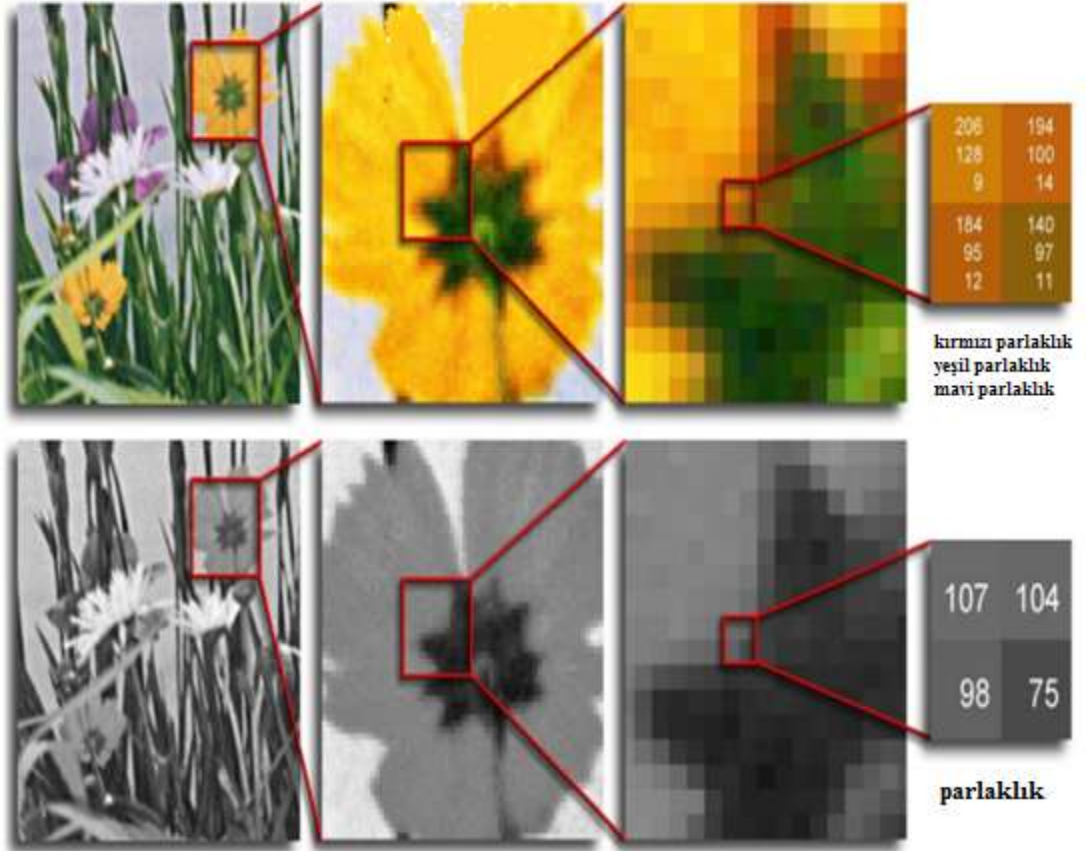


Şekil 3.5.b Her bir pikselin 3 farklı renk için parlaklık gösterimi.

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

3.6 DİJİTAL ŞEKİL (RENKLİ VE GRİ SEVİYE)

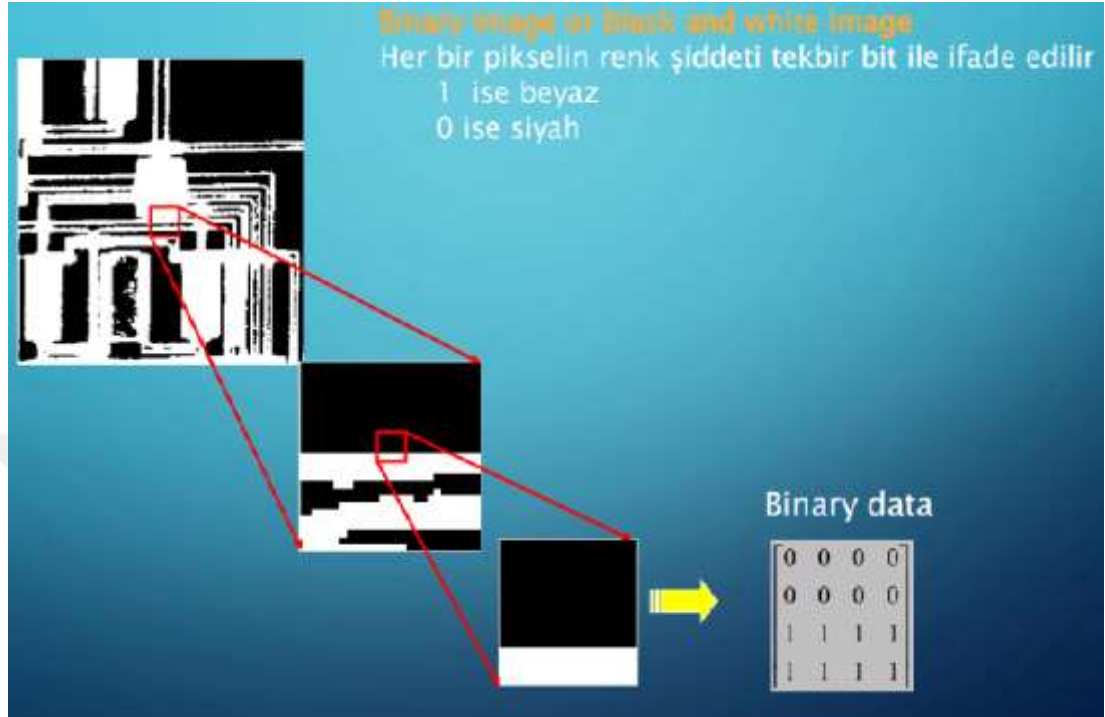
Karelerin oluşturduğu bir ızgaralı resimde her bir kare tek bir renk ihtiva eder. Izgaradaki her bir kare piksel olarak isimlendirilir.



Şekil 3.6 Dijital şekilde piksel gösterimi.

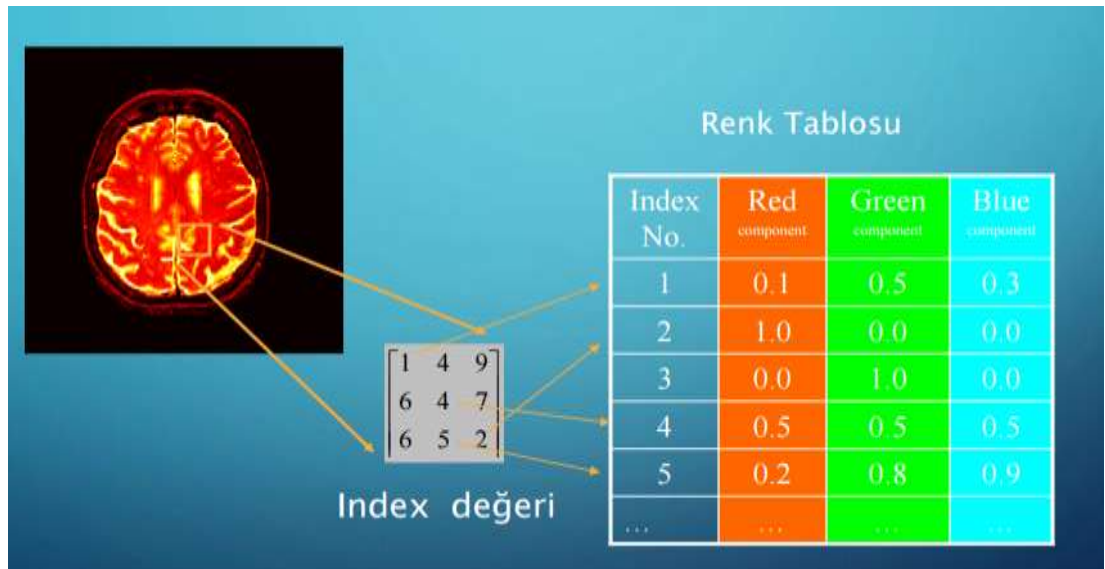
3.7 SAYISAL GÖRÜNTÜ TIPLERİ:

Siyah beyaz görüntü (Binary Görüntü)



Şekil 3.7.a Siyah beyaz şeklin bit ile ifadesi gösterimi.

İndexlenmiş Görüntü: Herbir piksel, bir renk tablosundaki bir renge karşı düşen sayıyı ifade eder.



Şekil 3.7.b Renkli şeklin bit ile ifadesi gösterimi.

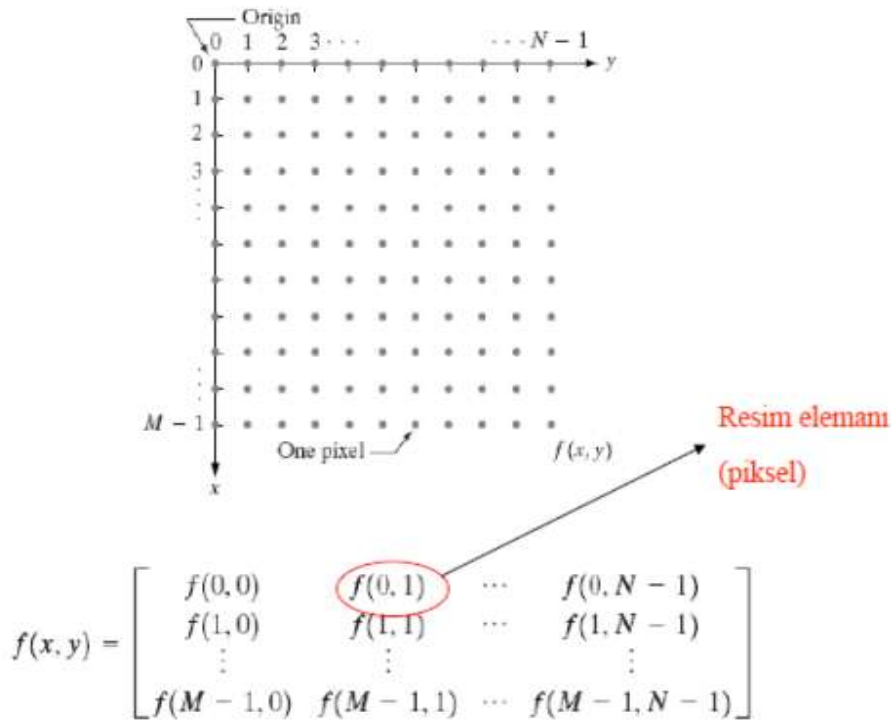
3.8 SAYISAL GÖRÜNTÜLERİN GÖSTERİMİ

$F(s,t)$ iki değişkenli sürekli bir görüntü fonksiyonudur. Bu görüntü örnekleme ve kuantalama ile sayısal görüntüye dönüştürülür. Sayısal görüntü $f(x,y)$ şeklinde sayısal bir 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 eleman piksel, görüntü elemanı veya pel olarak isimlendirilir.

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

$$L = 2^k$$



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

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

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' nin değişik değerlerin ile kare görüntüleri 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.

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

Tablo 3.9.1

3.8.2 Görüntü İşlemede Temel Kavramlar

Piksel (pixel): picture element sözcüklerinin 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 gibi işlenmiş olduğunu düşünebilirsiniz.
2. Komşuluk ilişkili (Neighbourhood processing-Bölgesel) işlemler: 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 oluşturulduğu bölgedir. Bu bölgedeki resimlerin pikselleri doğrudan doğruya işlenebilir.

Frekans bölge (Frequency domain):

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

3.9.1 Uzaysal Bölge' de Görüntü İşlemleri

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

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

Burada $f(x, y)$ giriş görüntüsüdür. $g(x, y)$ ise çıkış (İşlenmiş) 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 belirtilen operasyonlar, Noktasal, Lokal(yerel)ve Genel olarak yapılabilir.

Noktasal Operasyon:

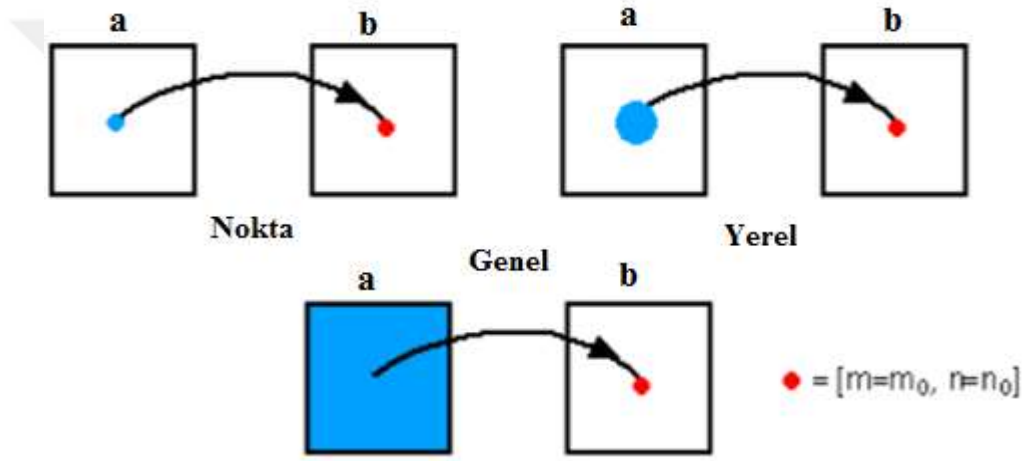
Sadece 1×1 lik bölgede yapılan işlemlerdir. Nokta operasyonlarında, bir resimdeki her pikselin gri seviyesi yalnızca onun orijinal gri seviyesinden (tonundan) hesaplanır. Bu sebeple bu işlemlere “piksel değeri haritalama” veya “gri ton değişikliği” (modification) gibi isimler verilir. Nokta operasyonları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

Bölgesel (Yerel-Komşuluk ilişkili) Operasyon:

Bölgesel (Yerel-Komşuluk ilişkili) işlemlerde merkez pikselin değeri komşu piksel-lerin değeri ile belirlenir. Filtreleme işlemlerinde çok kullanılır.

Global Operasyon:

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

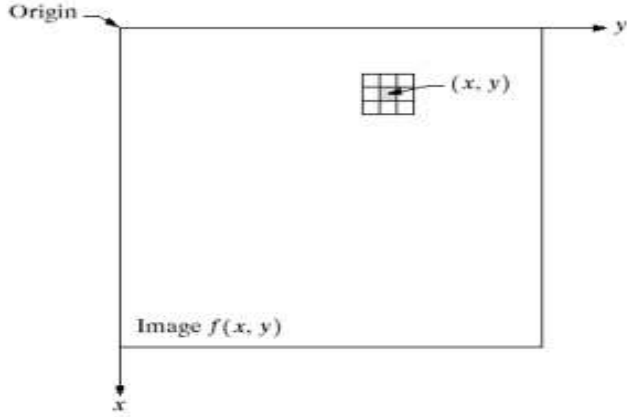


Şekil 3.9.1 Operasyon çeşitleri gösterimi.

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 komşuları 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 olamaz. Yani o tek piksele yapılan işlemde komşu piksellerin rolü olamaz. Bu tür işlemlere Noktasal işlemler denir.



3.9.3 Komşuluk İlişkili Operasyonlar

1x1'lik komşuluk ilişkisine dayanan (Noktasal) operasyonlar;

- Kontrast Yayma (Contrast stretching)
- Eşikleme (Thresholding)
- Aritmetiksel İşlemler

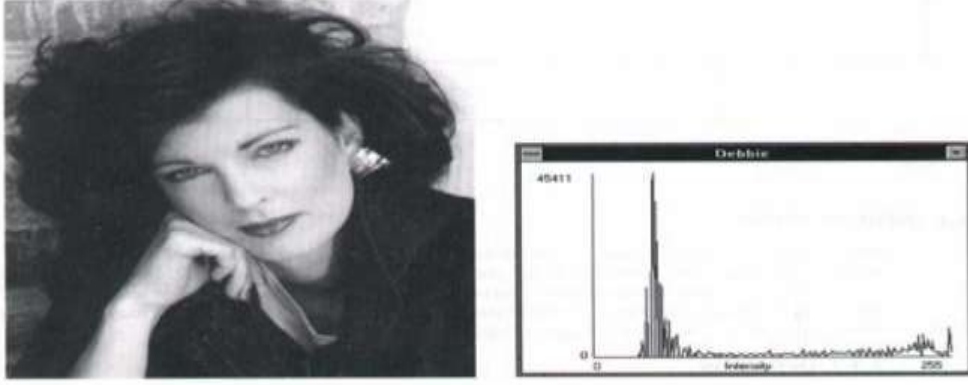
• Büyük çaplı komşuluk ilişkisine dayanan operasyonlar ise (maskeleme- filtreler (kernels, templates, pencereler,...)) v.b.

- Görüntü netleştirme (Image sharpening)

3.9.4 Gri Seviye Histogramı

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

Histogram, sayısal bir 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

Şekil düzeltme yöntemleri net olmayan veya silik çıkmış fotoğrafların görüntü kalitesini artırmak için kullanılır. Bu şekilde farklı cisim, arka plan ve daha çok detay resimde ortaya çıkar. Şekil düzeltme metodları iki sınıfta incelenir. Bunlar dönüşüm bölgesi metodu ve uzamsal bölge metodudur. Birinci katagoride şeklin uygun sıklık dönüşümü temel alınır. İkinci katagoride 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 görünüşünü düzeltmeden yaygın kullanılan tekniktir. Fakat histogram eşitleme farklı şekil tiplerine uymayan lineer bir dönüşümdür. Bu yüzden şekil iyileştirmede fuzzy teori ile elde edilen non lineer dönüşüm kullanılır.

Fuzzy kümelerde farklı üyelik derecelerine sahip elemanları bulunmaktadır. Bunlar klasik kümede ise bir eleman kümeye ya aittir ya da değildir. Fuzzy küme teoride kümelerin elemanlarının üyelikleri derece derece olması nedeni ile kesin olmayan veya eksik olan bilgileri de bölgeden bölgeye dönüştürülebilir. Bundan dolayı S. K. Pal ve R.A. King fuzzy küme teoriiyi 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 iyileştirme. Temel ve son düzeltmede algoritma, piksele eş fuzzy özelliklerini çıkartma ve fuzzy operatör ile kontrast artırmayı içeriyor. Histogram eşitleme tekniği ile elde edilen artırılmış çıktı kıyaslama için kullanıldı.

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: 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 denir.

Burada, $\mu_A(x)$, $x \in X$ elemanının X kümesine üye olma derecesidir. Benzer olarak, p özelliği için x_i olayının $[0,1]$ aralığıda sahip olduğu değerler olarak tanımlanır.

$M \times N$ boyutlu X şekli ve parlaklık seviyeleri $l=0,1,2, \dots, L-1$ dir ve bu L kümesi için fuzzy küme kavramı aşağıdaki yazılır.

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

burada p_{mn}/x_{mn} , $0 \leq p_{mn} \leq 1$, (m,n) inci x_{mn} pikseli tarafından p_{mn} özelliğine aitlik derecesini temsil eder. Bu problemde maksimum parlaklık seviyesi L-1 ile gösterilir.

3.10.1.1 Kontrast yoğunlaştırma ve görüntü düzenleme

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

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

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 değeri artar, azaldıkça azalır. Bu operatör $\mu_A(x)$ fonksiyonunun 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.

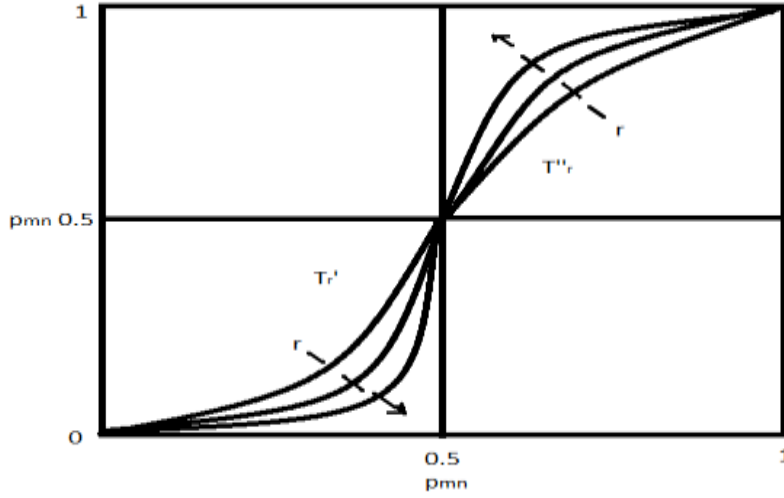
$$p_{mn}'=T_r(p_{mn}) = \begin{cases} T_r'(p_{mn}), & 0 \leq \mu_A(x) \leq 0,5 \\ T_r''(p_{mn}), & 0,5 \leq \mu_A(x) \leq 1 \end{cases}$$

$r=1,2,\dots$

T_r fonksiyon dönüşümü T_1 in 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 değişimi grafiği.

3.10.1.2 Fuzzifikasyon ve Önerme Düzlemi

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

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

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

burada x_{max} istenen maksimum gri seviye yani $L-1$ dir. F_d ve F_e sırasıyla üstel ve sıfırsal 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 işleminden sonra bulunan p_{mn} değerleri tersine dönüştürülerek yeni şekil oluşturulur.

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

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



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

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

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.

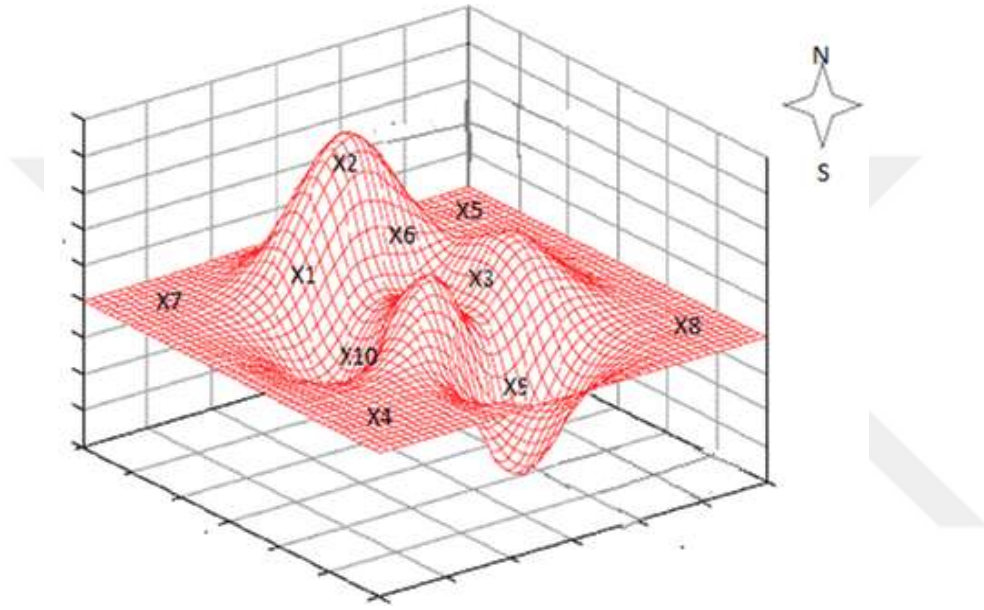
A fuzzy küme üzerinde kontrast yoğunlaştırma operatörü (INT) bir fuzzy küme oluşturur. $A' = INT(A)$, üyelik fonksiyonudur:

$$\mu_{A'}(X) = \mu_{INT(A)}(X) = \begin{cases} 2 [\mu_{A(x)}]^2 & 0 \leq \mu_{A(x)} \leq 0.5 \\ [1 - 2(1 - \mu_{A(x)})^2] & 0.5 \leq \mu_{A(x)} \leq 1 \end{cases}$$

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.

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

Kısaca, Temel Nem Seviyesi ve Risk Nem Seviyesi sırasıyla EHL ve RHL, 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 ekili oldun. 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 sulama için kullanacağız. Diğer operatörler farklı çalışmalarda kullanılabilir.

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

Intuitionistic fuzzy küme üzerinde tanımlı $E_{\alpha,\beta}$ operatörünün bazı özellikleri sayesinde bu sorun kolaylıkla çözülebilir. Her bölge için toprağın ihtiyacı olan kritik nem oranı farklı olduğu durumlarda, yön ve yüksekliklere göre kendi aralarında bölgelere ayırabilirsiniz.

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

Veri, bu iki operatör yardımı ile elde edilmiştir. Şekil 4.1' den görüleceği gibi, temel nem seviyesi EHL= 0.4, risk nem seviyesi RHL=0,3 bu durumda, sistem Tablo 4.1.1 Sütun 4'te olduğu gibi, farklı bölgelerde bulunan nem içeriğini ölçmek için adım adım müdahale eder. Tablo 4.1.1 uygun nem değerine çabuk ulaşmak için sistem hızını temel alarak, RHL değerini dikkate almaksızın arazinin sistem değerini sunar, sonra EHL değerini yavaşlatmak için sistem hareket eder.

Aşağıda tablo incelendiğinde, EHL ve RHL değerleri yakın ise, o zaman sistem üzerinde operatörün yanıtı yakın değerleri gösterir.

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.3,0.4}(A)$	$\mu_{E_{0.3,0.4}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.3,0.4}(A)}(x)$	$E_{0.3,0.4}(A')$
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

Tablo 4.1.1 ye göre, EHL =0.4, RHL =0.3 olduğunda, sistemin, farklı bölgeler için adım adım ölçülmüş nem oranına cevabı Sütun 4 te verilmiştir.

EHL ve RHL arasındaki fark büyük ise, aşağıdaki Tablo 4.1.2 e göre, bölgenin nem değeri RHL a yakın olduğu durumda, değerler hızlı hareket eder. Değerler EHL a yakın olduğunda bu değerler hızla azalır ve kontrollü bir şekilde yanıt verir.

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.1,0.8}(A)$	$\mu_{E_{0.1,0.8}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.1,0.8}(A)}(x)$	$E_{0.1,0.8}(A')$
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

Tablo 4.1.2' e göre, sistem ilk olarak hızlı bir şekilde RHL değeri göz ardı ederek uygun nem değerine ulaşmak için çalışır, bu işlemden sonra, EHL değer hızı azaltmada en önemli rolü oynar.

IFS üzerinde modal operator $E_{\alpha,\beta}$ ve $E_{\beta,\alpha}$ arasında tamamlayıcı ilişkiye göre, $E_{\alpha,\beta}$ duali yaprakтан ve topraktan bitkilere verilen kimyasal böcek ilacı, riskli ve gerekli kritik değeridir. Bu değerler aşağıdaki Tablo 4.1.3 e göre, sistem ilaçlama hızını azaltır ve kolayca görülür ki kimyasal maddelerin etkisini azaltmak için sistem tarım alanının sulama eğilimine sahiptir.

Tablo 4.1.3' den görülebileceği gibi, sütunlarda, sistem sulama işlemini yavaş yavaş azaltır.

	$\mu_A(x)$	$\mu_{A'}(x)$	$E_{0.8,0.1}(A)$	$\mu_{E_{0.8,0.1}(A)}(x)$	$\nu_{E_{0.8,0.1}(A)}(x)$	$E_{0.8,0.1}(A')$
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

Tablo 4.1.3

Biz Tablo 4.1.2 ve Tablo 4.1.3 de görebileceğiniz gibi, Sistem böcek ilaçlarının etkisi azaldıkça sulama azalır.

4.2 BAZI INTUITIONISTIC FUZZY MODAL OPERATÖRLERİN TARIMDA UYGULAMASI

Intuitionistic Fuzzy kümeler Atanassov tarafından 1986 de tanımlandı. Bu teorinin çeşitli alanlarda uygulamaları vardır örneğin; kontrol sistemleri, kontrast iyileştirme, robotik vs. Burada tarım alanlarındaki problemin intuitionistic fuzzy küme teorinin unsurları ile çözümü önerildi. Yani tarım arazisinde uygun sulama sağlanması probleminin çözümü için farklı intuitionistic fuzzy operatorler 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 operatorün tarım alanlarında uygulamasının 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 değişken 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 faydalandıldı. Bu operatörler, ekonomik sulama 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. Toprağın daha fazla su emmesi için toprağı sulama işlemi adım adım yapılmalıdır.

Sulama seviyelerinin saptanması için, intuitionistic fuzzy operatörler kullanıldı. Tarım alanları için üç veya daha fazla adım kullanılacak. Bu yolla, bu tezde geleneksel sulama 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 şekilde 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 ve burada 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 aşağıda sırasıyla intuitionistic fuzzy one, two and uni type modal operatorler,

1. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A) = \{ \langle x, \beta(\alpha\mu_A(x) + \omega - \omega.\alpha), \alpha(\beta\nu_A(x) + \omega - \omega.\beta) \rangle : x \in X \}$
2. $F_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle x, \mu_A(x) + \alpha\pi_A(x), \nu_A(x) + \beta\pi_A(x) \rangle : x \in X \}$
3. $B_{\alpha,\beta}(A) = \{ \langle \beta(\alpha\mu_A(x) + 1 - \alpha)\nu_A(x), \alpha(1 - \beta)\mu_A(x) + \nu_A(x) \rangle : x \in X \}$

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

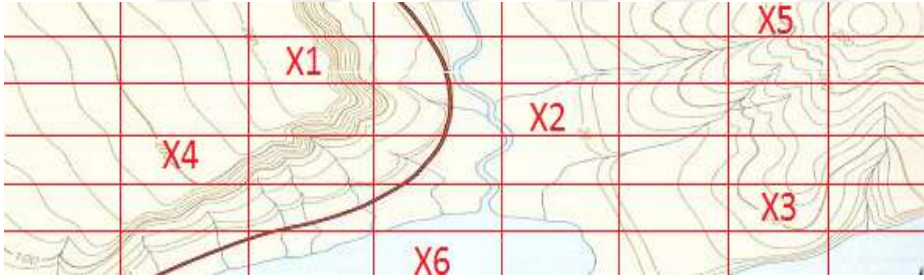
Şekil 4.2.c' de verildiği gibi bu işlemin ardından, her bölge, bu değişkenlere göre ayrılacaktır.



Şekil 4.2.a Eğimli arazi gösterimi.



Şekil 4.2.b. Arazinin eğiminin gösterimi.

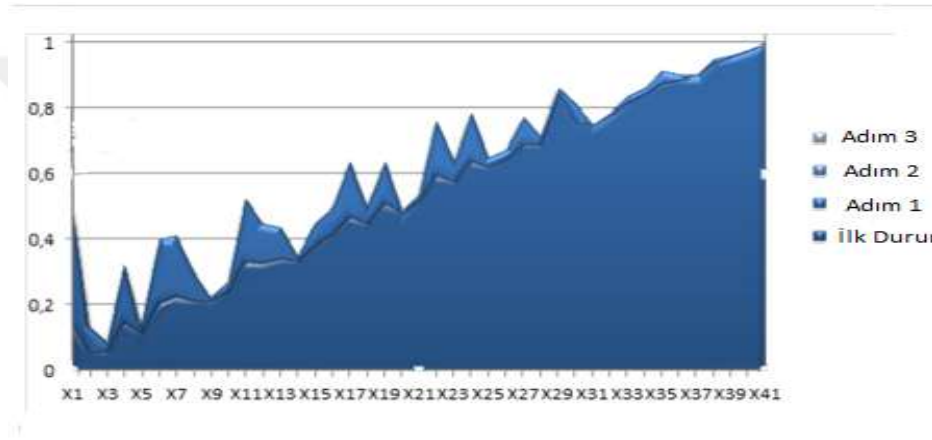


Şekil 4.2.c Parçalara ayrılmış arazinin eğiminin gösterimi.

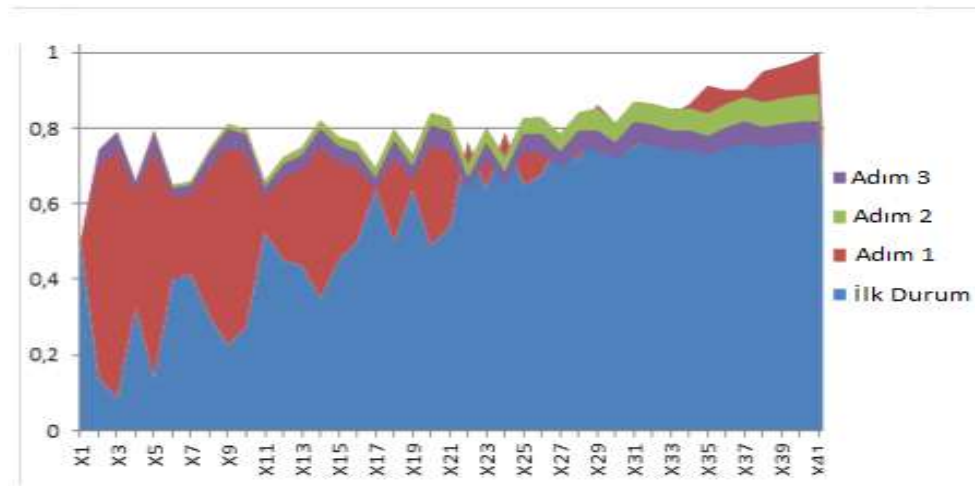
Intuitionistic fuzzy kümelerin bazı özellikleri ve intuitionistic fuzzy küme-lerde tanımlı modal operatorler $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$, $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ kullanıldı. Nem düzeyi ve sulama adım sayısını hesaplamak için $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$, $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ nın tanımları ve bazı α , β , ω değerleri kullanıldı. Nem düzeyi ve sulama adım sayısını hesaplamak için α , β ve ω kullanıldı. Ek olarak, α , β , $\omega \in [0,1]$ dir ve α , β , ω değerleri birbirini etkilemez.

4.2.1. Intuitionistic Fuzzy Modal Operatorün Tarımsal Uygulamalarda Kullanılması

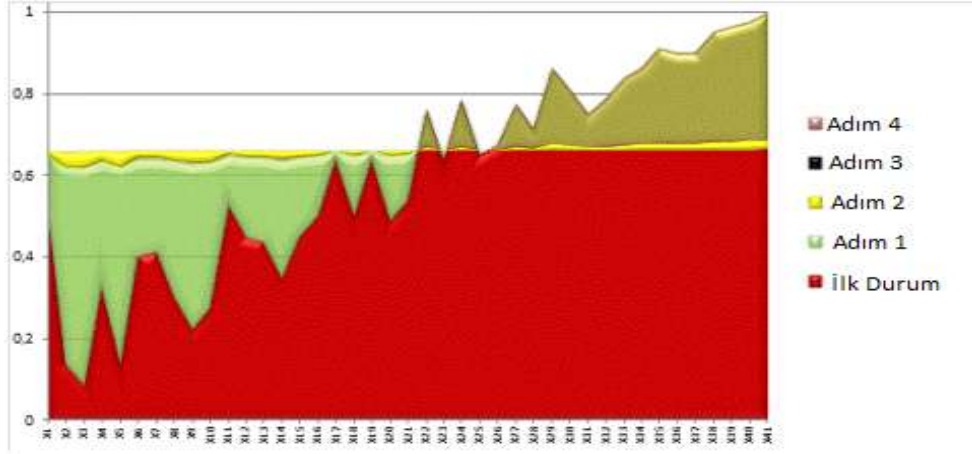
Tarım alanlarının sulanması modeli için $F_{\alpha,\beta}(A)$, $B_{\alpha,\beta}(A)$ ve $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ operatorlerinin geometrik yorumları sırasıyla Grafik 4.2.1.a, Grafik 4.2.1.b, Grafik 4.2.1.c' de verildi. Grafiklerden kolayca görülür ki sulama işleminin uygun şekilde hesaplanması için $F_{\alpha,\beta}(A)$ ve $B_{\alpha,\beta}(A)$ yeterince uygun değildir. Bu sebeple, aşağıdaki grafiklerden de kolayca görülür ki tarımsal modellemede sulama performansı için $F_{\alpha,\beta}(A)$ ve $B_{\alpha,\beta}(A)$ nin uygulaması uygun değil fakat $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ nin uygulaması uygundur, Bu yüzden, bu tezde $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ kullanılacaktır.



Grafik 4.2.1.a $F_{\alpha,\beta}$ operatörü ile sulama modeli.



Grafik 4.2.1.b $B_{\alpha,\beta}$ operatörü ile sulama modeli.



Grafik 4.2.1.c $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}$ operatörü ile sulama modeli.

4.2.2. Tarım Alanlarında Modellerin Hesaplanması İçin $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A)$ Operatörün Kullanımı

Yedi toprak çeşidi vardır: Taşlı topraklar, kumlu topraklar, tınlı topraklar, killi topraklar, marn topraklar, humus topraklar, kireçli topraklar. Her türlü toprak çeşidinin su tutma seviyesi farklıdır. Her bir toprak çeşidi için su tutma seviyesini belirlemek gerekir.

Bu tezde toprak çeşidini parametresi için $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A)$ da α kullanıldı. Örneğin, humuslu toprak için $\alpha \leq 0.2$ ve kumlu toprak için $\alpha \geq 0.5$ dir.

Kumlu toprak zeminlerin diğer türlerine göre daha fazla suya ihtiyacı var. Buna ek olarak, kumlu toprak pek su emmez bu yüzden az az ve sık sık sulanmalıdır.

Bu tezde, yaklaşık 0.65 neme sahip alanlar çalışılmıştır fakat nem 0.1 neme sahip arazilerde çalışılabilir. Bu problemin çözümü için aşağıdaki çözüm yolu takip edilmiştir.

İlk olarak, Bölgenin gerekli su ihtiyacını belirlemek için $Z_{\alpha, \beta}^{\omega}(A)$ da α , β , ω nın seçimi aşağıdaki şekilde yapılır.

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

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

$a = \beta \omega (1 - \alpha)$, $r = \alpha \beta$ 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 $\frac{a}{1-r} = \frac{\beta \omega (1 - \alpha)}{1 - \alpha \beta}$ elde edilir.

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

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

- $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ nın üyelik derecesi $\frac{\beta \omega (1 - \alpha)}{1 - \alpha \beta}$ dir.
- $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ nın üye olmama derecesi : $\frac{\alpha \omega (1 - \beta)}{1 - \alpha \beta}$ dir.
- $rh = \frac{1 + \beta \omega - 2\alpha \beta}{2 (1 - \alpha \beta)}$

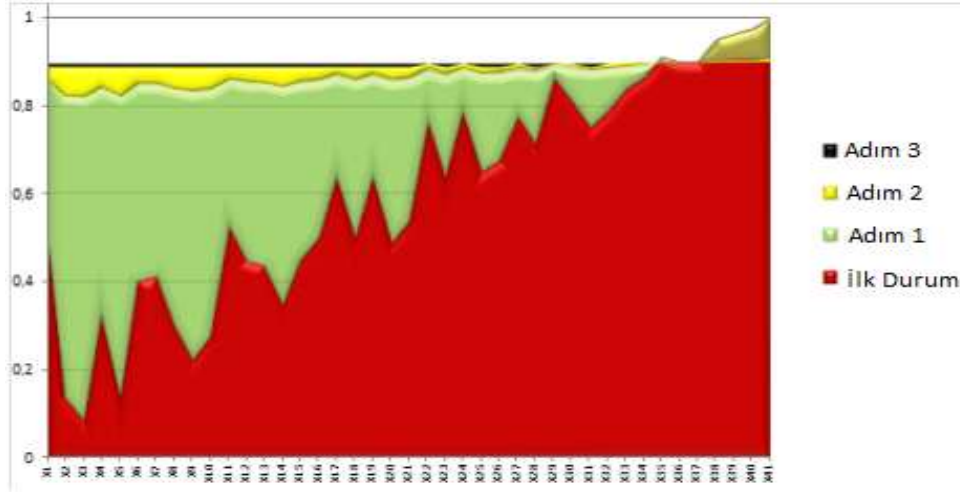
Örnek 4.2.2.1: X tarım alanı olsun. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ da α değişkeni toprak çeşidini ve $|\beta - \omega|$ toprağın su ihtiyacını temsil eder. Burada, $|\beta - \omega|$ küçük ise toprağın su gereksinimi az, $|\beta - \omega|$ büyük ise toprağın su gereksinimi fazladır.

Örnek 4.2.2.2: $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}(A)$ için $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.9$, $\omega = 0.9$ olsun. Bu alan için, gerekli nem miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır. Grafik 4.2.2.a' te kolayca görülür. Teoremin yardımıyla aşağıdaki sonuç elde edilir:

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

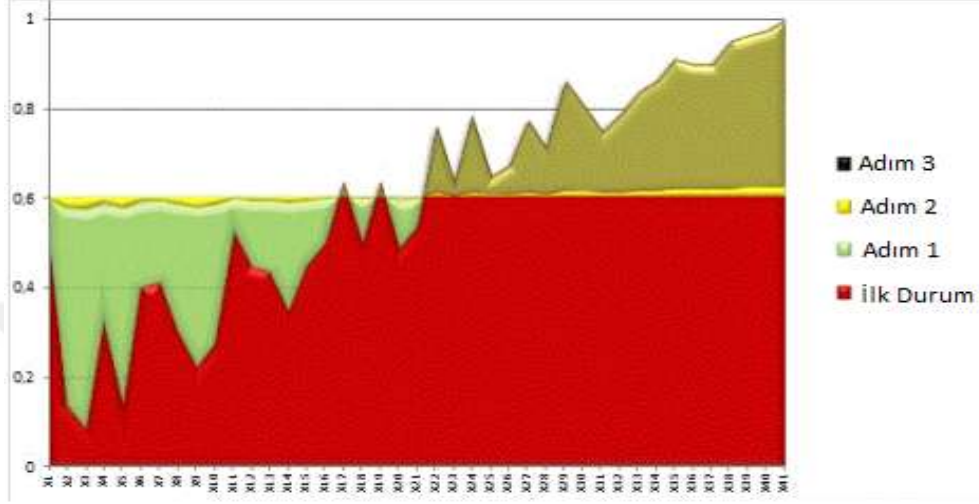
$$\frac{\alpha\omega(1-\beta)}{1-\alpha\beta} = \frac{0.1 \times 0.9(1-0.9)}{1-(0.1 \times 0.9)} = \frac{0.09 \times 0.1}{1-0.09} = \frac{0.009}{0.91} = 0.009801 \text{ üye olmama derecesine yakınsar.}$$

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



Grafik 4.2.2.a Gerekli nem miktarı hesaplama örneği grafiği.

Aşağıdaki grafikte humuslu toprak 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 alınarak elde edildi.



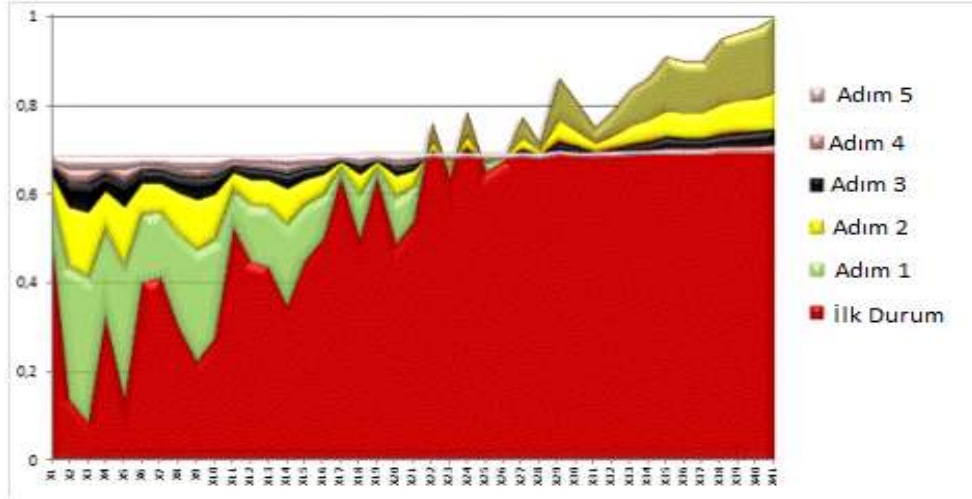
Grafik 4.2.2.b Humuslu toprağın sulama grafiği.

Grafik 4.2.2.b’ ten görüldüğü gibi alan üç adımda sulanır. Birinci aşamada arazi çok hızlı bir şekilde sulanmaktadır. Sonra diğer adımlarda, sulama hızı giderek yavaşlar. Tablo 2 de, $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatorünü kullanarak kumlu toprakta uygun nem oranını buldu.

Örnek 4.2.2.3: Aşağıdaki grafik 4.2.2.c’ da kumlu topraklar incelenir. Kumlu toprak suyu iyi ememez. Bu yüzden, daha fazla adımda sulama yapılarak daha fazla su emmesi sağlanır. Bu sebeple, kumlu toprak için 5 adım kullanıldı. $Z_{\alpha,\beta}^{\omega}$ operatörünün parametreleri kumlu toprak için $\alpha=0.5$, $\beta = 0.9$, $\omega = 0.5$ değerlerine sahiptir. Su emme giderek azalır, bu nedenle bitkilerin sulanması kullanılan su azalır. Böylece, ekonomik bir şekilde gerekli olan nem sağlanır.

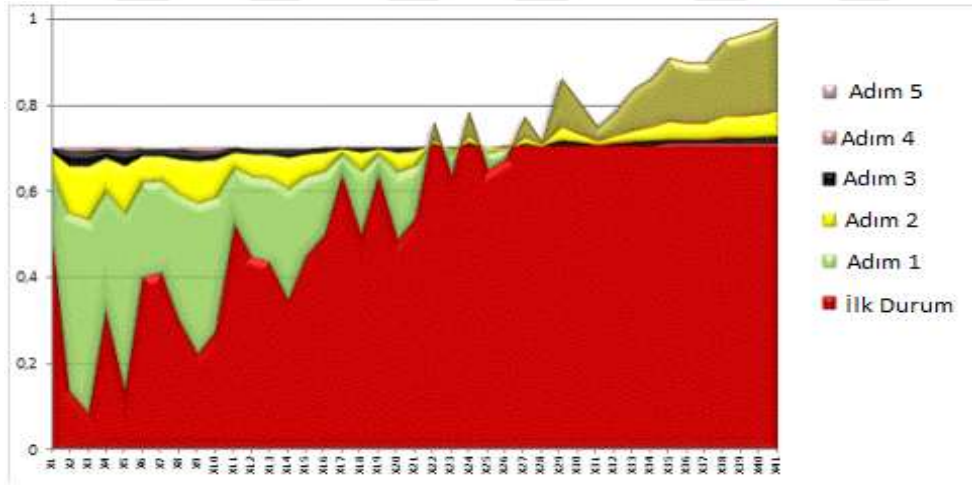
μ	v	MDZ 0,3 0,9 0,5	NDZ 0,3 0,9 0,5	average	average	average	average	average
0	0	0,315	0,015	0,15	0,0405	0,010935	0,002952	0,003556
0,03	0,75	0,3218	0,2175	0,414625	0,111949	0,030226	0,008161	0,005501
0,05	0,875	0,3285	0,2513	0,451125	0,121804	0,032887	0,008879	0,005784
0,08	0,425	0,3353	0,1298	0,27775	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

Tablo 4.2.2.2



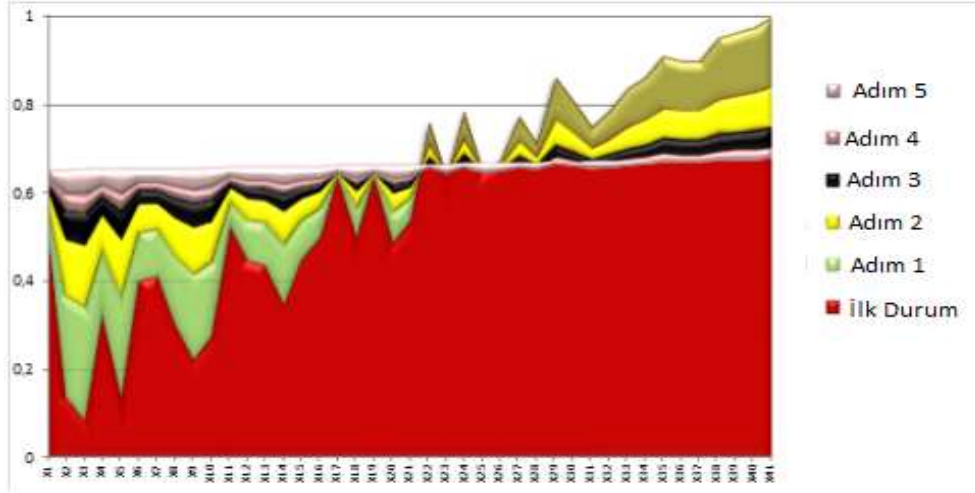
Grafik 4.2.2.c Kumlu toprağın sulama grafiği.

Örnek 4.2.3.4: Kireçli toprak 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 Kireçli toprağın sulama grafiği.

Örnek 4.2.2.5: Tınlı toprak 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 Tınlı toprağın sulama grafiği.

Her bölge için toprağın ihtiyaç duyduğu kritik nem seviyesi farklıdır, bu tezde sıcaklığa, arazi, toprak nemine, hava nemine ve eğimine göre arazi bölgelere ayırabiliriz.

Genel durumda, biz tarım alanının aynı tip ağaçlardan oluştuğu varsayıldı. [Cuvalcıoğlu, 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 sulama yapma ve daha az su kullanılmasının önünü açıyor.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezin sonucunda intuitionistic fuzzy küme ve operatörlerini kullanarak farklı yön, farklı toprak cinsi, farklı ağaç cinsi, toprak ve hava nemine sahip arazilerde daha ekonomik bir sulama yapılması sağlanmaktadır.

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

Bundan sonra diğer intuitionistic fuzzy modal operatörler sulama için incelenebilir. 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 Bulgarian) (1983).

Atanassov, K. T., Intuitionistic Fuzzy Sets, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 20, Issue 1, 87–96. (1986).

Atanassov K.T., “Intuitionistic Fuzzy Sets”, Phisica-Verlag, Heidelberg, NewYork,(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 Uncer-atanity, Fuzzyness 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).

Cuvalcıoğlu, G. On the Diagram of One Type Modal Operators on Intuitionistic Fuzzy Sets: Last Expanding with $Z_{\alpha,\beta}^{\omega,\theta}$ *Iranian J. of Fuzzy Systems*, 10(1), 89–106, (2013).

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

Cuvalcıoğlu, G., Yılmaz, 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).

Cuvalcıoğlu, G., & Aykut, E. An application of the intuitionistic fuzzy modal operator $E_{\alpha,\beta}$, *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 20(5), 57–61, (2014).

Cuvalcıoğlu, 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 Çuvalcıoğlu operators”, *NIFS*, 14(1): 20-22, (2008)

Hur, K., Jang, Y. and Kang, H. W. “Intuitionistic Fuzzy Subgroupoids”, *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, 3(1): 72-77, (2003)

Marinov, E., Velizarova, E., & Atanassov, K. 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. An Intuitionistic Fuzzy Estimation of the Area of 2D-figures based on the Pick's Formula. *Modern Approaches in Fuzzy Sets, Intuitionistic Fuzzy Sets, Generalized Nets and Related Topics, Volume 1: Foundations.* (Atanassov, K., M. Baczynski, J.

Drewniak, J. Kacprzyk, M. Krawczak, E. Szmidt, M. Wygralak, S. Zadrozny, 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).

Palaniappan, N., Naganathan, S. and Arjunan, K. “A Study on Intuitionistic L-Fuzzy Subgroups”, Applied Math. Sciences, 53(3): 2619-2624, (2009).

R. Gonzalez, Richard E. Woods, S. Eddins, Digital Image Processing Using MATLAB, (2003).

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

Sharma, P. K. “ (α, β) -Cut of Intuitionistic Fuzzy Groups”, Internat. Math. Forum, 53(6): 2605-2614, (2011).

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 Image”, 2008 International Seminar on Future BioMedical Information Engineering, 75-77, (2008).

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

ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

Adı Soyadı: Esra Aykut

Doğum Tarihi: 06.02.1989

Öğrenim Durumu: Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Lise/Üniversite	Yıl
Lise	Fen Bilimleri	Dumlupınar Lisesi	2003–2006
Lisans	Matematik	Süleyman Demirel Üniversitesi	2008–2012
Yüksek Lisans	Matematik	Mersin Üniversitesi	2012

ESERLER

1. Çuvalcıoğlu G., Bal A., Aykut E., On Intuitionistic Fuzzy Generalized Groups, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, Vol. 20, 60-68, (2014)
2. Cuvalcıoğlu, G., Aykut, E. An application of the intuitionistic fuzzy modal operator $E_{\alpha,\beta}$, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 20(5), 57–61(2014).
3. Cuvalcıoğlu, G., Aykut, E. An application of some intuitionistic fuzzy modal operators to agriculture, Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets, 21(2),140-149,.(2015)