

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK MANTIK İLE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİ  
KULLANARAK TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ: SARIYER-İSTANBUL ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa Andaç DERİNPİNAR**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**HAZİRAN 2014**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK MANTIK İLE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİ  
KULLANARAK TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ: SARIYER-İSTANBUL ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mustafa Andaç DERİNPINAR**

**(706121013)**

**Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı**

**Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU**

**HAZİRAN 2014**



İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 706121013 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mustafa Andaç DERİNPINAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BULANIK MANTIK İLE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİ KULLANARAK TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ: SARIYER-İSTANBUL ÖRNEĞİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** **Doç. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK** .....  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Doç. Dr. Halis SAKA** .....  
Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

**Teslim Tarihi : 25 Mayıs 2014**  
**Savunma Tarihi : 25 Haziran 2014**



## **ÖNSÖZ**

Bu çalışmada, öncelikle bana danışmanlık yapan, araştırmalarımı yönlendiren ve yardımını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU'na, çalışmamda teknik konularda destek aldığım Jeoloji Müh. Serhat YILMAZTÜRK'e ve Bilgisayar Müh. İsmet ÖZMEN'e desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kardeşim Kimya Müh. Derya DERİNPINAR'a, annem Nuran DERİNPINAR'a, babam Kahraman DERİNPINAR'a ve İnşaat Müh. Zeynep UYSAL'a çok teşekkür ederim.

Haziran 2014

Mustafa Andaç DERİNPINAR  
(Geomatik Mühendisi)





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOLLER.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ .....	xv
ÖZET .....	xvii
SUMMARY .....	xix
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Amaç.....	2
1.2. Metodoloji.....	3
1.2.1. Literatür çalışması .....	3
1.2.2. Analiz algoritması geliştirilmesi.....	5
1.2.3. Uygulama.....	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>7</b>
2.1 Taşınmaz Değerlemesi .....	7
2.1.1 Taşınmaz değerlendirme ve önemi .....	7
2.1.2 Taşınmaz değerlendirme yöntemleri.....	8
2.2. Coğrafi Bilgi Teknolojileri .....	12
2.2.1 Coğrafi bilgi sistemleri ve taşınmaz değerlendirme.....	12
2.2.2 Konumsal analiz ve fonksiyonları.....	13
2.2.3 Harita cebri ve raster hesaplamalar .....	15
2.2.4 Konumsal analiz işlem araçları geliştirme .....	19
2.3. Bulanık Mantık Yöntemi .....	22
2.3.1 Bulanık kümeler.....	22
2.3.2 Klasik ve bulanık mantığın karşılaştırılması.....	23
2.3.3 Bulanık model .....	25
2.3.4 Üyelik fonksiyonları.....	28
2.3.4.1 Üçgenler ve yamuklar.....	29
2.3.4.2 Gauss üyelik fonksiyonları .....	30
2.3.4.3 Cauchy üyelik fonksiyonu .....	32
2.3.4.4 S ve Z şeklindeki sigmoid fonksiyonları.....	33
2.3.4.5 Tek darbe (tek ton, singleton) fonksiyonu .....	34
2.3.4.6 Birden fazla bulanık kümenin evrensel küme üzerinde gösterimi.....	35
2.3.5 Bulanık kümelerde işlemler .....	35
2.3.6 Bulanık modellemeler.....	36
2.3.6.1 Mamdani tipi bulanık modellemenin esasları.....	36
2.3.6.2 Takagi – Sugeno bulanık modellemenin esasları.....	37
<b>3. UYGULAMA</b> .....	<b>39</b>
3.1 Uygulama Alanı Seçimi .....	39
3.2 Kriterlerin Belirlenmesi ve Veri Setlerinin Üretilmesi.....	39

3.3 Analiz Araçlarının Geliştirilmesi ve Bulanık Mantık Üyeliği.....	44
3.3.1 Kamu hizmetlerine yakınlık.....	43
3.3.1.1 Kamu binalarının dağılımı ve bulanık mantık üyeliği .....	45
3.3.1.2 Eğitim tesislerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	47
3.3.1.3 Sağlık merkezlerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği.....	48
3.3.1.4 İbadet merkezlerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği.....	51
3.3.1.5 Kültürel merkezlere yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği.....	51
3.3.2 Planlama .....	52
3.3.2.1 Ruhsattaki kat adedi ve bulanık mantık üyeliği .....	52
3.3.2.2 Planda kullanım türü tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	56
3.3.2.3 Yola yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	57
3.3.3 Kullanım düzeyi.....	60
3.3.3.1 Manzara tespiti ve bulanık mantık üyeliği.....	60
3.3.3.2 Eğitim haritası ve bulanık mantık değer haritası.....	63
3.3.3.3 Bakı ve bulanık mantık değer haritası.....	65
3.3.4 Toplu taşımaya yakınlık .....	67
3.3.4.1 Otobüs duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	68
3.3.4.2 Metro duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	68
3.3.4.3 İskele duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği .....	68
3.4 Bulanık Bindirme (Fuzzy Overlay).....	71
3.4.1 Kamu hizmetlerine yakınlık üyeliklerine göre bindirme .....	72
3.4.2 Planlama üyeliklerine göre bindirme .....	73
3.4.3 Kullanım düzeyine göre bindirme.....	75
3.4.4 Toplu taşımaya yakınlığa göre bindirme.....	76
3.4.5 Arsa taşınmaz birim değerinin hesaplanması .....	77
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>81</b>
<b>5. KAYNAKLAR.....</b>	<b>85</b>
<b>6. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>89</b>

## **KISALTMALAR**

<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>SYM</b>	: Sayısal Yükseklik Modeli
<b>TAKS</b>	: Taban Alanı Katsayısı
<b>IDW</b>	: Inverse Distance Weighting (Ters Mesafe Ağırlıklandırma)
<b>SAM</b>	: Sayısal Arazi Modeli
<b>ANFIS</b>	: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Uyarlamalı nöro-Bulanık Çıkarım Sistemi)
<b>KAKS</b>	: Kat Alanı Katsayısı



## SEMBOLLER

$\chi$	: X evreni üzeride altkümelere alınan üyelik ifadesi
$\mu$	: 0 ile 1 arasında çeşitli üyelik dereceleri alabilen üyelik fonksiyonu ifadesi
$\in$	: Elemanıdır
$\notin$	: Elemanı değildir
$\infty$	: Sonsuz
$\sigma$	: Gauss eğrisi genişliği
$\phi$	: Boş küme
$\cup$	: Birleşim
$\cap$	: Kesişim



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Çizelge 2.1</b> : Taşınmaz değer haritaları uygulamaları.....	14
<b>Çizelge 2.2</b> : Klasik mantık-bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar.....	26
<b>Çizelge 3.1</b> : AAD’de taşınmaz değerine etki eden faktörler ve ağırlıkları (Yomralıoğlu, 1993; Nişancı, 2005).....	40
<b>Çizelge 3.2</b> : Tamhane T2 testi sonucunda elde edilen en önemli değişkenler (Sesli ve Çakır, 2013).....	41
<b>Çizelge 3.3</b> : Uygulama verilerinin meta verileri .....	45





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1	: Piksellerin eğim değeri.....	16
Şekil 2.2	: Piksellerin bakı açısı değeri.....	16
Şekil 2.3	: SYM yüzeyi ile manzara görünürlük yüzeyi örneği. ....	17
Şekil 2.4	: Piksel üzerinde Öklid mesafesi değerleri gösterimi. ....	17
Şekil 2.5	: Piksel üzerinde İnterpolasyon değerleri gösterimi. ....	18
Şekil 2.6	: Noktalardan üretilen interpolasyon yüzeyi örneği. ....	18
Şekil 2.7	: Piksel üzerinde ağırlıklı bindirme hesabı .....	19
Şekil 2.8	: Model elemanları.....	20
Şekil 2.9	: Yeşil, siyah ve mavi bulanık renk kümeleri. ....	23
Şekil 2.10	: Yaşlılar kümesinin kesin ve bulanık kümelerle gösterimi ...	24
Şekil 2.11	: Klasik Üyelik grafiği .....	25
Şekil 2.12	: Bulanık Üyelik grafiği.....	25
Şekil 2.13	: Bulanıklaştırma – Durulaştırma birimli bulanık sistem. ....	26
Şekil 2.14	: 0'dan 1'e üyelik değerlerinin değişimi.....	29
Şekil 2.15	: Üçgen. (a) .....	29
Şekil 2.16	: Yamuk. (b) .....	29
Şekil 2.17	: Bulanık mantık doğrusal (lineer) üyeliği.....	30
Şekil 2.18	: Standart Gauss (a).....	31
Şekil 2.19	: Gauss (b) .....	31
Şekil 2.20	: Bulanık mantık Guassian üyeliği .....	31
Şekil 2.21	: Bulanık mantık Near üyeliği .....	32
Şekil 2.22	: Çan eğrisi grafiği.....	32
Şekil 2.23	: S tipi sigmoid fonk .....	33
Şekil 2.24	: Z tipi sigmoid fonk. ....	33
Şekil 2.25	: Bulanık mantık Small üyeliği.....	33
Şekil 2.26	: Bulanık mantık Large üyeliği.....	34
Şekil 2.27	: Tek darbe üyelik fonksiyonunun grafiği .....	34
Şekil 2.28	: Birden fazla bulanık kümenin gösterimi. ....	35
Şekil 2.29	: Birleşim, kesişim, tümleyen. ....	35
Şekil 2.30	: A ve Tümleyeni, X'e ve boş kümeye eşitsizliği.....	36
Şekil 2.31	: Bulanık VE ve VEYA işlemleri için sırasıyla minimizasyon ve maksimizasyon operatörlerini kullanan Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi.....	39
Şekil 3.1	: Uygulama çalışma alanı. ....	44
Şekil 3.2	: Veri katmanları.....	46
Şekil 3.3	: Veri altlıkları. ....	46
Şekil 3.4	: Kamu binaları Öklid mesafe değer haritası.....	46
Şekil 3.5	: Kamu binaları Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği. ....	47
Şekil 3.7	: Eğitim tesisleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği. ....	47
Şekil 3.6	: Kamu Binalarına uzaklık small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası.....	48

<b>Şekil 3.8</b>	: Eğitim merkezlerine uzaklık small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası .....	49
<b>Şekil 3.9</b>	: Sağlık merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği. ....	50
<b>Şekil 3.10</b>	: Sağlık merkezleri mesafeleri small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası.....	50
<b>Şekil 3.11</b>	: İbadet merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.....	51
<b>Şekil 3.13</b>	: Kültür merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği. ....	51
<b>Şekil 3.12</b>	: İbadet merkezleri mesafeleri small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası ... ..	52
<b>Şekil 3.14</b>	: Kültür merkezleri mesafeleri small (800, 7) bulanık mantık üyeliği haritası ... ..	53
<b>Şekil 3.15</b>	: Kat adedine göre IDW interpolasyon yüzeyi. ....	54
<b>Şekil 3.16</b>	: Ruhsattaki kat adedi Fuzzy Linear (0,42) üyelik grafiği. ....	54
<b>Şekil 3.17</b>	: Bina kat adedi linear (0,42) bulanık mantık üyeliği haritası. ....	55
<b>Şekil 3.18</b>	: Parsel TAKS oranına göre IDW interpolasyon yüzey haritası.....	56
<b>Şekil 3.19</b>	: Kullanım türü Fuzzy Linear (0.01, 0.8) üyelik grafiği. ....	57
<b>Şekil 3.20</b>	: Maksimum TAKS oranı linear (0.01, 0.8) bulanık mantık üyelik haritası. ....	58
<b>Şekil 3.21</b>	: Ana yola yakınlık öklid mesafe değer haritası. ....	59
<b>Şekil 3.22</b>	: Ana yola yakınlık Fuzzy Linear (100, 2000) üyelik grafiği. ....	59
<b>Şekil 3.23</b>	: Ana yola yakınlık linear (100, 2000) bulanık mantık üyelik haritası. ....	60
<b>Şekil 3.24</b>	: Uygulama alanından görülebilen manzara noktaları ... ..	61
<b>Şekil 3.25</b>	: Görünürlük analizi sonucu. ....	62
<b>Şekil 3.26</b>	: Manzara Fuzzy Linear (0, 14) üyelik grafiği.....	62
<b>Şekil 3.27</b>	: Manzara linear(0, 14) bulanık mantık üyelik haritası. ....	63
<b>Şekil 3.28</b>	: SAM'den üretilen eğim değer haritası. ....	64
<b>Şekil 3.29</b>	: Eğim Fuzzy Linear (5, 45) üyelik grafiği. ....	64
<b>Şekil 3.30</b>	: Eğim bulanık mantık linear (5,45) üyelik haritası.....	65
<b>Şekil 3.31</b>	: SAM'den üretilen bakı değer haritası.....	66
<b>Şekil 3.32</b>	: Bakı Fuzzy Near (180, 0.1) üyelik grafiği.....	66
<b>Şekil 3.33</b>	: Bakı near (180, 0.1) bulanık mantık üyelik haritası .....	67
<b>Şekil 3.34</b>	: Otobüs duraklarına yakınlık Fuzzy Small (400, 3) üyelik grafiği.....	68
<b>Şekil 3.35</b>	: Otobüs duraklarına yakınlık small(400, 3) bulanık mantık üyelik haritası ... ..	69
<b>Şekil 3.36</b>	: Metro duraklarına yakınlık Fuzzy Small (800, 7) üyelik grafiği.....	69
<b>Şekil 3.37</b>	: Metro duraklarına yakınlık small (800, 7) bulanık mantık üyelik haritası .....	70
<b>Şekil 3.38</b>	: İskele duraklarına yakınlık Fuzzy Small (400, 3) üyelik grafiği.....	70
<b>Şekil 3.39</b>	: İskele duraklarına yakınlık small(400, 3) bulanık mantık üyelik haritası ... ..	71
<b>Şekil 3.40</b>	: Kamu hizmetlerine yakınlık bulanık mantık değer haritası ... ..	73
<b>Şekil 3.41</b>	: Planlama bulanık mantık değer haritası.....	74
<b>Şekil 3.42</b>	: Kullanım düzeyi bulanık mantık değer haritası .....	75
<b>Şekil 3.43</b>	: Toplu taşımaya yakınlık bulanık mantık değer haritası.....	76
<b>Şekil 3.44</b>	: Nominal Değerleme kriterlerine göre bulanık mantık değer haritası	78
<b>Şekil 3.45</b>	: İyi durum kötü durum senaryoları .....	79
<b>Şekil 3.46</b>	: Parsel birim değerleri .....	79

# BULANIK MANTIK İLE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİNİ KULLANARAK TAŞINMAZ DEĞERLEMESİ: SARIYER-İSTANBUL ÖRNEĞİ

## ÖZET

Taşınmaz değerlemesi, arazi yönetiminde değer esaslı alım satım işleri ve banka kredilendirmesinin yanı sıra, günümüz kentsel dönüşüm süreçlerinde mevcut rayiç değerlerin belirlenip düzenleme sonrası taşınmaz malların dağıtımında temel alınmaktadır. Bu kapsamda taşınmaz değer haritalarının doğru ve güvenilir biçimde en kısa sürede üretilmesi, kamu hizmetlerinin uygulanması ve arazi rantının adaletli paylaşımı gibi birçok yönden önemli bir ihtiyaçtır. Taşınmaz değerlendirme yöntemlerinde sıklıkla kullanılan yöntemler; emsal, gelir ve maliyet yöntemidir. Taşınmaz değerlemesinde en doğru sonuca ulaşabilmek için bilgi teknolojilerinin kullanımı ile diğer yöntemleri irdelenmek ve yorum faktörünü en aza indirerek güvenilir değerlendirme yapmak gerekmektedir. Bu yaklaşımla, piksel bazlı olarak yapılan nominal değerlendirme yöntemi faktörleri ile bulanık mantık üyelik sisteminin avantajları birlikte irdelenerek, taşınmaz değerlemede kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, öncelikle literatürde ve örnek çalışmalardaki nominal değerlendirme faktörleri ve ağırlıkları belirlenmiştir. İstanbul ili Sarıyer ilçesi çalışma alanı örneğiyle, bu değerlendirme faktörleri incelenmiş, kıyaslanarak gruplandırılmış ve değerlemeye etkisi olan faktörler belirlenmiştir. Çalışmada faktörler bölgeye göre değiştirilebilir. Bu çalışmada önemli görülen ve uygulaması yapılan taşınmaz değerlendirme faktörleri dört ana grupta toplanmıştır. Bu gruplar ve kapsadığı faktörler şunlardır;

- Toplu taşımaya yakınlık kapsamında, demiryolu metro duraklarına yakınlık, karayolu otobüs duraklarına yakınlık ve denizyolu iskelelere yakınlık faktörleri belirlenmiştir.
- Kamu hizmetlerine yakınlık kapsamında, kamu kurumlarına yakınlık, eğitim kurumlarına yakınlık, sağlık kurumlarına yakınlık, dini birimlere yakınlık ve kültürel/sosyal tesislere yakınlık faktörleri belirlenmiştir.
- Planlama kapsamında, izin verilen kat adedi, imar durumu ve üst düzey yola çıkış faktörleri belirlenmiştir.
- Kullanım düzeyi kapsamında, eğitim, bakı ve manzara faktörleri irdelenmiştir.

Bu faktörler için kullanılan veriler, Sarıyer ilçesinin araştırma amaçlı kullanılan veri altlıklarından ve web tabanlı harita servislerinden sayısallaştırma yoluyla edilmiştir.

Taşınmaz değerlendirme faktörleri klasik (boolean) mantıkta irdelendiğinde, üretilen verilerde yalnızca 0 ve 1 değerlerini alabilmektedir. Gerçekte taşınmaz değer faktörlerini keskin kümelerde tanımlamak yerine, doğası gereği daha yorumlanabilir yani 0 ve 1 arasında bir değerde tanımlamak gerekmektedir. Bulanık mantık ile tüm faktörlerin 0 ve 1 arasında alabileceği değerleri tanımlayan üyelik fonksiyonları belirlenmiştir.

Böylece bütün veriler birbiri ile kıyaslanabilecek ve üst üste bindirilerek tek bir veri elde edilebilecek konuma gelmiştir. Bulanık mantık üyeliklerinin diğer avantajı ise, üyeliğe alınan değer faktörü davranışının bulanık mantığa [0,1] genel bir üyelik fonksiyonu grafiği ile tanımlanabilmesidir. Değer faktörlerine ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde *Small*, *Gaussian*, *Linear*, *Near* ve *Large* bulanık mantık üyelikleri kullanılmıştır. Örneğin; eğim faktörü üyeliğe alınırken Lineer (5,45) fonksiyonu kullanılmış, eğim 0 ve 5 derece arasında 1, dik eğime kadar lineer olarak 0 a kadar azalan değeri tanımlayan bir grafik kullanılmıştır. Belirlenen üyelik faktör gruplarının bütünleşik değerlendirilmesinde AND ve OR bindirme tipleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak bulanık mantık ile yapılan nominal değerlendirme işlemlerinin arsa değer haritalarının üretilmesinde veya değer kriterlerinin belirlenerek parsel bazlı değerlemede gerçeğe yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Coğrafi bilgi teknolojileri ile bulanık mantık kullanılarak taşınmaz değer haritası üretimi için farklı tür ve değerdeki verileri aynı ortamda bütünleştirilerek, kullanıcıya kolay yorum yapabilme, bulanık üyeliklere alarak birçok sınırlandırmayı istenilen ivme ile verebilme yeteneğini sağlayabilme, gerçek değere yaklaşım ve otomatik analiz edilerek büyük verilerde kolaylıkla sonuç üretebilme yeteneğini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Taşınmaz Değerleme, Coğrafi Bilgi Sistemi, Bulanık Mantık, Nominal Değerleme Kriterleri

## **REAL ESTATE VALUATION USING GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGY WITH FUZZY LOGIC: SARIYER-İSTANBUL EXAMPLE**

### **SUMMARY**

Real estate valuation was using bank loans and trading business in addition these currently available in urban transformation processes to determined fair value based on the distribution of goods after editing. In this context, to obtain reliable and accurate real value of maps produced are crucial requirement to implementation of public services and equitable sharing of land rent etc... Commonly used real estate methods are precedent, revenue and cost. In order to achieve the most accurate results in the real estate, using the information technology and other methods are required to examine other methods and minimizing the review factors. Therefore, real estate applied using advantages of fuzzy logic membership system with the pixel-based nominal valuation method factors and the method availability was determined.

In order to do this study nominal valuation factors examined and their weights were found in the literature. These factors have been examined and compared. The most important common methods are determined for Sariyer district of Istanbul. Study factors can be changed according to the area. Deemed important and practiced real estate factors were collected in four main groups of factors for Sariyer district within this group include:

- Under the proximity to public transport heading; proximity to railway subway stations, highway bus stops close proximity, proximity to the seaway seaport.
- Under proximity to public services heading; there are some subtitles. These are proximity to public institutions, proximity to educational institutions, proximity to health institutions, proximity to religious institutions and cultural / social institutions intimacy.
- Under the planning heading; there are some subtitles. These are permitted floor plan, proximity to high level road and plan type.
- Under the level of use heading; there are some subtitles. These are slope, aspect and landscape factors were evaluated.

These factors have been achieved through digitization of web based geographic map services, sariyer district lofts. The data used for research purposed. For each factor vector and raster geospatial data produced in the desired content pads and geographic database environment is configured and storage data in database as an useable format. Classical logic data can only take the values 0 and 1. In fact real estate factors must be defined inherently more interpreted rather than sharp clusters so data must be takes values between 0 and 1. The objective of using fuzzy logic in practice

all the results of analysis on the map can be view a single data by courtesy of fuzzy overlay. In all factor analysis results were produced based on fuzzy logic membership has been settlement on the pixel values between 0 and 1. Thus, all the data have been a position to compare with each other and overlay with each other to obtain a single data. Another advantage of fuzzy logic membership is the behavior of values factors on fuzzy logic [0, 1] can be defined with a general membership function graph.

To determining the membership functions of factors Small, Gaussian, Linear, Near, Large fuzzy logic membership is used. For example, when the slope factor has been taking membership, linear (5, 45) function was used. If slope value has between 0 and 5 degree, fuzzy value taking 1 value and after 5 degree the function has decrease linearly till 0. When Proximity to public transport criteria has retrieving membership fuzzy small function was used. Such as, when the proximity railway station factor has been taking membership, small (400, 3) function was used. So function descending gradually until 400 meter, after this value descending rapidly until outmost distance. So between 0-400 meters has been equal to approximately 1 fuzzy value, after 400 m fuzzy value has been decrease until 0. Another example is aspect. The Turkey is located north in the world so the sunlight has been come from south. For local area, south-facing parcels should be valued higher; north-facing parcels should be valued lower. Near memberships was used for this analysis. If parcel value is 180 degree, the fuzzy value has been 1 value. And through to 0 and 360 degree the function has decrease linearly till 0. With this approach, membership functions for all the factors were identified and fuzzy logic raster data is produced more advantageous than classical logic data. To integrated evaluation of identified membership factor groups “AND” and “OR” overlay type was used. For instance, “AND” fuzzy overlay type used for proximity to public transport. It takes not some public transport value; it takes all public transport factors operative. So every membership layer has an important role for integrated data.

Unlike other methods of real estate valuation with fuzzy logic has established a system can be trained. And it has been appropriate to nominal valuation factors are grouped together prior to making overlay analysis.

When integrated data structure is analyzed in the overlay of numerous data weighted overlay can be used instead of fuzzy overlay. Fuzzy logic membership is internally consistent and it has been shown to give accurate results. But when the overlay of the groups examined nominal overlay can be made rather than mamdani inference so hybrid can be applied.

As a result the data which obtained by fuzzy logic to be compatible in each other and these data merge each other by making fuzzy overlay to obtain a single data is found to provide comfortable. The nominal valuation process with fuzzy logic is a rational way and they were found to give real like results determining the value of group for parcel based valuation or generating map land value. When fuzzy logic data examined and it was observed to the region was detected to less valuable, as valuable intermediate grades and like these are possible.

To making real estate map with geographic information system using fuzzy logic methodology the data which different type and value can be brought to same type. This provide to easy interpretation and determining many limits with desired

momentum for fuzzy membership. And this provides to approach actual value and produce result for big data through automated analysis easily.

**Key Words:** Real Estate Valuation, Geographic Information System, Fuzzy Logic, Nominal Valuation Criteria





## 1.GİRİŞ

Taşınmaz değerlemesi, kişilerin toprağa ve binaya sahip olmasından beri var olan bir alandır. Bu alanda birçok yöntem kullanılmakta ve bu sonuçlara göre taşınmazlar değerlendirilerek kamu düzeninde sosyal adalet sağlanmaktadır. Taşınmaz değerlemesinin güvenilirliği, belirli faktörlere göre ve daha az yorum gerektirdiğinde artacaktır. İstatistiksel veriler ve analiz verileri ile taşınmaz değerlemesi yapabilmek hem değerlemeci hem de taşınmaz sahibi açısından önemlidir. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konumsal ve konumsal olmayan verilerin saklanması, düzenlenmesi, analiz edilmesi, yorumlanabilmesi işlevlerini yerine getirebilen bir karar destek sistemi olarak önemli bir araçtır (Yomralıoğlu, 1993). CBS ile yapılan analiz sonuçları ile var olan veriden uygulamada karar destek sağlayacak veriler üretilebilmektedir.

CBS kullanarak taşınmaz değerlendirme gibi önemli ve çok boyutlu bir karar destek sistemi geliştirilebilir. Bu bağlamda CBS destekli taşınmaz değerlendirme konusu üç aşamada incelenebilir. Taşınmaz değerlendirme sürecinde yöntem belirlendiğinde, CBS ortamında yapılacak olan işlem adımları tanımlanabilir. Bu aşamalar, veri toplanması, veri analizleri ve değer hesabıdır. Sonuç ürünler, taşınmaz değeri raporlanması ve değer haritası ile çıktı haline getirilir. Bu işlemler yazılım ortamında otomasyon haline getirildiğinde, sonuçların yorumlanabilmesi daha kolay ve güvenilir hale gelmektedir.

Taşınmaz değerlendirme konusunda nominal değerlendirme ile CBS kullanarak klasik mantıkta sonuçlar üretilmektedir. Ancak değerlendirme faktörleri çoğaldıkça yorumlanamayacak hale gelmektedir. Farklı türden verilerin değerlemeye katılması ile gerçek dünyadaki yaklaşıma benzer soyutlama ile değerlerin belirlenmesi gerekecektir. Yapay zeka teknikleri olarak adlandırılan Bulanık mantık metodolojisinin makine sistemleri, tıp, ekonomi, vb. alanlar başta olmak üzere birçok alanda uygulama örneklerine sıkça rastlanmaktadır. Sağladığı en büyük fayda insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilmesine olanak sağlamasıdır (Şen, 2004). Klasik

yöntemlerle taşınmaz değerlemesi üzerine yapılan çalışmalar verilerin ve ülke şartlarının stabil olmaması nedeni ile yeterli sonuçları vermekte kısıtlı kalmaktadır. Taşınmaz değerini etkileyen kriterlerin, yöresel faktörler dikkate alınarak ve değişen faktörler için yorumlanarak daha hızlı ve doğru sonuca gitme üzerinde önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Yalpır, 2007).

Taşınmaz değerlendirme yöntemlerinden biri olan nominal değerlendirme yöntemindeki değerlendirme faktörleri arasından en çok ağırlığa sahip faktörler belirlenmelidir. CBS ile belirlenen nominal değerlendirme yöntemleri analiz incelenerek, bulanık mantık üyeliklerinde tanımlanmalıdır. Klasik mantık elemanları (0,1) değerleri ile çalışırken, bulanık mantık elemanları [0,1] değerleri ile çalışmaktadır. İlgili nominal değerlendirme faktörleri uygun bulanık mantık üyeliğine alınarak bulanık mantık görüntü bindirme yöntemiyle tek bir hücreli görüntü elde edilecek şekilde birleştirilmelidir. Böylelikle kriterlerin davranışları üzerinde ve tümeşik verinin ağırlık olarak hangi faktörlerden etkileneceği konusunda karar verebilme yeteneğine sahip olunur. Nominal değerlendirme kriter gruplarının bir arada kullanılabilirliği ve bütünlük bir yapıda yorumlanabilmesi belli bir konuya göre değerlendirme için önem arz etmektedir. Bulanık mantık üyeliği ile bu grupların tutarlılığı ve gerçek değerlere yaklaşımı tespit edildiğinde hem doğruluk artmış olacaktır hem de farklı bölgeler için aynı işlemler otomatik olarak yapılabilecektir.

## **1.1 Amaç**

Bulanık Mantık yöntemi kullanılarak, arsaların taşınmaz değerlemesinde CBS tabanlı çok ölçütlü konumsal analiz araçlarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda;

- Taşınmaz değerlerinin nominal yöntemle göre çok ölçütlü hesaplanmasına yönelik kriterlerin belirlenerek, bulanık mantığın kullanımına yönelik yöntemin belirlenmesi hedeflenmektedir.
- Taşınmaz değerlemesinin bulanık mantık yöntemiyle daha yorumlanabilir, istenilen koşullara özgü davranışlarda bulunabilir ve bütünlük bir yapıda işlem yapabilir seviyede değerlendirmektir.
- Nominal değerlendirme kriterlerinin gruplandırılarak, kriterlere ait bulanık mantık üyelikleri ve koşullarının modellenerek değerlendirilmesinde en uygun yaklaşımın belirlenmesi hedeflenmektedir.

## 1.2. Metodoloji

Tez çalışmasının kapsamı yöntem olarak, Literatür Çalışması, Analiz Algoritmalarının Geliştirilmesi ve Uygulama aşamalarından oluşmaktadır.

### 1.2.1. Literatür çalışması

Taşınmaz değerlemesine yönelik yöntemler, başta nominal değerlendirme yöntemi olmak üzere incelenerek, CBS ortamında taşınmaz değerlemesine yönelik geliştirilen uygulamalar, projeler, tezler ve örnek çalışmalar irdelenmektedir. Taşınmaz değerlendirilmesini etkileyen kriterler ve parametrelerin belirlenmesidir. Taşınmaz değerlendirilmesi için veri gereksiniminin analiz edilerek veritabanı modelinin belirlenmesidir. Bulanık mantık ve CBS'nin kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda bulanık mantık üyeliği ile taşınmaz değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Robinson (2002)'de yapmış olduğu çalışmada, coğrafi veri tabanının klasik mantık temelli olduğunu, bu mantığın da yetersizliği, doğruluğundan emin olunmayan verilerin veri tabanında alınması ve bunların sorgulanarak kullanılması problemleri ile karşılaşıldığını belirtmektedir. Bulanık mantığın, coğrafi veri tabanı ilişkilerinde ve yönetiminde kullanılabilecek bir yöntem olduğuna yapmış olduğu çalışma ile doğrulamaktadır.

Kollias vd. (1999) Yunanistan'da yapılan çalışmada, CBS ortamında bulanık kümeler yardımı ile son on yılın alüvyonlu toprak kaynaklarının haritalandırılması örneği verilmiştir. Çalışmada, uygulama alanında belirli noktalardan projeye göre veriler toplanarak haritalar oluşturulmuştur. Tematik bulanık haritalardan ara değerlerin bulunması için bulanık küme teorisi uygulanmıştır. Böylece toprak kaynaklarının alüvyonlu olduğu alanların daha geniş bir bilgi yelpazesinde incelenmesi sağlanmıştır.

Samadzadegan vd. (2002) çalışmada, kent yönetimi ve coğrafi karar verme süreçlerinin sorunlarına bulanık küme teorisi ile değinmiştir. Kent Bilgi Sistemleri (KBS), konumsal karar vermede ve kent yönetiminde yaygın olarak kullanılan araçlardan birisidir. Bu sistemlerdeki problemlerden biri, vatandaşların, kullanıcıların ve diğer ilgililerin sözel değişkenleri nasıl ifade ettiği'dir. Pratikte insanlar sorunlarını farkında olmadan bulanık mantık tabanında ifade etmektedir. Çünkü sözel ifadeli kriter ve ihtiyaçların tanımında belirsizlikler bulunduğundan bulanık mantık uygun bir yöntemdir. Belirsizliklerle başa çıkmak için en uygun çözüm, yeterli bir donanım

ve bulanık küme teorisidir. Bulanık küme yani bulanık üyelik teorisi kullanılarak İran'ın 1/2000'lik haritası kullanılarak türetilen katmanlar ile uygun bir konut bulmak amacı ile bir durum çalışması yapılmıştır. Geleneksel sistemler ile karşılaştırıldığında bulanık küme teorisine dayanarak önerilen metodun üstünlüğü ifade edilmektedir.

Bagnoli ve Smith (1998) çalışmalarında, taşınmaz değerlemede bulanık mantığı kullanmıştır. Bulanık mantığın taşınmaz yönetimi üzerindeki avantajları aşağıda belirtildiği gibi sıralanmaktadır;

- Taşınmaz karar destek sistemlerinin gelişimini sağlar.
- Taşınmaz performans değeri bulunmasına yardımcı olur.
- Taşınmaz değeri ve sürekli izlemeli portföy yapısı oluşmasına yardımcı olur.

Çalışmada CBS sistemlerinde daha anlamlı ve analitik sonuçlar sağlamak için veriler bulanıklaştırılarak kullanılmıştır. Bulanıklaştırılan sistemde, mevcut olan verilerden veri tabanında bulunmayan verilerin üretimi yapılmıştır. Yani belirsizlik bu metodoloji ile çözülebilmektedir.

Taşınmaz değerlendirme için CBS tabanlı analizler en güvenilir ve doğru sonuçları vermektedir. Literatürde karşılaşılan CBS tabanlı taşınmaz değerlemesi çalışmaları, Zeng ve Zhou (2001) ve Pagourtzi ve Assimakopoulos, (2003) tarafından yapılmıştır.

Zeng ve Zhou (2001) çalışmasında, taşınmazın değerine o taşınmazın olduğu bölge karar verir, yani sosyo-kültürel yapının belirleyiciliği anlayışı görülmektedir. Taşınmaz için karar verilirken en ağırlıklı olarak bulunduğu çevrenin etkisinden yararlanılmaktadır. Çalışmada, taşınmaz ticaretinde hem müşteri hem de satıcı için taşınmaz fiyatının belirlenmesine yardımcı olmak amacı ile modelin geliştirildiği ifade edilmektedir.

Yomralıoğlu (1994) tarafından taşınmaz değerlemesinde nominal yöntemi temel olarak, Nişancı (2005) tarafından Türkiye'de yapılan çalışmada, taşınmaz değerlendirme, CBS ve uzaktan algılama konuları işlenerek taşınmaz değerlendirme kriterleri ve nominal değerlendirme üzerine hücreli analiz çalışmaları yapılmıştır.

Yalpr (2007) çalışmasında, bulanık mantık metodolojisi ile taşınmaz değerlendirme modelinin geliştirilmesi ve Konya ili üzerine uygulamasını gerçekleştirmiştir. Nominal değerlendirme kriterleri ile belirlenen şartlar bulanık mantıkta mamdani

yöntemine göre yapılandırılarak, yapılaşmış ve yapılaşmamış bölgelerde farklı kriterler ile senaryolar üretilmiştir. Bu senaryolar gerçek değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bulanık mantığın taşınmaz değerlendirilmede kullanılabilir bir yöntem olduğu ve mamdani bulanık sistem yapısının model için en iyi araç olacağı belirtilmiştir.

### **1.2.2. Analiz algoritması geliştirilmesi**

Taşınmaz değerlendirilmesi için belirlenen nominal değerlendirilme kriterlerine göre, ArcGIS konumsal analiz işlem araçları, *model builder* ortamı ve python dilindeki komut dosyası kullanılarak analiz algoritmalarının geliştirilmesidir. Bulanık mantık ile geliştirilmiş analiz algoritmasının son kullanıcıya yönelik yeni bir araç kutusu olarak hazırlanmasıdır.

Bulanık mantık ile veriye hangi uygunluğun katılacağı ve bu değerlerin hangi yöntemle kullanılacağı belirlenmektedir. Örneğin eğim değerini topografyadan elde ettikten sonra bu eğim değeri bulanık üyeliğe göre (fuzzy membership) sınıflandırılır. Kriterler arasındaki bulanık bindirme (fuzzy overlay) parametreleri belirlenir, bulanık mantık ile elde edilen nominal değerlendirilme üyelikleri bindirilerek sonuçta tek bir bulanık mantık nominal değerlendirilme haritası çıkarılır. Bu işlemler model oluşturularak analiz araçlarında tanımlanmaktadır.

### **1.2.3. Uygulama**

Örnek çalışma alanı olarak, İstanbul'da marjinal taşınmaz değerlerine sahip olmayan, çok daha algılanabilir ve yorumlanabilir kriter tanımlaması uygulanabilecek Sarıyer ilçesi seçilmiştir. Mevcut araştırma projelerinde kullanılan temel coğrafi veri setleri pilot çalışmada kullanılmıştır. Bu veri setlerinin eksiklikleri dikkate alınarak, kamuya açık web harita servislerinden toplu taşıma, kamu tesisleri, ticaret merkezleri, vb. veri altlıkları üretilerek veritabanına aktarılmıştır. Analiz algoritmalarının geliştirilmesi aşamasında üretilen konumsal analiz modelleri bu veri setleri ile uygulanarak test edilmiştir. Uygulamada optimum sonuçları elde etmek için veri setleri ve algoritmalar düzenlenerek, benzer uygulamalarda kullanılabilir hale getirilmiştir.



## **2.GENEL BİLGİLER**

### **2.1 Taşınmaz Değerlemesi**

Gelişen toplumlarda teknoloji her alanda kendini göstermekte, insanların hayatını ve mesleklerini kolaylaştırmak için farklı alternatifler ile hayatımıza girmektedir. Taşınmaz Değerleme konusunda, bilgi teknolojileri ve özellikle CBS'nin kullanım gerekliliğini anlamak için temel kavramların incelenmesi gerekmektedir.

#### **2.1.1 Taşınmaz değerlendirme ve önemi**

Taşınmaz değerlendirme; genel anlamda, bir taşınmazın, taşınmaza bağlı hakların, sorumlulukların ve kısıtlamaların ya da bir taşınmaz projesinin güncel tanımlı değerinin, bağımsız, yansız ve nesnel ölçülere dayanarak en yakın yaklaşımının tespitidir. Değer, Türk Dil Kurumu sözlüğünde bir şeyin önemini belirtmeye yarayan soyut ölçü, karşılık ve kıymet biçiminde tanımlanmaktadır. Bu soyut büyüklük, genel olarak bir malın alım ya da satımı sırasındaki para karşılığı, ederi ve pahası anlamına gelen fiyatla ölçülür. Taşınmazın gerçek değerinin tespiti taşınmaz sahibinin ve taşınmazı alacak gerçek veya tüzel kişinin haklarının korunması bakımından çok önemlidir. Nitekim kentsel dönüşüm süreçlerinde açılan davaların büyük bir çoğunluğunun değerlendirme üzerine açılması bu durumun göstergesidir.

Günümüzde sıklıkla kullanılan değerlendirme yöntemleri; emsal, gelir ve maliyet yöntemleridir. Emsal yöntemi, taşınmazın bulunduğu bölgede aynı özellikteki diğer taşınmazlar ile karşılaştırılarak bir değer bulunmasıdır ki değerlendirme şirketlerinin en çok kullandığı yöntemdir. Gelir yöntemi ise kısaca taşınmazdan elde edilen kira geliri göz önüne alınarak yapılan bir değerlendirme yöntemidir. Maliyet yöntemi ise ilgili taşınmazın bulunduğu arsanın belediye tarafından belirlenen rayiç birim fiyatı, yapı ve eklentilerinin yeniden yapım maliyet tutarı ve taşınmazın yapı türü ve yaşı (yıpranma payı) göz önüne alınarak yapılan bir değerlendirme yöntemidir. Taşınmazların topyekun (kitlesele) değerlemesinde klasik değerlendirme sistemleri olarak adlandırılan emsal karşılaştırma, gelir, maliyet-yerine koyma ve regresyon yöntemleri (Pagourtzi

vd., 2003) yetersiz kalmaktadır. Çünkü bölgesel olarak değerlendirmede belirli kriterleri dikkate alan birçok konumsal verinin organizasyonu gerekmektedir. Böylelikle bölgesel ya da kitlesel taşınmaz değerlendirme işlemlerinde gelişmiş yöntemler olan; Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks), Konumsal Analiz ve Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) gibi tekniklerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır (Yomralıoğlu, 1993; Pagourtzi vd., 2003).

Dünya’da taşınmaz değerlemesine değinecek olursak, uluslararası düzeyde değerlendirme standartlarını yaygınlaştırmak, şeffaflığı sağlamak, değerlendirme mesleği ile uğraşan kurum ve kuruluşları tek bir çatı altında toplamak için dünyada birçok değerlendirme örgütü kurulmuştur. Bunlardan en kapsamlısı Uluslararası Değerleme Standartları Konseyi’dir.

Türkiye’de taşınmaz değerlemesinde değerlendirme işlemini, kural ve uygulama standartlarını belirleyerek mesleğe giriş ve çıkışı kontrol eden bir meslek kuruluşu henüz oluşturulamamış, bunun yanı sıra, değerlendirme kuralları, değerlendirme sırasında dikkat edilecek hususlara ilişkin olarak herhangi bir kanun, yönetmelik veya benzeri bir yasal düzenleme de bulunmamaktadır (Güngör, 1999). Ülkemizde vergi toplama, kamulaştırma, taşınmazlar üzerindeki hakların tesis edilmesi ve taşınmaz düzenleme gibi birçok uygulamada taşınmaz değerlemesi yapılmaktadır. Bu uygulamalar, ilgili mevzuatta tanımlanan yöntemlerle, komisyon veya kurumlarca yürütülmektedir.

### **2.1.2 Taşınmaz değerlendirme yöntemleri**

Bir taşınmazın, taşınmaz projesinin ya da taşınmaza bağlı hakların güncel değerinin (rayiç, vergi, kamulaştırma vb.), bağımsız, tarafsız ve objektif ölçütlere dayanarak takdir edilmesi işlemidir.

Tek taşınmaz değerlemesi, değerlemeye konu taşınmazın karşılaştırma, gelir ve maliyet gibi klasik değerlendirme yöntemlerini kullanarak rayiç bedelinin biçilmesini amaçlar.

Küme değerlemesi ise çok sayıdaki taşınmazın değerlendirme günündeki değerlerinin standartlaştırılmış süreçlerle ve istatistiksel testlerle belirlenmesi işlemidir. Özellikle vergilendirme amacıyla kullanılır. Tek taşınmaz değerlendirme ile aynı ilkeler ve yaklaşımla kullanılır. Ancak pazar analizleri, modelleme ve kalite kontrol süreçleri farklıdır. Bu kapsamda, çoklu regresyon, yapay sinir ağları vb. istatistiksel teknikler kullanılabilir (Çağdaş, 2010).



En sık kullanılan değerleme yöntemleri;

- Geleneksel yöntemler: Karşılaştırma (Emsal), Gelir ve Maliyet yöntemidir.

Bunun dışında kullanılan diğer yöntemlerde

- İstatistiksel yöntemler: Nominal Değerleme, Çoklu Regrasyon Yöntemi ve Hedonik Fiyat Yöntemidir.
- Modern değerleme yöntemleri: Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Konumsal Analiz yöntemleridir.

Bu yöntemlerden en sık kullanılan yöntemler ve uygulamada yararlandığımız nominal değerleme yönteminin açıklamaları yapılmıştır.

**Karşılaştırma Yöntemi:** Amacı, karşılaştırılabilir örnek taşınmazların analizi ile konu taşınmazın değerinin biçilmesidir. Yöntem özellikle arsa değerlerinin belirlenmesinde kullanılır. Kentsel bölge ve imar verileri karşılaştırma yönteminin temel karşılaştırma ölçütleridir. Emlak Vergisi Yasası ve Kamulaştırma Yasası arsalarla karşılaştırma yöntemiyle değer biçilmesini öngörmektedir.

**Gelir Yöntemi:** Taşınmazların değerleri muhtemel gelirlere göre saptanabiliyorsa, sürüm bedellerinin bulunması için gelir kapitalizasyonu yöntemi kullanılır. Bu yöntemde, üzerinde yapı bulunan bir taşınmazın değerinin belirlenmesinde ölçüt, taşınmazdan elde edilebilecek net gelirdir. Bu net gelir; yapı, yapıya ilişkin tesisler ve arsa payından oluşur. İlgili gayrimenkulün gelirinin yıllar itibari ile nasıl bir gelişme ve değişim izleyebileceği, gerekli çalışmalar sonucu tahmin edilerek, genel giderler, işletme maliyetleri, vergiler, işletme sermaye ihtiyaçları ve yatırım harcamaları düşüldükten sonra taşınmaz gelir değerine ulaşılır. Taşınmaz gelir değerinin yerel piyasa koşullarına uygun hale getirilmesi için gerekli artırım ve azaltım işlemleri yapılarak sürüm değeri elde edilir.

**Maliyet Yöntemi:** Yapının bulunduğu zeminin değeri, değerleme zamanında tespit edilir. Bu tespitlerden biri de yüklenici kârı belirlemektir. Maliyetler, yüklenici kârı toplanır ve yapıda oluşmuş yıpranma saptanır bu yıpranmada maliyetten düşülür. Yıpranma tutarı düşülmüş maliyet, zemin değeri ile toplanarak taşınmazın sürüm değerine ulaşılır. Maliye yöntemine göre gayrimenkul değerleme, arsa değerinin belirlenmesi, yapı değerinin hesaplanması, yıpranma miktarının hesaplanması, imar hakkının değere katılması ve uzlaşma ile yapılmaktadır.

Maliyet yönteminin amacı, taşınmazın değerlendirme günündeki maliyet bedeline ulaşmaktır. Bu bedel, yapı değeri, dış tesis, özel işletme donatıları ve arsa değerlerini kapsar.

Maliyet yöntemi, genellikle taşınmazların yapı bileşenleri değeri üzerinden yapılan sigortacılık uygulamalarında kullanılmaktadır. Maliyet bedellerinin ve yıpranma kestiminin kolay olduğu yeni inşa edilmiş yapılar için maliyet yöntemi kullanılabilir.

Arsa değerinin hesaplanması, maliyet yöntemine göre değerlemede ilk işlemdir. Hak sahibinin konutunun bulunduğu arsanın alanı belirlenir. Daha sonra bu alan o bölge için o yıl da belirlenmiş olan Emlak rayiç değeri ile çarpılarak arsa değeri elde edilir. 1319 sayılı Emlak Vergisi Kanunu gereği, Emlak Vergilerinde arsa ve arazilere ait m<sup>2</sup> birim değerlerinin (rayiçlerinin) tespit görevi, 213 sayılı Vergi Usul Kanununun 72/2 fıkrası gereği oluşturulan takdir komisyonlarıdır. Birçok belediye bünyesinde oluşturulan e-belediye uygulamalarında arsa rayiç değerlerine kolaylıkla ulaşılabilir.

Nominal Değerleme: Taşınmaz sayısı fazla olan bölgelerde yapılacak değerlendirme ile söz konusu taşınmazlar arasındaki değer dağılımlarının ortaya konulması gerekir. Bu değer dağılımında esas alınacak birim rayiç bedel olabileceği gibi, bir puanlama ile elde edilecek parametrik değerler de olabilir. Bu amaçla dikkate alınacak değer kriterleri formüle edilerek tavan ve taban puanları tespit edilir ve her bir taşınmaz değerini yansıtan bir değer katsayısı hesaplanır. Bu değer katsayıları, taşınmazların değer bakımından birbirlerine göre durumlarını gösterir ve taban alınarak gerektiğinde kolayca piyasa değerine dönüştürülür. Böyle bir değerlendirme yöntemi “nominal” değerlendirme olarak adlandırılmaktadır (Yomralıoğlu, 1995).

Taşınmaz değerlemede, emsal, gelir ve maliyet yöntemleri yerine çok kriterli değerlemeyi olanaklı kılan nominal değerlendirme yöntemleri de kullanılmaktadır. Çünkü bir taşınmazın değerini etkileyen sadece yapı türü, yaşı, arsası ve komşu binaların değeri değil, topografya, mevcut kullanılabilir alan, manzara, çevre, okula mesafe gürültü ve hava kirliliği gibi birçok faktör mevcuttur. Bu faktörleri değerlemeye katmak için nominal değerlendirme yöntemi kullanılmalıdır.

Ayrıca değerlendirme yapılacak alanlar genelde fazla miktarda taşınmaza sahiptir bu durumda değerlemeyi zorlaştırmaktadır. Bu zorluğu değerlemeyi parsel bazlı

düşünerek aşmak mümkündür bu da nominal değerlendirme ile olmaktadır. Genelde bölge veya sokak bazı esas alınarak bu sınırlar dâhilinde kalan taşınmazların değerleri hep aynı tutulur. Oysa her bir taşınmaz, diğer komşu taşınmazlara göre ekonomik bakımdan bir takım olumlu veya olumsuz özellikler taşıyabilmektedir. Bu gerçek, her bir parselin farklı değere sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, böyle bir genel yaklaşımla gerçek bir değerlendirme yapıldığı söylenemez (Yomralıoğlu, 1995).

Nominal değerlemede en önemli unsur değerlendirme faktörlerinin belirlenmesidir çünkü gerçekte düşünüldüğünde taşınmaz birçok unsurdan etkilenir ve il bazlı hatta bölge bazlı olarak faktörler değişiklik göstermektedir. Örneğin denize kıyısı olan bir bölgede faktörler diğer bölgelere göre değişiklik gösterir. Ülkenin içinde bulunduğu şartlar, yerel yönetimden kaynaklı şartlar değiştikçe taşınmaz değeri de değişebilmektedir. Bu sebeple her bölgeye uygun faktör tayini gerekmektedir. Herhangi bir değerlendirme işleminde taşınmaz değerine etki eden faktörlerin sayısını kesin olarak sınırlandırmak mümkün değildir. Buna bağlı olarak, bir taşınmazın değerini de net olarak belirlemek güçtür. Bu nedenle bölge bazında yapılan bir değerlendirme işleminde taşınmaz değerlerine etki eden faktörlerin kombinasyonundan her bir taşınmaz için bir nominal değer üretilebilir. Bu nedenle her bir taşınmaz değerine etki eden faktörlerin, her birisinin etki derecesine bağlı olarak, nominal anlamda sayısal bir değişken ile ifade edilmesi mümkün olabilir. (Yomralıoğlu vd., 2011).

Nominal değerlendirme yöntemi ile taşınmazların sahip oldukları özellikler birçok kritere göre top yekûn değerlendirilebilmektedir. Bu amaçla, parsel bazlı, piksel bazlı veya gridlere ayırarak her bir hücreye değer verilebilmektedir.

CBS teknikleri kullanılarak piksel tabanlı kütleli taşınmaz değer haritası üretilmesi mümkündür. Bu amaçla her bir pikselin parametrik değeri (2.1) eşitliği ile belirlenebilir (Nisanci, 2005). Bu eşitlik her bir pikselin toplam değerini yansıtır. Bu formüldeki değişken “P” piksel (taşınmaz) değerine etki eden faktörleri temsil etmektedir. “P” değeri belirlenen faktörün piksel üzerindeki etkisidir. “P” puan değeri %100 üzerinden 1–100 arasında bir değer olabilir (Yomralıoğlu vd., 2011).

$$V_i = \text{AREA}_i * \sum_{j=1}^k (P_{ji} * W_j) \quad (2.1)$$

*V : Toplam nominal değer*

*Area : Bir pikselin alanı*

*P : Faktör değeri (Puan)*

*W : Faktör ağırlığı*

*k: Toplam faktör sayısı*

Taşınmaz değer haritası oluşturulurken (2.1) eşitliğinde gösterildiği gibi toplam nominal değer faktörlere ve ağırlıklarına bağlıdır. Her bir hücrenin değerleme sonrası bir değeri olacağından taşınmaz değer haritası coğrafi altlık üzerinde görselleştirilerek sunulabilmektedir.

## **2.2. Coğrafi Bilgi Teknolojileri**

### **2.2.1 Coğrafi bilgi sistemleri ve taşınmaz değerlemesi**

Coğrafya yeryüzündeki beşeri ve fiziki olayları konu alarak çok geniş anlamda karmaşık bir veri/bilgi yoğunluğu ile uğraşmaktadır. Bütün bu bilgilere sahip olup, onlardan daha fazla yararlanmak ve coğrafi olaylar arasındaki ilişkileri anlayıp yorumlamak için mutlak suretle organize edilmiş bir düzeneğe diğer bir deyişle bilgi sistemine ihtiyaç duyulur (Aydınöğlü, 2003). CBS bu kapsamda ortaya çıkmaktadır. CBS teknikleri kullanılarak her bir birimin veya pikselin parametrik değeri hesaplanarak kütleli taşınmaz değer haritası üretilmesi mümkündür (Yomralıoğlu, 1994; Nisanci, 2005). Ayrıca geliştirilen birçok analiz aracı sayesinde, değerlendirme işlemleri daha hızlı ve güvenilir hale gelmektedir.

Türkiye’de CBS destekli taşınmaz değerlemesi üzerine çalışmalar, çoğunlukla taşınmaz değer haritası üretimidir. Değer haritası üretiminde seçilen bir bölgedeki bütün binaların belli faktörlere göre değerleri hesaplanarak tüm bölgeyi kapsayan değerler tespit edilmektedir.

Türkiye’de yapılmış CBS tabanlı taşınmaz değer haritası uygulamalarına bakıldığında genel olarak üç yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Birinci yöntemde taşınmaz değerlemesindeki veriler puanlandırılır ve her taşınmaz için belirlenen değer puanları toplanarak taşınmazların birbirlerine göre değerleri hesaplanmaktadır (Torun vd., 2009). İkinci yöntemde ise uygulamayı gerçekleştirenler tarafından değer girişi yapılmamakta, taşınmaz değerleri kurulan bir matematik model ile belirlenmektedir (Deveci vd., 2009).

Bu iki yöntemin dışında, CBS yazılımlarının veri bileşenlerinden birisi olan piksel tabanlı raster verilerin kullanılmasıyla, veriler aralarındaki ilişkilere dayalı olarak taşınmazların değerlendirilebildiği görülmektedir (Nişancı, 2005).

Taşınmaz değer haritaları kamu kuruluşlarınca ve özel sektörde üretilebilmektedir. Taşınmaz değer haritalarının hangi uygulamaları kapsayabileceği ve kullanıcı profili Çizelge 2.1 deki gibi ifade edilebilir (Çağatay, 2008).

### **2.2.2 Konumsal analiz ve fonksiyonları**

Coğrafi/konumsal verilerin konumları, geometrileri ve öznelikleri ile analiz edilmesi işlemidir. Konumsal analiz CBS'nin en önemli unsurlarından olup, vektör ve raster (hücreli) tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. CBS ile veritabanlarındaki veriler kullanılarak istatistiksel raporlar ve haritalar hazırlanabilmektedir. Bu verilerden analizler ile yeni veriler üretilmektedir. Bu işlem bilgi teknolojilerinde veri madenciliği olarak da ifade edilmektedir. Örneğin nokta verilerinden interpolasyon ile bir yüzey üretilebilmektedir. Bu yüzey, hiçbir veri bulunmayan konumda sürekli bir yüzey oluşturduğu için veri sağlamış olmaktadır. Veri madenciliği, vektör ve hücreli verilerin analizlerinde matematiksel işlemler sonucu oluşmaktadır. Konumsal analizler, planlama, sel baskınları, deprem risk haritaları, tufan – kasırga haritaları ve askeri gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Konumsal analizler; yüzey, ağ tabanlı, vektör bindirme analizler, coğrafi-istatistik (eğilim kümeleme) vb. alt başlıklarda toplanabilir. Gerekli veriler elde edildiğinde veya ölçüldüğünde CBS ile bu verilerin analiz edilmesi ve yorumlanabilmesi mümkündür. Analiz fonksiyonları tek bir katman kullanarak analiz yapabildiği gibi birkaç katman kullanarak da analiz yapabilme yeteneğine sahiptir. Analiz fonksiyonlarını genel olarak tanımlamak gerekirse;

Yüzey Analizleri: Eğim, bakı, gölgelendirme, görünürlük, alan hesaplama ve hacim hesaplama gibi analizleri içinde barındıran yöntemlerdir.

Sayısal arazi/ yükseklik modelleri (SAM/SYM) ile alanın eğimi, bakışı, gölgesi, görünürlüğü ve hacmi hesaplanabilmektedir. Yani tek bir katman ile yapılan analizler arasında yer almaktadır. Alan hesabı ilgili nesnenin geometrisi, açı ve uzunluk değerleri ile hesaplanabilmektedir. Analiz yapılması istenilen alanın eş

yükselti eğrisi verisi veya en sade haliyle yükseklik bilgisi içeren nokta verisi ile yüzey analizleri yapılabilmektedir.

**Çizelge 2.1** Taşınmaz Değer Haritaları Uygulamaları.

UYGULAMANIN ADI	UYGULAMADA YAPILAN İŞLEMLER	UYGULAMADAN YARARLANACAK KULLANICILAR
Emlak vergisi işlemleri	Emlak vergisine konu olan arazi, arsa ve binaların değerinin tespit edilmesi.	Belediyeler, emlak vergi değerine ihtiyacı olan tüm kamu kurumları ve vatandaşlar
İmar planlama ve uygulama işlemleri	Parsellerin değerinin tespit edilmesi ile düzenleme ortaklık payının belirlenmesi.	Belediyeler, İl Özel İdareleri, Milli Emlak Genel Müdürlüğü, TOKİ ve vatandaşlar
Kentsel dönüşüm işlemleri	Kentsel Dönüşüm uygulamalarında bina ve arsaların değerinin belirlenmesi ve ödenecek bedellerin hesaplanması	Belediyeler, Milli Emlak Genel Müdürlüğü, TOKİ ve hak sahibi vatandaşlar
Kamulaştırma işlemleri	Kamulaştırma uygulamalarında bina ve arsaların değerinin belirlenmesi ve ödenecek bedellerin hesaplanması	Belediyeler, Milli Emlak Genel Müdürlüğü, TOKİ ve taşınmaz maliki vatandaşlar
Hazine taşınmazlarının yönetimi	Hazine taşınmazlarının değerlerinin tespit edilmesi	Milli Emlak Genel Müdürlüğü ve ilgili herkes
Malvarlığı araştırmaları	Gerçek ya da tüzel kişilere ait taşınmazların değer toplamlarının belirlenmesi	Mahkemeler, icra kurumları, belediyeler ve ilgili kamu kurumları
En uygun yer seçimi analizi	Yatırımcılar, taşınmaz geliştiriciler, vatandaşlar ve taşınmaz alıcıları için uygulamalar	Yatırımcılar, taşınmaz geliştirme işi ile uğraşanlar, sigortacılar ve vatandaşlar
Değer Değişim Analizi	Zaman içinde taşınmazın değişimi	Bu alanda taşınmaz değer verisine ihtiyacı olan herkes
Değerleme Uzmanına Yönelik İşlemler	Değerleme uzmanlarının değer analizi yapabilecekleri uygulamaların ortaya konulması	Değerleme uzmanları

**Ağ Tabanlı Analizler:** Ağ analizleri için birbirlerine bağlantılı çizgisel mühendislik yapılarına ait verilerle ilgili çıkarım için karar verme sürecinde etkili olan analizlerin tümünü içermektedir. Ağ oluşumu için çizgilerin birbirlerine değen düğüm noktaları olmalıdır. Bu ağ yapısı üzerinde topoloji kurularak anlamlı veri elde edilir. En çok kullanılan analizler uygun güzergâh seçimi analizleri, kısa yol analizleri, hızlı yol analizleri vb. günlük hayatta karşımıza en çok çıkan coğrafi analizlerdendir.

**Bindirme Analizleri:** Ağırlıklı bindirme analizleri çok katmanlı analizlerdir. Analiz sonucu elde edilen veya ölçüm sonucu elde edilen verilerin belirlenen yüzdesel ağırlıklar çerçevesinde birleştirilerek tek bir katman elde edilmesidir.

**Temel Mekânsal Analizler:** Tek katmanla yapılabilen analizlerdendir. Bu analizler; interpolasyon, yakınlık ve sınır analizleridir. İnterpolasyon analizleri belirli öznitelik verilerine sahip noktaların interpolasyon ile bir yüzeye dağılması işlemidir. Yakınlık analizi tampon bölge oluşturularak sıklıkla yapılmaktadır. Sınır analizleri ise birbiri ile temas halindeki poligonların birleştirilmesi, kesişmelerinin bulunması ve birbirinden ayrılması gibi analizleri içermektedir.

**Coğrafi-İstatistik (Eğilim, Kümeleme, vb.):** Veritabanında bulunan verilerin öznitelikleri ile ilgili coğrafi/konumsal istatistik yapabilmektedir. Eğilim ve kümeleme gibi analizleri ilgili verinin öznitelik bilgilerinin ortalama, standart sapma, varyans, dağılım parametreleri ile yapılması ve verilerin bu istatistiksel işlemler sonrası birbirlerinden farklarının belirlenerek anlamlandırılması işlemlerini sağlamaktadır.

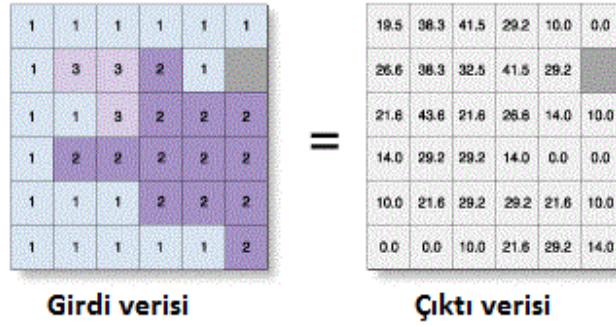
### **2.2.3. Harita cebri ve raster hesaplamalar**

Harita cebri, yeni bir katman oluşturmak amacıyla belirli matematiksel ifadelere dayalı olarak CBS veri katmanları arasındaki hesaplamaları tanımlayan bir terimdir (Tomlin, 1990). Harita cebrinin temeli, ilgili katmandaki belirli bilgilerin elenmesi ve ihtiyaca göre belirli verilerin ön plana çıkarılması işlemlerini kapsamaktadır. Bu sayede yorumlaması daha kolay ve güvenilir olduğundan, karar destek mekanizmasında pratik yerini muhafaza etmektedir.

Matematiksel hesaplamalar, filtreleme ve genelleştirme işlemleri, mesafeye dayalı hesaplamalar, hidroloji tabanlı analizler, yüzey analizleri, ağırlıklı bindirme işlemleri, koşullu hesaplamalar, piksel değerlerinin yeniden sınıflandırılması, istatistiksel analizler gibi birçok analizin arka planında harita cebri ve hüresel

hesaplamalar kullanılmaktadır. Bu analizlerden en çok kullanılan analizler ve açıklamaları aşağıda yer almaktadır.

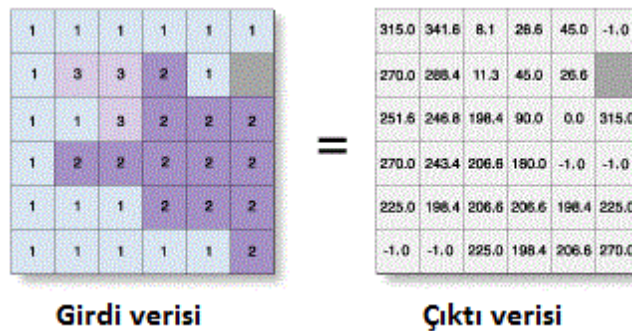
Eğim analizi yapılırken SYM'den her bir pikselin eğim değeri hesaplanarak bir eğim yüzeyi oluşturulmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Piksellerin eğim değeri.

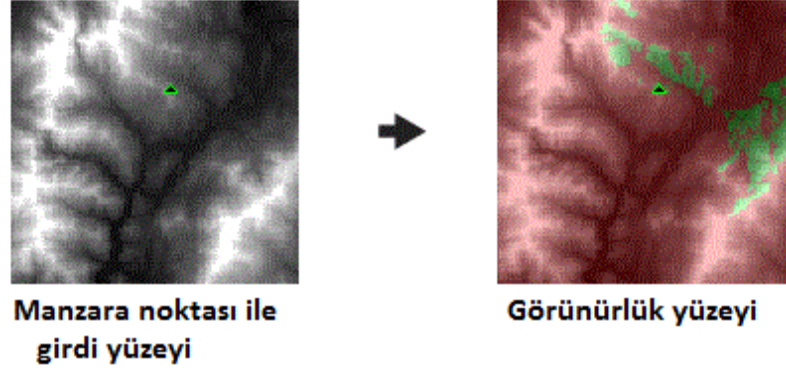
Bakı analizi yapılırken de SYM kullanılarak o bölgedeki her bir parçanın hangi yöne baktığı belirlenmektedir. (0,360) derece arasında değişen açılar ile her bir pikselin kuzeye göre kaç derece ile doğrultuda olduğu tespit edilmektedir. Bu işlem sayısal yükseklik modelinde her bir birimin kendi arasındaki ilişkiye göre belirlenmektedir (Şekil 2.2).

Görünürlük analizi yapılırken eldeki SYM ve o yükseklik modelinden görünürlüğünü analiz edeceğimiz nokta veya hat bilgisine ihtiyaç vardır. Görünürlük analizi sonucu, işlem yaptığımız alandan ne kadar nokta görünüyor veya hat boyunun ne kadar kısmının görünmekte olduğu belli olmaktadır. Her bir piksel değeri gördüğü nokta veya hat miktarına göre değişmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2 : Piksellerin bakı açısı değeri.





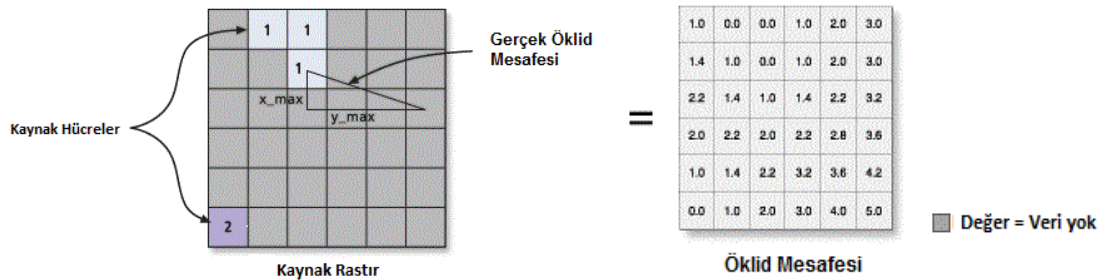
Şekil 2.3 : SYM yüzeyi ile manzara görünürlük yüzeyi örneği.

Mesafeye Dayalı Hesaplamalar yapılırken, öklid mesafesi hesaplaması ile seçilen bir veya birkaç vektörel veriye olan uzaklık mesafelerini, her bir piksel için hedefe olan uzaklığı öklid hesabı ile piksele yazdıran bir analizdir. Analiz sonucu, her bir pikselin en yakınındaki hedefe olan uzaklığını ifade eden bir yüzey üretilmektedir. Hücre analizinden farklı olarak formül (2.2) deki hipotenüs uzunluğunu hesaplayarak hücreye yazdırır (Şekil 2.4).

İki boyutlu mesafe hesaplama formülü eğer  $p=(p1, p2)$ ,  $q=(q1, q2)$  olursa  $p$  ve  $q$  arası Pisagor teoremi ile hesaplanır.

$$d(p,q)= \sqrt{(p1-q1)^2+(p2-q2)^2} \quad (2.2)$$

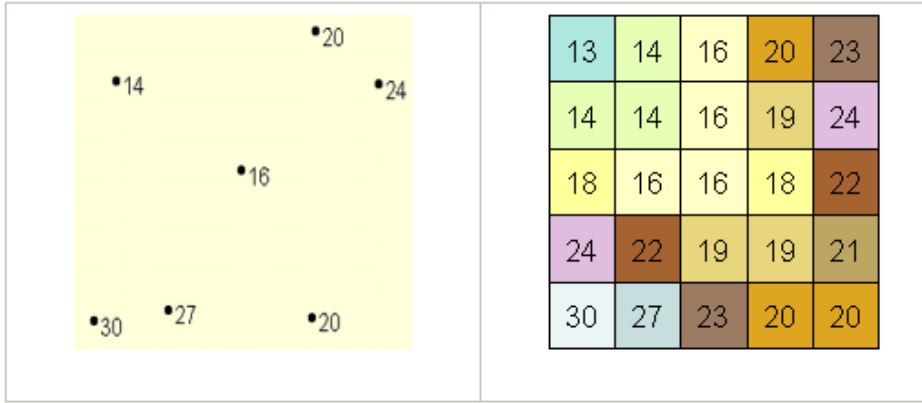
Hücresel düzlemde gösterecek olursa, her piksel/hücre  $x$  ve  $y$  boyutundaki mesafeleri öklid kuralına göre hesaba katarak pikselin mesafesini hesaplar.



Şekil 2.4 : Piksel üzerinde Öklid mesafesi değerleri gösterimi.

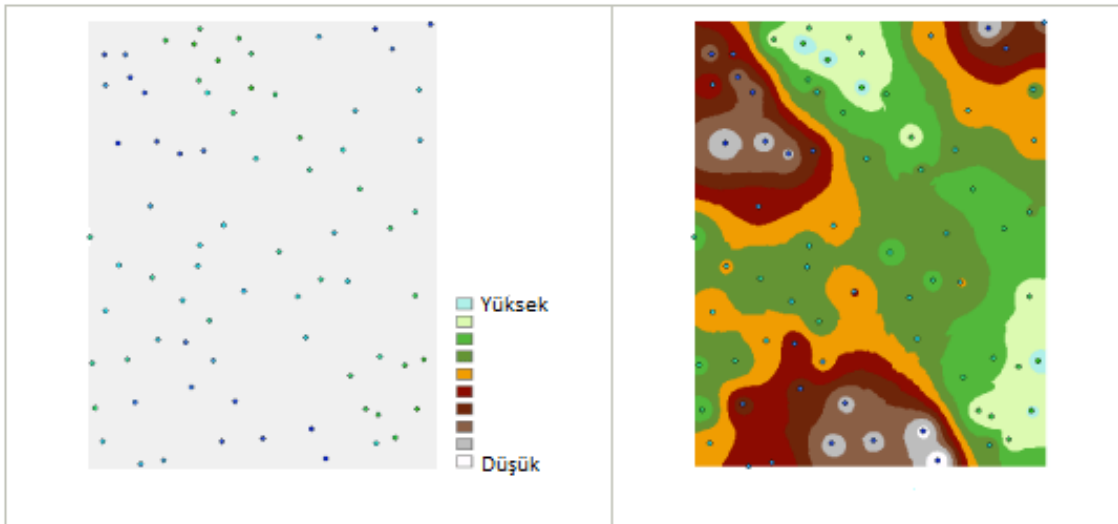
İnterpolasyon analizi ise temel konumsal analizlerden biridir ve bu analiz için CBS’de birçok yöntem yer almaktadır. (Krigging, IDW, Natural neighbor, vb.) Bu

yöntemler, interpolasyon sonucu oluşan yüzeylerde verinin kullanım amacına göre doğruluğunu artırmaktadır (Şekil 2.5).



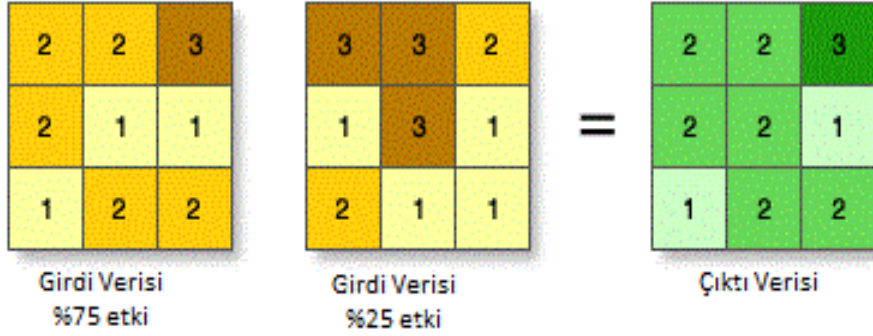
**Şekil 2.5 :** Piksel üzerinde İnterpolasyon değerleri gösterimi.

Şekil 2.5'deki noktalardan belirlenen öznelik değerlerine göre bir yüzey oluşturulmuştur. İnterpolasyon sonucu oluşturulan yüzey, matris gösterimde de görüldüğü her bir pikseli temsil eden değerler kümesinden oluşmaktadır. Bu işlemle yapılan analiz sonucunda, mevcut değeri tanımlanan noktalardan, belirlenen yöntemle göre değeri tanımlanmayan alanların alacağı değerlerin kestirimi yapılır (Şekil 2.6). Şekil 2.6' da gösterilen şekilde interpolasyon ile üretilen yüzeyin görselleştirilmiş örneği yer almaktadır. Her bir pikselin bir değere sahip olduğu bu görsel ile daha net anlaşılmaktadır.



**Şekil 2.6 :** Noktalardan üretilen interpolasyon yüzeyi örneği.

Ağırlıklı bindirme işlemlerinde, çoklu kriter hesaplamaları yapılarak hücrel verilerin birbirlerine olan ağırlıklı oranlarına göre tek bir hücrel veri elde edilmektedir (Şekil 2.7). Bu bindirme işlemi ile örneğin deprem risk haritası ve taşkın risk haritası ağırlıklı oranları kullanıcı tarafından belirlenerek tek bir hücrel veride toplanabilir.



**Şekil 2.7 :** Pikel üzerinde ağırlıklı bindirme hesabı.

Şekil 2.7' de görüldüğü üzere girdi verilerinden ilki %75 ağırlıkla diğeri %25 ağırlıkta alınarak birleştirilmektedir. İlk satır piksellerin hesaplanmasına bakarsak

$(2 \times 0.75) + (3 \times 0.25) = 2.25$  yani çıktı verisindeki ilk piksel değeri olan 2 değeri elde edilir. İkinci piksel içinde aynı işlem geçerlidir. Üçüncü pikselin hesabına bakarsak

$(3 \times 0.75) + (2 \times 0.25) = 3$  elde edilir. Ağırlıklı bindirme işlemleri arka planda bu hücrel hesaplamalarla çalışmaktadır.

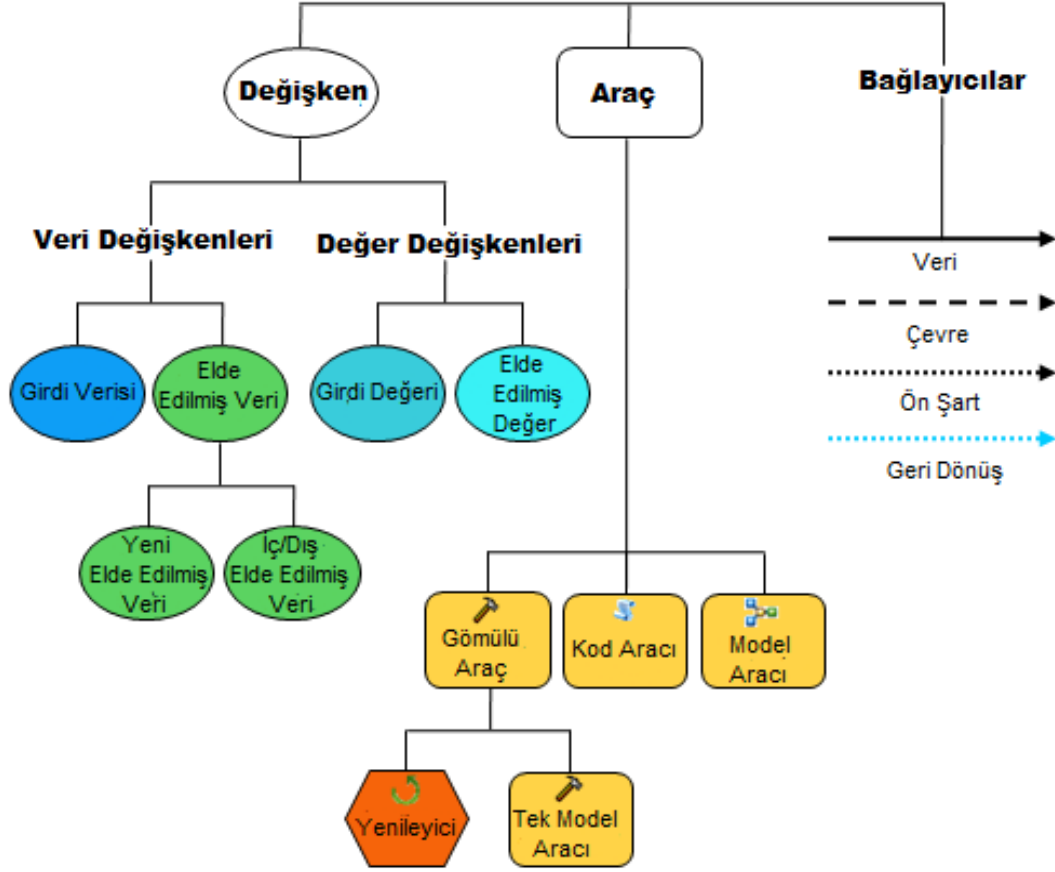
#### 2.2.4 Konumsal analiz işlem araçları geliştirme

Konumsal analiz işlemleri, CBS ortamında konumsal analiz araçları kullanılarak yapılabilmektedir. Sıklıkla yapılan analizler için CBS eşzamanlı olarak çoklu analiz yapabilme ve işlemleri otomatik hale getirme yeteneğine sahiptir. Bu sayede işlemler hızlı ve doğru biçimde yapılabilmekte ve zaman kaybı önlenmektedir.

Konumsal analiz işlem araçları, uygulama alanına göre problemin modellenmesi ile tanımlanmaktadır. Modeller, belirli işlem sırası ile yapılmakta ve bu işlemler arası bağlantılar tanımlanmaktadır. Modeller; değişkenler, araçlar ve bağlayıcılar olarak ifade edilen model elemanlarından oluşur (Şekil 2.8).

Değişkenler; veri ve değer değişkenleri olarak ikiye ayrılır bunlarda kendi aralarında girdi verisi ve elde edilmiş veri olarak ikiye ayrılır. Girdi verisi, konumsal analiz

işlemlerinde kullanılacak ham ve temel veridir. Elde edilmiş veri, analiz işlem araçları ile üretilen ara veri ve yeni elde edilen sonuç verilerdir.



**Şekil 2.8 :** Model elemanları.

Araçlar; yazılım ortamında var olmakta olup model içinde kullanılabilir. Gömülü araçlar, kod aracı ve model aracı olarak üçe ayrılır. Yani oluşturulan modelde, yazılımın kendi araçları yanı sıra kod ve daha önceden oluşturulmuş modelde çalıştırılabilir. Gömülü araçlar ise yenileyici ve tek model aracı olarak ikiye ayrılmaktadır.

Bağlayıcılar; değişken ve araçların hem birbirleriyle hem de kendi aralarında bağlantılarını sağlayan yapılardır. Veri, çevre, ön şart ve geri dönüş bağlayıcı çeşitleri olmak üzere dörde ayrılır. Veri ve aracın bağlantısının kurulmasını, işlemin hangi ortamda yapılmasını, hangi ön şartların olduğunu ve işlem sonrası geri dönüşlerin tanımlanmasını sağlamaktadır.

*Python* kodları ile de konumsal analizler ve tablosal işlemler otomatik hale getirilebilir. CBS tarafından desteklenen *python* dili, algoritma geliştirerek ve kullanıcı ara yüzü oluşturarak işlem yapabilmektedir. ArcGIS ve QGIS gibi CBS yazılımlarında, *python* eklentisi ile sistem üzerinde yapılabilecek analizler ve işlemler kod ortamında gerçekleştirilebilir. Herhangi bir analiz için ArcGIS yazılımı *python* penceresinde çalıştırılması gereken kod ve açıklamaların kısaca anlatımı aşağıdaki gibidir.

Öncelikle *arcpy* modülü çağırılır. ArcGIS'de kurulan eklenti bu modül ile işlem yapılmasını sağlamaktadır.

```
import arcpy
```

Daha sonra işlem yapılacak çevre belirlenir, hangi veritabanında işlem yapılacağı, çıktı verisinin koordinat sistemi ve hücre boyutu gibi analiz tanımlamaları yapılır.

```
arcpy.env.workspace = "c:/data/Sariyer.gdb"
```

Değişkenler tanımlanır, girdi ve çıktı değişkenlerinin adresleri tanımlanır, yazılım o adresteki veriyi analize alır ve çıktı olarak da belirtilen adrese, belirtilen isim ve uzantıda kaydeder.

```
Input_raster = "c:/data/Sariyer.gdb/SAM"
```

```
Output_raster = "c:/data/Sariyer.gdb/Egim_SAM"
```

En son olarak da işlemin ne olduğu, yani hangi aracın kullanılacağı, girdi verisi ismi, çıktı verisi ismi ve bu araç için varsa hangi parametrelerin kullanılacağı belirtilir.

Aşağıda eğim ve tampon analizi işlemine örnek verilmiştir. Tampon bölge işleminde, girdi verisinin ismi yol ve çıktı verisinin ismi yolbuffer tanımlandı. Yollar 500 metrelik tampon bölge ile genişletmek istendiğinde aşağıdaki kod ile işlem tamamlanabilir.

```
arcpy.Slope_3d(Input_raster, Output_raster, "DEGREE", "1")
```

```
arcpy.Buffer_analysis("yol", "yolbuffer", "500 METERS")
```

Bu mantıkta çalışan *python* işlemlerinde, öncelikle modüller çağırılır, daha sonra ortam belirlenir, girdi ve çıktı adresleri de belirtildikten sonra belirlenen işlem yapılır. Ayrıca yapılacak işlemlerde fonksiyon yazılarak tanımlanabilmektedir.

### **2.3. Bulanık Mantık Yöntemi**

Taşınmaz değerlendirme kriterlerinin nominal olarak birbirlerine göre önemini, ağırlıklarını ve kapsama sorunlarını kesin olarak tanımlamak oldukça zordur. Klasik mantıkta (Boolean) bir olayın doğru (1) veya yanlış (0) iki farklı sonucu olmaktadır. Bu iki değer aslında gerçek dünyada olan her olayı tam olarak tanımlayamamaktadır. 1960'ların ortalarında Lotfi Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık, iki değerli mantık ve olasılık teorisine alternatif olarak geliştirilmiştir (Zadeh,1965). Bulanık sistemde, üyelik davranışları eğitilebilir ve dinamik yapıda fonksiyonların matematik modelleri tahmin edilebilir. Bulanık mantık kullanan sistemlerle, metroların işleyişi, elektronik ev aletleri, asansörler, trafik lambaları, otomobillerin sistemleri kontrol edilebilir ve programlanabilir.

Güncel dünyadan örnekle açıklanacak olursa; yolun kayganlık ve rampa durumuna göre arabanın gaz veya fren pedalına biraz daha yavaş veya biraz daha hızlı basarız. Çalıştığımız odanın ışığı yetersiz ise onu biraz artırır, yeterinden fazla ise biraz azaltırız. Bütün bunlar insan beyninin belirsiz ve kesinlik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip, tanımlayıp, komut verdiğine dair birer örnektir ve klasik küme teorisinin öngördüğü şekilde incelenemez. (Altaş, 1999)

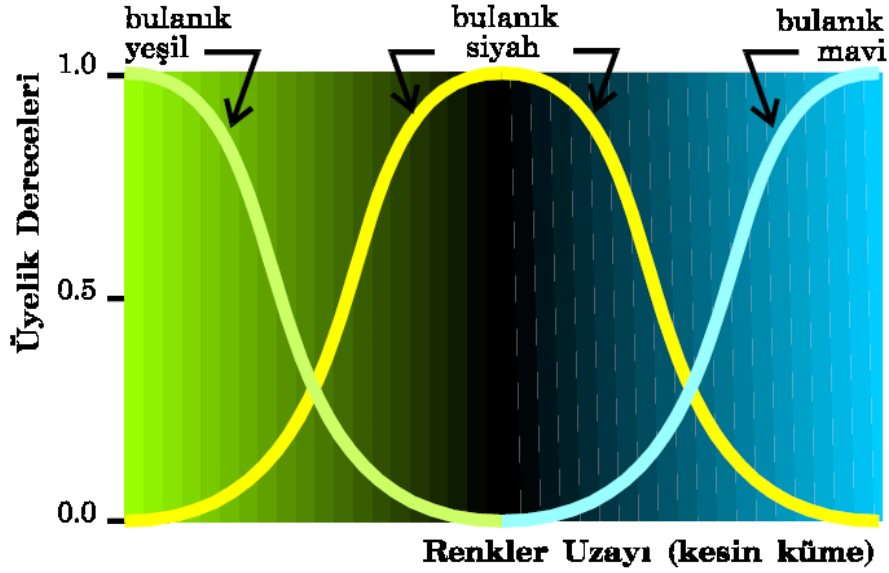
Bir bulanık küme, çalışma yapılan alana ait her bir elemana matematiksel olarak kümedeki üyelik derecesini temsil eden bir değer atayarak tanımlanır. Bu değer, elemanın bulanık küme tarafından ifade edilen kavrama üyelik derecesini ifade eder. Bundan dolayı bireylerin kümeye ait olması farklılaşır. Üyelik dereceleri 0 ile 1 arasındaki gerçel sayılarla temsil edilirler. Tam üye olma ve üye olmama durumu, bulanık kümede sırasıyla 1 ve 0 değerleriyle karşılanır.

Bulanık Mantık kontrol sistemi için kullanıcı tanımlı kurallar değerlendirilip işlenmektedir ve sistemin performansının artırılması için bu kurallar geliştirilebilir. Böylelikle taşınmaz değerlemede, faktörlerin birbirlerine göre ağırlıkları ve birbirlerini kapsama sorunları bulanık mantık yöntemiyle hücresel tabanlı olarak çözülebilir.

#### **2.3.1 Bulanık kümeler**

Bulanık mantık konusunun temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonları ile karakterize edilirler. Şekil 2.9'daki yeşil, siyah ve mavi değişik

tonlara sahiptirler. Renkler arasında geçişler mevcuttur ve verilen üç renk de sabit bir tona sahip değildir. Dolayısıyla bu üç renk bölgesini birer bulanık küme ile temsil etmek uygun olacaktır. Şekil 2.9’da sadece yeşil, siyah ve mavinin tonları bulunduğundan, bu üç rengi temsil eden yeşil, siyah ve mavi bulanık kümelerini tanımlamak yeterli olacaktır.



Şekil 2.9 :Yeşil, siyah ve mavi bulanık renk kümeleri.

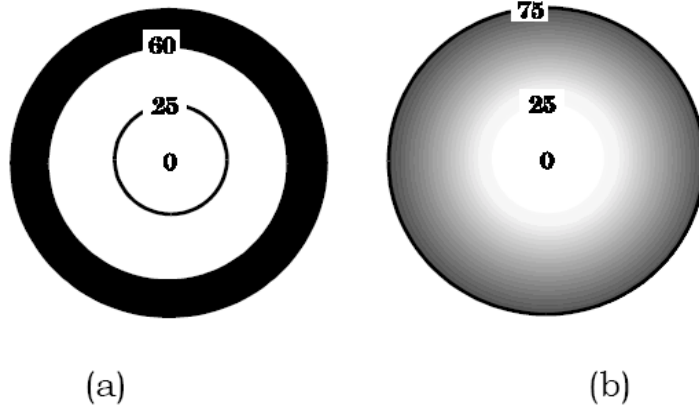
Şekil 2.9’ un sol bölgesinde yeşilden siyaha geçiş vardır. Sağa ilerledikçe yeşil bulanık değeri azalırken siyah bulanık değeri artacaktır. Aynı bulanık küme değerleri mavi renk içinde geçerlidir. Mesela en sağ tarafta mavinin 1’e yakın değer aldığı bölgede yeşil rengin bulanık değeri 0 dır. Siyahta, en sol ve en sağ uçlarda 0 değerini alırken ortada 1 değerini almaktadır. Yani renklerle anlatılmak istenen tonlamadaki geçişler aslında bulanık mantıkta her obje için geçerli olacaktır. Üyelik fonksiyonları 0 ve 1 arasındaki değerlerde tıpkı tonlama gibi artıp azalmaktadır.

### 2.3.2 Klasik ve bulanık mantığın karşılaştırılması

Bulanık sistemlerin en temel elemanı bulanık kümedir. Bulanık kümeye alınacak her bir elemana 0 ve 1 arasında değer atamaktadır. Küme dışı 0, kümenin içi 1 değerini almaktadır. Bazı elemanlar belirsiz durumdadır ve o duruma göre değer alabilmektedir.

Oysa kesin küme teorisinde belirsiz eleman diye bir şey söz konusu değildir. Bir eleman ya kümeye dâhildir ya da tamamı ile kümenin dışındadır. Şekil 2.10.’da yaşlı insanlar için kesin ve bulanık kümeler gösterilmiştir. Bu şekillerde siyah rengin tonu

yaşlılık düzeyini belirtmektedir. Şekil 2.10(a)'daki kesin kümeye göre yaşı 60 ve üzerinde olanlar yaşlı, 60'dan küçük olanlar yaşlı değildir. Oysa Şekil 2.10(b)'de sadece yaşı 75 in üzerinde olanlar değil, yaşı 25 ile 75 arasında olanlar da yaşlılar kümesine dâhildir. (Altaş, 1999)



**Şekil 2.10 :** Yaşlılar kümesinin kesin ve bulanık kümelerle gösterimi.

İki mantık kuramı arasındaki farkı bir CBS örneğinde açıklamak gerekirse, ormandan alpin çayırları içine ağaç çizgisi boyunca yürüyüş yaptığınızı düşünün. Yürürken ağaç hattından çayırlar bölgesine geçerken keskin bir hat olmadığını, bu geçişin daha yumuşak olduğunu görürsünüz. Geleneksel CBS bu şekilde yumuşak geçişlerin tanımlanması için uygun değildir, çünkü ağaçlı ve ağaçsız hatları keskin bir çizgiyle (orman = 0, çayırlar = 1) ayırır. Bunun yerine “bulanık küme” mantığında, sadece 0 ve 1’den oluşan iki dünya yerine, “orman çok, çayırlar az”, “hem orman, hem de çayırlar var”, “daha çok çayırlar var”, “tamamen çayırlar var” gibi yargıların olduğu bir dünyayı bize önerir.

Başka bir yaklaşımla açıklanacak olursa, nesne kümeye tam üye olduğunda derecesi 1’dir veya üye olmadığında derecesi 0’dır. Bu yüzden klasik kümelerde elemanların üyelik dereceleri  $\{0,1\}$  şeklinde iki değer alabilir. Herhangi bir  $x$  değerinin  $X$  evreni üstündeki  $A$  klasik altkümeye üyelik ifadesi  $(\chi_A : X \rightarrow \{0,1\})$  matematiksel olarak aşağıdaki biçimde bir üyelik fonksiyonu ile gösterilir. Bu sebeple üyelik değeri 1 ise tam üyedir, 0 ise hiç üye değildir.

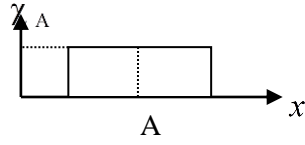
$$\chi_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$$



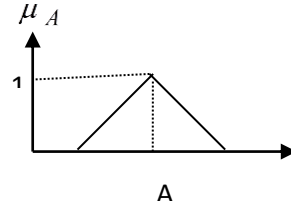
Zadeh, sadece iki üyelik derecesi alan bu ifadeyi, 0 ile 1 arasında çeşitli üyelik dereceleri alabilen bir başka gösterim şekline genişletmiştir ve bu yeni üyelik fonksiyonunu  $\mu(x)$  ile temsil etmiştir (Zadeh,1965).

$$(\mu(x): X \rightarrow [0,1])$$

Klasik küme bulanık kümenin içinde elemanlara sahiptir de denilebilir (Şekil 2.11). Bulanık üyelik değeri 1 ve 0 değerini alan üyelikler klasik kümede de aynı değerleri almaktadır (Şekil 2.12).



Şekil 2.11: Klasik üyelik grafiği.



Şekil 2.12 : Bulanık üyelik grafiği.

Zadeh' e göre bulanık mantık klasik mantığa göre daha fazla sayıda önerme oluşturur. Çizelge 2.2' de klasik mantık ile bulanık mantık karşılaştırması yapılmıştır.

Bulanık mantık ile modellemenin tercih edilmesinin nedenleri özetlenecek olursa;

- Bulanık mantık kolaydır. Matematik modeli basittir
- Bulanık mantıkta elemanların davranışları doğaldır. Karışık yapıdan uzaktır ve sadelikten yanadır.
- Bulanık mantık esnekler.
- Eksik ya da yetersiz verilerle de geri kalan verileri tahmin ederek işlem yapılabilir.
- ANFIS gibi teknikler ile bulanık modeller oluşturulabilir.
- Bulanık mantık ile uzmanlar kolay yorum yapabilir ve tecrübelerini verimli şekilde kullanabilir.
- Bulanık mantık insanların algısına yakındır.

### 2.3.3 Bulanık model

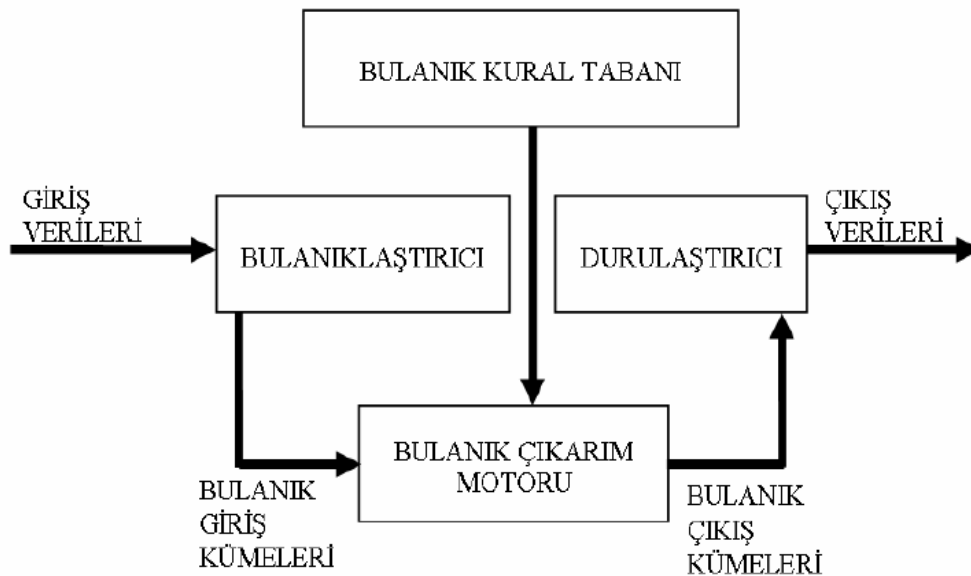
Bulanık mantık ilkesinde üyelik fonksiyonu tanımlanır. Herhangi bir elemanın üyelik fonksiyonundan aldığı değer üyelik derecesi olarak adlandırılır. Bulanık küme

teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alması, sözel bilgilerin, problemlerin çözümü sırasında sayısal verilerle birlikte kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sözel ifadelerin bulanık modellere katılması, bulanık mantığın diğer yöntemlerden en büyük farklılığıdır.

**Çizelge 2.2** Klasik Mantık-Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar.

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
Evet veya Hayır	Bulanık kümeler (Ara değerler)
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
A <u>veya</u> A Değil (Sadece bir gruba ait)	A <u>ve</u> A Değil (Hem A, hem de A Değil)
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde

Bulanık modellemenin ilk aşaması, problemin tanımlanması ve buna göre uygun parametrelerin seçilerek üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasıdır. Daha sonra ilgili parametreler ve oluşturulan bulanık alt kümelerle göre problemin çözümünü içeren kurallar dizisi veya kural tabanı oluşturulur. Üçüncü aşamada ise çıkarım yöntemleri seçilir (Ross, 1995). Son aşamada ise, bulanık olan değerlerin tekrar durulaştırılması veya klasik sayılara dönüştürme yöntemi belirlenir. Şekil 2.13’de bir bulanık model sisteminin genel yapısı gösterilmektedir.



**Şekil 2.13** : Bulanıklaştırma – Durulaştırma birimli bulanık sistem.

Genel Bilgi Sistemi Birimi: İncelenecek olayın etkilendiği girdi değişkenlerini ve bunlar hakkındaki sayısal ve/veya sözel tüm bilgileri ifade etmektedir.

Bulanıklaştırıcı (*Fuzzification*): Sayısal girdi değerlerini sözel olarak nitelendirilmiş bulanık kümelerdeki üyelik derecelerine atayan bir işlemcidir (Arslan ve Yılmaz, 2005).

Bulanık Kural Tabanı Birimi: Veri tabanındaki girişleri çıkış değişkenlerine bağlayan mantıksal EĞER – İSE türünde yazılabilen kuralların tümünü içerir.

Genel olarak bulanık kurallar aşağıdaki formdadır;

Kural 1: *Eğer*  $x = A1$  ve  $y = B1$  ise  $z = N1$

Kural 2: *Eğer*  $x = A2$  ve  $y = B2$  ise  $z = N2$ .

Burada  $x$  ve  $y$  girdi değişkenlerince tanımlananlar koşulları,  $z$  ise çıktı değişkenlerince tanımlanan sonuçları ifade eder.

Bulanık Çıkarım Motoru Birimi: Bulanık kural tabanında giriş ve çıkış bulanık kümeleri arasında kurulmuş olan parça ilişkilerin hepsini bir arada toplayarak sistemin bir çıkışlı davranmasını temin eden işlemler topluluğunu içeren bir mekanizmadır. Bu motor her bir kuralın çıkarımlarını bir araya toplayarak tüm sistemin girdiler altında nasıl bir çıktı vereceğinin belirlenmesine yarar (Arslan ve Yılmaz, 2005).

Oluşturulan kurallar problemin çözümüne uygun olacak şekilde “ve” ile “veya” bağlaçları kullanılarak birleştirilir yani bütünleşik bir veri elde edilir. Bulanık küme işlemcileri t-norm (maksimum) ve s-norm (t-conorm - minimum) olmak üzere iki tiptedir. “ve” işleminin karşılığı t-norm, “veya” işleminin karşılığı da s-norm işlemci kullanılmaktadır. Maksimum işlemci kullanılmışsa yani önermeler “veya” bağlacı ile bağlanmışsa, önermelerin hepsinin ortak doğruluk derecesi, doğruluk derecesi maksimum olan önermenininki olarak seçilir. Eğer minimum işlemci kullanılmış yani “ve” bağlacı ile önermeler bağlanmış ise, en kötü durum bilinmek isteneceğinden doğruluk derecesi en küçük olan önermenininki ortak doğruluk derecesi olarak seçilir. Maksimum ve minimum işlemciler sırası ile (2.3) ve (2.4) formülleri ile gösterilebilmektedir.

$$\mu_{\underline{A} \cup \underline{B}}(x) = \text{maksimum}(\mu_{\underline{A}}(x), \mu_{\underline{B}}(x)) \quad (2.3)$$

$$\mu_{\underline{A} \cap \underline{B}}(x) = \text{minimum}(\mu_{\underline{A}}(x), \mu_{\underline{B}}(x)) \quad (2.4)$$

Bu bulanık kümelerin kapsama ve eşitliği doğrudan elemanların üyelik derecelerine bağlıdır.

$\forall x \in E$  için  $\mu_{\underline{A}}(x) \leq \mu_{\underline{B}}(x)$  ise  $A \subseteq B$  olurken,  $\mu_{\underline{A}}(x) = \mu_{\underline{B}}(x)$  için  $A = B$  olmaktadır. Yine herhangi bir bulanık kümenin tümleyeni de üyelik fonksiyonuna bağlı olarak  $\mu_{\underline{X}-A}(x) = 1 - \mu_{\underline{A}}(x)$  biçiminde tanımlanmaktadır (Baykal & Beyan, 2004).

**Durulaştırıcı (Defuzzification):** Bulanık işlemler sonucu elde edilen bulanık çıkarım sonuçlarını keskin sayısal çıkış değerlerine dönüştürür. Esas itibariyle bulunan çözüm alanından tek değer elde etme işlemidir (Öztemel, 2003).

**Çıktı Birimi:** Veri ve bulanık kural tabanlarının etkileşimi sonunda elde edilen çıktı değerleri topluluğudur.

Tüm bulanık işlemler bulanık kümelere dayanarak yapıldığından, bulanık kümeler kurulur ve üyelik fonksiyonları tayin edilir (Klir ve Yuan, 1995). Bu kapsamda kümeler, kullanıcının tanımladığı fonksiyonlarda kurulur ve 0-1 aralığında üyelik fonksiyonuna dönüştürülür.

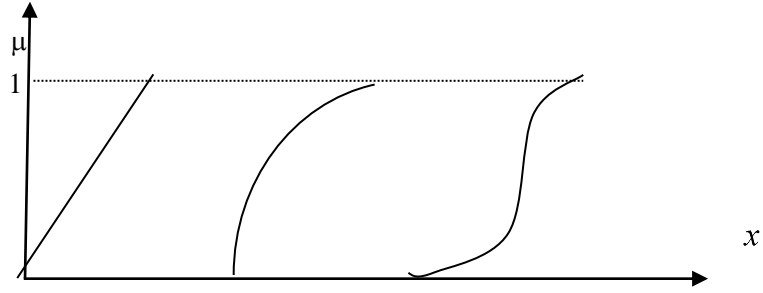
### 2.3.4 Üyelik fonksiyonları

Bulanık mantık yöntemleri, kendi öznelik değerlerine göre sınıflandırma ile ilgili belirsizliğin temsili ve işlenmesinde bir düzen sağlayabilir. Sayısal değerlerin aksine, gerçek dünyadaki varlıklar ve ölçümler sözel değerlere atanır. Örneğin, "anayoldan çok uzak" ifadesi belirsiz özelliğe sahiptir ve rakamlarla ölçülmesi çok zordur. Belirsizlik, nesnenin kümesine ne derece ait olduğunu temsil etmektedir. Böylelikle karar vermede sözel değerlerin fiziksel varlıklara atanması önemli bir problemdir.

Fiziksel varlıkları atanmış sözel değerler, bir dizi fiziksel değerlere karşılık gelir. Uzaklık  $\Rightarrow$  Mesafe  $\in [15 \text{ km.}, \infty)$  örnek olarak gösterilebilir. Fiziksel değerlerin bulanık değerlere dönüşmesi,  $f: \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$  formu dönüşüm fonksiyonlarının kullanılması sonucu oluşur. Üyelik değerleri 0 ve 1 arasında değişeceğinden, 0-1

aralığında hangi değere tekamül edeceğini belirlemek için üyelik tipleri kullanılır (Şekil 2.14).

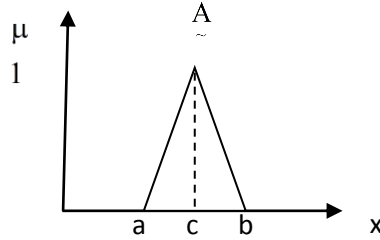
Üyelik fonksiyonunun şekli, kümenin ifade etmek istediği uygulama alanına göre değişiklik gösterir. Alt başlıklarda tanımları gösterilen tüm fonksiyonlar bulanık mantık uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.



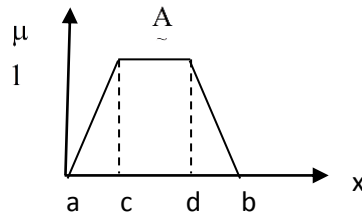
Şekil 2.14 : 0'dan 1'e üyelik değerlerinin değişimi.

### 2.3.4.1 Üçgenler ve yamuklar

Parçalı-doğrusal fonksiyonlardır. Grafikselle gösterimleri, oluşturulması ve hesaplamaları oldukça kolaydır. Şekil 2.15 üçgen ve Şekil 2.16'da yamuk grafikleri gösterilmektedir.



Şekil 2.15 : Üçgen (a).



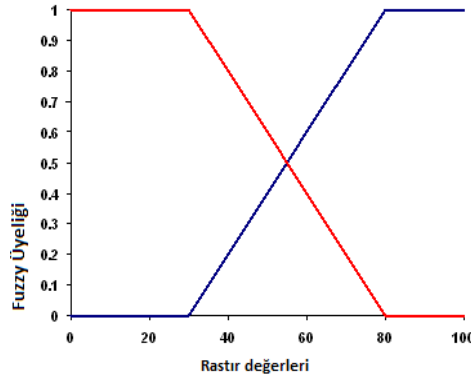
Şekil 2.16 : Yamuk (b).

Üçgen üyelik fonksiyonu, (a,0) başlangıç, (c,1) tepe ve (b,0) bitiş noktalarıyla tanımlanmaktadır. Normal bir üyelik fonksiyonunda  $\alpha=1$  'dir. İlgili fonksiyonlar (2.5) ve (2.6) da gösterilmektedir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \alpha \left( \frac{x-a}{c-a} \right), & a \leq x \leq c \\ \alpha \left( \frac{x-b}{c-b} \right), & c \leq x \leq b \\ 0 & \text{diğer noktalarda} \end{cases} \quad (2.5)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \alpha \left( \frac{x-a}{c-a} \right), & a \leq x \leq c \\ 1 & c \leq x \leq d \\ \alpha \left( \frac{x-b}{c-b} \right), & d \leq x \leq b \\ 0 & \text{diğer noktalarda} \end{cases} \quad (2.6)$$

Örnek ile açıklanacak olursa, bulanık üyelik sisteminde doğrusal (Lineer) üyelik sistemi belirlenen minimum ve maksimum değerlerde 0 ve 1 sabitlenirken min= 0, max= 1 ve ara değerlerde fonksiyon değişmektedir. 0-30 değerlerinde max=1 değerini alırken, 30 ve 80 değerleri arasında min.=0'a doğru azalan ve 80 değerinden sonra 0 üyelik değeri almaktadır (Şekil 2.17).



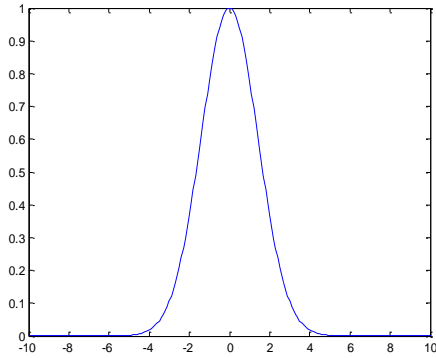
Şekil 2.17 : Bulanık mantık doğrusal (lineer) üyeliği.

### 2.3.4.2 Gauss Üyelik Fonksiyonları

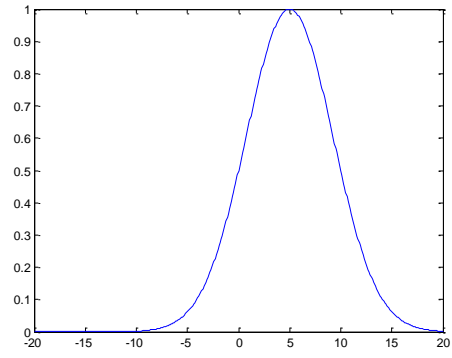
Fonksiyon (2.7) deki formül ile ifade edilebilmektedir.

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.7)$$

Formül (2.7)' de  $c$  Gauss eğrisinin merkezini,  $\sigma$  ise genişliğini ayarlayan parametrelerdir. Şekil 2.18'de  $c=0$  ve  $\sigma=1$  değerleri bize standart gauss üyelik fonksiyonu  $e^{-\frac{x^2}{2}}$ 'yi verir. Şekil 2.19'da ise  $c=5$  ve  $\sigma=3$  değerlerine göre üyelik tanımlanmıştır.

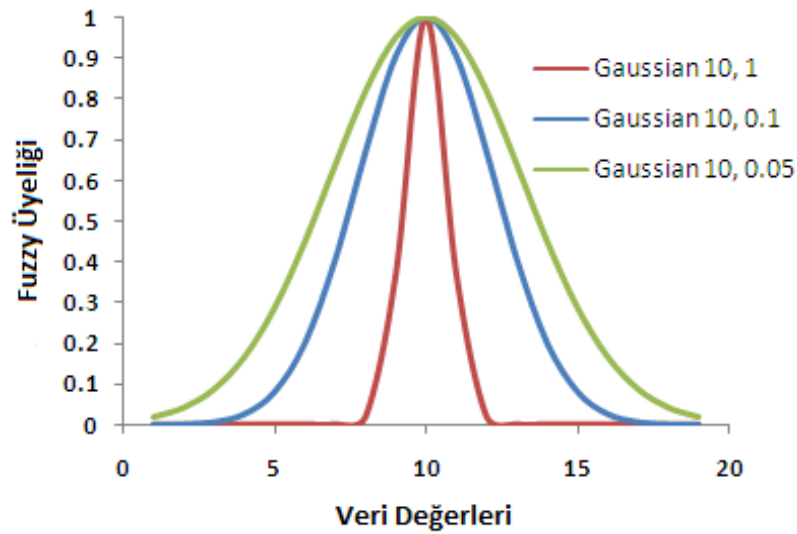


Şekil 2.18 : Standart Gauss  $e^{-\frac{x^2}{2}}$ .



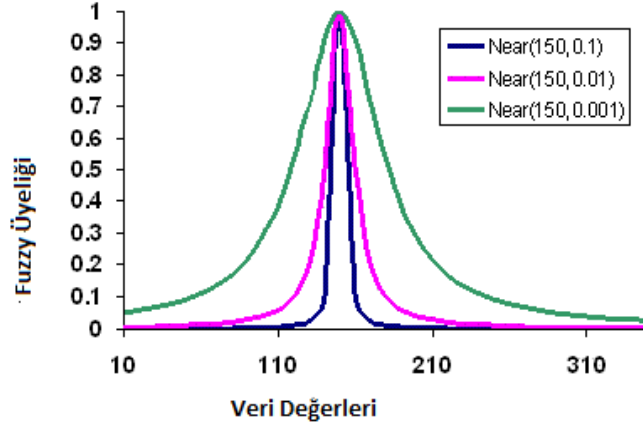
Şekil 2.19 : Gauss  $e^{-\frac{(x-5)^2}{2(3)^2}}$ .

Örneğin bulanık üyelik sisteminde (*Gaussian*) üyelik sistemi, orta değer ve yayılma miktarı verileri ile oluşturulmaktadır. *Gaussian (Mean Multiplier, Spread)* üyeliği ifade etmektedir (Şekil 2.20).



Şekil 2.20 : Bulanık mantık Gaussian üyelik fonksiyonu örneği.

Bulanık üyelik sisteminde Yakınlık (*Near*) üyelik sistemi, orta değer ve yayılma miktarı verileri ile oluşturulmaktadır. Veride özel bir değer için kullanışlıdır. *Near* (*Mean Multiplier, Spread*) ifadesi ile tanımlanmakta olup, *Gaussian*'dan farklı olarak bulanık üyelik değerlerinin hızlı bir eğimle hareket etmesidir (Şekil 2.21).



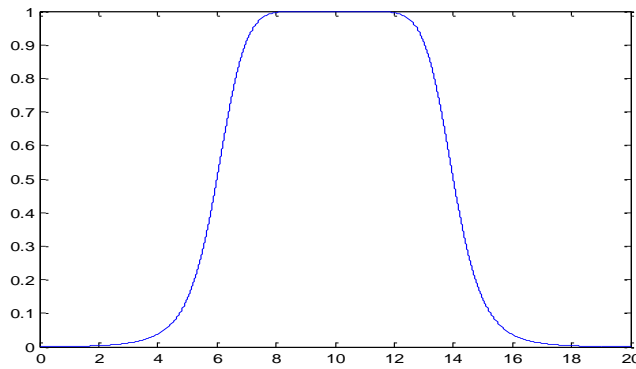
Şekil 2.21 : Bulanık mantık Near üyeliği örneği.

### 2.3.4.3 Cauchy üyelik fonksiyonu

Genelleştirilmiş çan eğrisi olarak da bilinen bu üyelik fonksiyonunun formülü (2.8)'de gösterilmektedir.

$$\mu_A(x) = \frac{1}{\left(1 + \left|\frac{x-c}{\sigma}\right|^{2n}\right)} \quad (2.8)$$

$c$  eğrinin merkezini,  $\sigma$  taban genişliğini ve  $n$  ise tavan genişliğini belirler (Şekil 2.22).



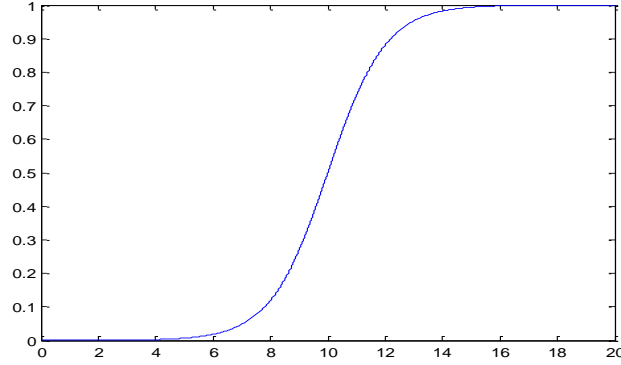
Şekil 2.22 : Çan eğrisi grafiği.



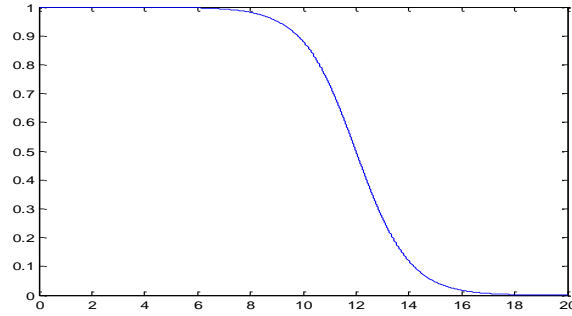
### 2.3.4.4 S ve Z şeklindeki sigmoid fonksiyonları

$\sigma$  'nın işareti; fonksiyonun artan mı (S), yoksa azalan mı (Z) olduğunu, değeri ise artma veya azalmanın şeklini ifade eder (2.9). Pozitif değerleri S tipi grafiği Şekil 2.23'de, negatifler ise Z tipi grafiği Şekil 2.24'deki eğri ile oluşturur.

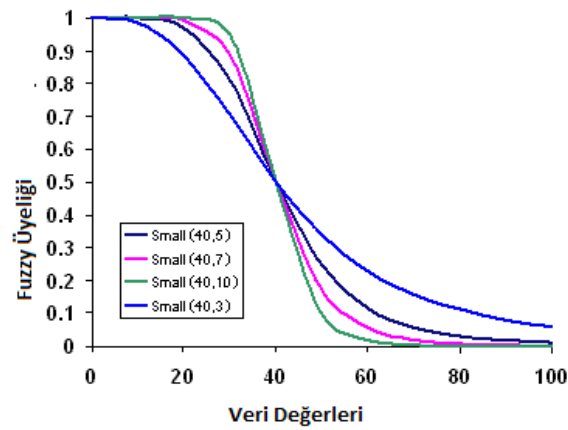
$$\mu_A(x) = \frac{1}{(1 + e^{-(x-m)\sigma})} \quad (2.9)$$



Şekil 2.23 : S tipi sigmoid fonksiyonu.



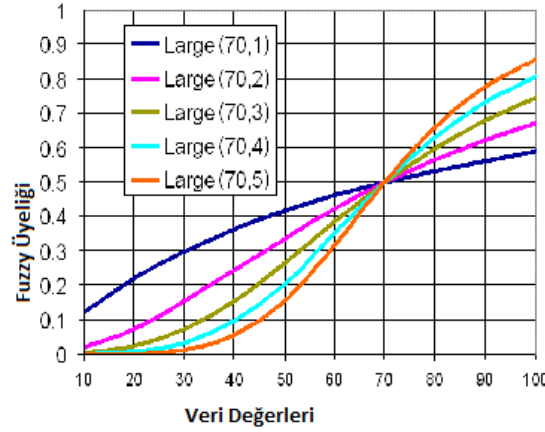
Şekil 2.24 : Z tipi sigmoid fonksiyonu.



Şekil 2.25 : Bulanık mantık Small üyeliği örneği.

Bulanık üyelik sisteminde Küçülen (*Small*) üyelik sistemi, orta değer ve yayılma miktarı verileri ile oluşturulmaktadır. Z tipi sigmoid fonksiyon tipindedir. *Small* (*Mean Multiplier, Spread*) ile tanımlanmaktadır (Şekil 2.25).

Bulanık üyelik sisteminde Büyüyen (*Large*) üyelik sistemi, orta değer ve yayılma miktarı verileri ile oluşturulmaktadır. S tipi sigmoid fonksiyon tipinde olup *Large* (*Mean Multiplier, Spread*) ile tanımlanmaktadır (Şekil 2.26).



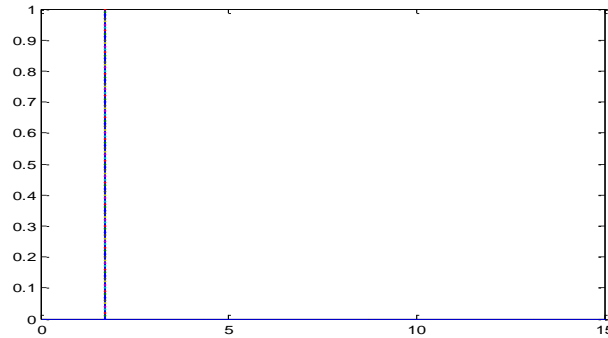
Şekil 2.26 : Bulanık mantık Large üyeliği örneği.

### 2.3.4.5 Tek darbe (tek ton, singleton) fonksiyonu

A kümesi tek bir eleman değerinden oluşur.  $x=a$  noktasında üyelik derecesi 1, diğer noktalarda 0 olan bir fonksiyondur.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x = a \\ 0 & x \neq a \end{cases}$$

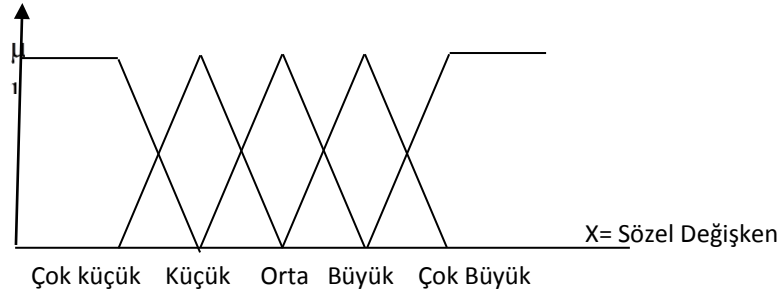
Genellikle sistemlerin çıkış üyelik fonksiyonlarını temsil etmek için kullanılır (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 : Tek darbe üyelik fonksiyonunun grafiği.

### 2.3.4.6 Birden fazla bulanık kümenin evrensel küme üzerinde gösterimi

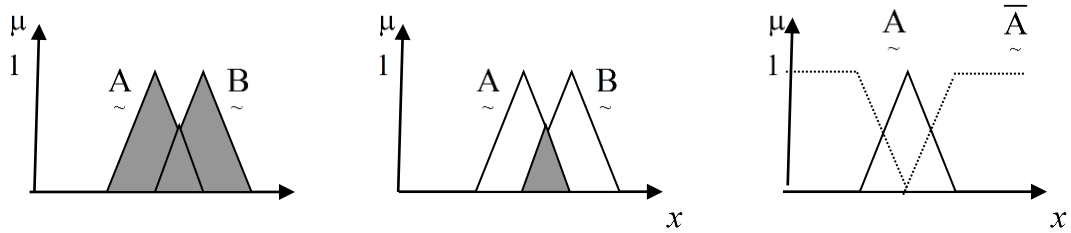
Pek çok kavram ve büyüklükleri, sözel olarak derecelendirebilir veya sınıflayabilir (Şekil 2.28).



Şekil 2.28 : Birden fazla bulanık kümenin gösterimi.

### 2.3.5 Bulanık kümelerde işlemler

X evreni üzerinde A ve B olmak üzere 2 tane bulanık küme tanımlandığında, işlemler klasik kümelerde olduğu gibidir. Küme işlemlerinin Venn şeması gösterimleri verilmiştir (Şekil 2.29).



Şekil 2.29 : Birleşim, kesişim ve tümleyen.

$$\text{Birleşme} : \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \text{maksimum}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))$$

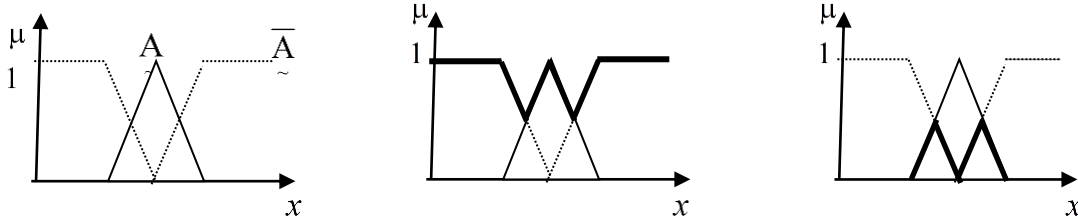
$$\text{Kesişme} : \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \text{minimum}(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))$$

$$\text{Tümleme} : \mu_{\tilde{X} - \tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$$

Tümleme işleminin bulanık kümelerde daha farklı olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle temel küme özellikleri, tümleme işlemini içeren iki özellik hariç formül (2.10) ve (2.11) bulanık kümelerle klasik kümelerde aynıdır. Bu özellikler ve grafiksel gösterimleri Şekil 2.30'da belirtilmiştir.

$$\tilde{A} \cup \overline{\tilde{A}} \neq X \quad (2.10)$$

$$A \cap \bar{A} \neq \phi \quad (2.11)$$



**Şekil 2.30 :** A ve Tümleneni, A'nın X'e ve A'nın boş kümeye eşitsizliği.

Genellikle gösterilen grafiklerde küme işlemleri aynı evrensel küme üzerinde gösterilmiştir, örneğin X'in bulanık kümeleri arası işlemler şeklindedir. Kümelerin kendi aralarında olduğu gibi farklı kümelerle de özellikleri vardır (Şekil 2.30). Aşağıda gösterilen diğer küme işlemleri ortak olup, hem klasik ve hem de bulanık küme işlemlerine uygulanabilir.

De Morgan Kuralı  $\overline{(A \cap B)} = \bar{A} \cap \bar{B}$  ve  $\overline{(A \cup B)} = \bar{A} \cap \bar{B}$

Birleşme Özelliği  $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$  ve  $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$

Değişme Özelliği  $A \cap B = B \cap A$ ,  $A \cup B = B \cup A$

Dağılma Özelliği  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$

## 2.3.6 Bulanık Modellemeler

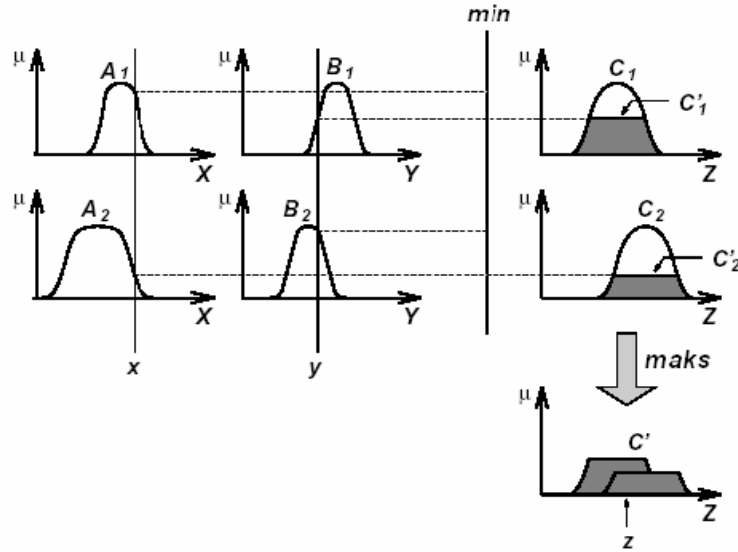
### 2.3.6.1 Mamdani tipi bulanık modellemenin esasları

Mamdani tipi bulanık model kolay oluşturulur ve insan davranışlarına uygundur. Bu nedenle yaygın bir kullanıma sahiptir ve diğer bulanık mantık modellerin temelini oluşturur. İlk defa, bir buhar motorunun insan tecrübelerinden elde edilen sözel kurallar yardımıyla kontrolü amacıyla kullanılmıştır (Mamdani ve Assilian, 1975). Bu modelde, hem girdi değişkenleri hem de çıktı değişkeni kapalı formdaki üyelik fonksiyonları ile ifade edilir.

Şekil 2.31'de x ve y gibi sayısal iki değişkeni içeren iki kurallı bir Mamdani tipi bulanık modelde, z çıkış değerinin bulanık küme fonksiyonlarından nasıl hesaplandığı gösterilmektedir (Akyılmaz, 2005).

Kural 1: Eğer  $x = A_1$  VE  $y = B_1$  İse  $z = C_1$

Kural 2: Eğer  $x = A_2$  VE  $y = B_2$  İse  $z = C_2$



**Şekil 2.31** : Bulanık VE ve VEYA işlemleri için sırasıyla minimizasyon ve maksimizasyon operatörlerini kullanan Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi (Akyılmaz, 2005).

### 2.3.6.2 Takagi – Sugeno bulanık modellemenin esasları

Takagi – Sugeno bulanık mantık ya da Sugeno bulanık mantık ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Mamdani bulanık mantık yönteminin bir uyarlamasıdır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri Mamdani bulanık modelleme ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. Sugeno tipi bulanık modellemede çıktı üyelik fonksiyonları sadece lineer ya da sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman sıfırıncı derece, birinci derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno bulanık model olarak adlandırılırlar. Böylece Sugeno tipi bulanık model, Mamdani tipi bulanık modelden daha karmaşık ve gösterim açısından daha elverişlidir. Bu nedenle Sugeno tipi bulanık model uyarlanabilir tekniklerle birlikte kullanılabilir. Birinci (sıfırıncı) derece Sugeno bulanık model aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$\text{Eğer } x = A \text{ ve } y = B, \text{ İse } z = f(x,y) = px+qy+r (c) . \quad (2.12)$$

Denklem (2.12)'de  $A$  ve  $B$ ,  $x$  ve  $y$  üyelik fonksiyonları için tanımlanmış öncül kısımdaki bulanık kümeler,  $p$ ,  $q$  ve  $r$  ise soncul bir parametredir. Böylece her bir

kural için bir çıktı değeri elde edilir. Bulanık küme mantıksal işlemleri (ve, veya) basit toplama ve çarpmadır. (Arslan ve Yılmaz, 2005)

### 3. UYGULAMA

#### 3.1 Uygulama Alanı Seçimi

İstanbul ili Sarıyer ilçesi pilot uygulama alanı olarak seçilmiştir. İlçenin geniş alanı, marjinal alanların dışında, kentsel ve kırsal farklılıklara sahip olduğundan tez çalışması için uygun bir çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Uygulama çalışma alanı.

#### 3.2 Kriterlerin Belirlenmesi ve Veri Setlerinin Üretilmesi

Kriterlerin belirlenmesinde, nominal taşınmaz değerlendirme yöntemlerini temel alan literatür kullanılmıştır. Nominal değerlendirme yöntemi piksel tabanlı bir hesaplama yöntemidir. Yapılan çalışmalarda, nominal değerlendirme faktörlerinin neler olduğu ve

bu faktörlerin ağırlık oranları yayınlanmıştır. Çizelge 3.1’de örnek alınan ağırlık oranları ve nominal değerlendirme faktörleri görülmektedir;

**Çizelge 3.1 :** Arsa Arazi Düzenlemesi’nde taşınmaz değerine etki eden faktörler ve ağırlıkları (Yomralıoğlu, 1993; Nişancı, 2005).

Kod	Değerleme Faktörü	Önce	Sonra	Ağırlık %
1	Kamu Hizmetlerinin Mevcut Oluşu	*	*	88
2	Ruhsatlı Kat Adedi		*	82
3	Manzara	*	*	85
4	Caddeye Çıkış	*	*	79
5	İmar Adası İçerisindeki Konum		*	81
6	Parsel Kullanım Alanı		*	81
7	Çevre	*	*	82
8	Cephe		*	75
9	Parsel Şekli	*	*	70
10	Şehir Merkezine Olan Uzaklık	*	*	69
11	Kullanılabilir Alan	*	*	69
12	Şehrin Zararlı Bölgelerine Olan	*	*	69
13	Eğitim Merkezlerine Olan Uzaklık		*	64
14	Karayoluna Olan Mesafe	*	*	60
15	Toprağın Cinsi	*	*	59
16	Alış-Veriş Merkezine Olan Mesafe		*	61
17	Gürültü	*	*	66
18	Sağlık Servislerine Olan Mesafe	*	*	61
19	Yeşil Alanlara Olan Mesafe		*	58
20	Topoğrafya	*	*	61
21	İbadet Merkezine Olan Mesafe	*	*	44
22	Mevcut Kaynaklar	*	*	56
23	Çocuk Bahçesine Olan Mesafe		*	51
24	Oto Park Sahasına Olan Mesafe		*	51
25	Deniz Yoluna Olan Mesafe	*	*	33
26	Demiryoluna Olan Mesafe	*	*	37
27	İtfaiye’ye Olan Mesafe	*	*	38
28	Karakola Olan Mesafe		*	39



Sesli ve Çakır (2013) tarafından yapılan çalışmada, birçok kriterle ilgili varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi sonucunda en önemli değişkenler belirlenmiştir. Makalede bu testler sonucu elde edilen 15 kriterin %95 güvenilirlikle tespit edildiği açıklanmıştır. Çizelge 3.2’de önem arz eden kriterler gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2 :** Tamhane T2 testi sonucunda elde edilen en önemli değişkenler (Sesli ve Çakır, 2013).

FAKTÖR NO	DEĞERE ETKİ EDEN FAKTÖR	AĞIRLIĞI (AO)
1	İzin verilen kat adedi	82,2000
2	Parselin imar planı sonrasındaki durumu (tamamının konut dışına denk gelmesi)	77,7400
3	Parsel kullanım alanı	76,9000
4	Gözde semt ya da mahallede bulunup bulunmaması	75,2000
5	Mevcut cazibe merkezine yakınlık	72,7600
6	İmar adası içerisindeki konum	72,2000
7	Çevre	71,1000
8	Kamu hizmetlerinin mevcut oluşu	69,8000
9	Yaşanılan yerin sosyo-kültürel yapısı	68,7400
10	Kullanılabilir alan	68,1000
11	Şehir merkezine olan uzaklık	67,8600
12	Parselin imar planı sonrasındaki durumu (kısmen konut dışına denk gelmesi)	67,1200
13	Caddeye çıkış	66,5000
14	Manzara	63,2400
15	Cephe	62,6000

Bu çalışmalar irdelenerek taşınmaz değerine etki eden faktörler belirlenmiştir. Bu çalışmalara ek olarak İstanbul ilinin mevcut durumu analiz edilerek yeni kriterler de eklenmiştir. Örneğin, toplu taşıma faktörlerini dikkate alan bulanık mantık ile nominal değerlendirme uygulaması yapılmıştır. Ayrıca sosyo-ekonomik faktörler kapsamında belirlenen gelişmişlik, eğitim ve gelir düzeyinin taşınmaz değerlemesinde dikkate alınması gerektiği öngörülmüştür. Ancak veri yetersizliğinden dolayı çalışmaya eklenmemiştir. Bu çalışmada elde edilebilen ve yeterli kalitede olduğu belirlenen veriler dikkate alınarak, bulanık mantık

kullanımına örnek teşkil edebilecek kriterlere yönelik CBS uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Uygulamada kullanılan faktörler; kamu hizmetlerinin mevcut oluşu, planlama, kullanım düzeyi ve toplu taşıma gruplarında belirlenen 14 faktörde tanımlanmıştır. Detaylandırılacak olursa;

#### Kamu Hizmetlerinin Mevcut Oluşu

1-Kamu Merkezlerine olan Mesafe: Nominal değerlendirme yöntemi faktörlerinden ağırlıkça ilk sırada yer almaktadır. Literatür çalışmaları ile %88 ağırlığa sahip olduğu tespit edilen faktör, kamu binalarının bulunmasının taşınmaz değerlendirme için önemini ifade etmektedir.

2- Eğitim Merkezlerine Olan Mesafe: Eğitim merkezleri %64'lük bir ağırlığa sahip olup, yakınlık değeri artıran kriter olarak belirlenmiştir.

3- Sağlık Servislerine Olan Mesafe: Özellikle sağlık servislerinin hayati önem taşıdığı dikkate alındığında, literatür çalışması incelendiğinde yakınlığı %61 ağırlıkla önemli olduğu belirlenmiştir.

4-İbadet Merkezlerine Olan Mesafe: Diğer faktörlere göre daha düşük bir ağırlığı vardır ve %41 oranındadır.

5- Kültürel Alanlara Olan Mesafe: Tiyatro, sinema ve kütüphane gibi kültür merkezlerinin kamu hizmeti olduğu dikkate alındığında, yakın olması taşınmaz değerini artırmaktadır.

#### Planlama

6- Ruhsatlı Kat Adedi: Binalarda ruhsatlı kat adedi miktarı binanın bağlı olduğu parselin değerini artırmaktadır. Bu durumda kat izni fazla olan bina, parsellerinin değerini artırmaktadır.

7- Caddeye Çıkış: Taşınmazın caddeye çıkışı olması veya yakın olması, taşınmazı ulaşım olan yakınlığını ifade ettiğinden dolayı değerini doğrudan artıran faktörlerdendir.

8- Plan: İmar planında yer alan maksimum TAKS oranına göre parsellerin değeri değişmektedir. TAKS, taban alanı katsayısı anlamında ve arsadaki inşaatın taban

oturum alanının arsaya oranı olarak ifade edilmektedir. Bir parselin planda maksimum TAKS oranı ne kadar yüksekse değeri de o kadar yüksek olacaktır.

### Kullanım Düzeyi

9- Manzara: Çalışma alanı FSM köprüsüne yakın bir sınırdaki olduğu için, köprü ve deniz manzarası görebilen yerlerin tespit edilmesi ve ne kadar çok manzaralı yer görüyorsa o oranda değer belirlenmesi gerekmektedir.

10-Eğim: Uygun yapılaşma sınır değerleri arasında kalan alanlar için puanlama yapılmaktadır. Eğim değeri yükseldikçe taşınmaz değer azalmakta, düştükçe taşınmaz değeri artmaktadır.

11-Bakı: Türkiye Kuzey kutbunda orta kuşakta yer aldığı için güneş her zaman güneyden gelmektedir. Bu durumda güneye cephesi olan binaların güneş ısısından daha çok yararlanması, taşınmaz değerlerini yükseltmektedir.

### Toplu Taşıma

12- Otobüs Durağına Olan Mesafe: Otobüs durağına kısa erişim mesafesi pratikte taşınmaz için önemli bir unsurdur.

13- Deniz Yoluna Olan Mesafe: Deniz yoluna yakınlık nominal değerlemede gayrimenkul değerini %33 etkilemekte olduğu için dikkate alınmıştır.

14- Demiryoluna (metroya) Olan Mesafe: Metroya yakınlık pratikte insanların taşınmaz alırken ilk baktıkları faktörlerden birisidir. Ancak demiryolu olarak nominal değerlemede ağırlık %37'dir.

Belirlenen bu kriterlerin herbiri için ayrı veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanına yönelik yapı, mahalle ve yol gibi coğrafi veri setleri araştırma amaçlı üretilen mevcut coğrafi veritabanlarından elde edilmiştir. Otobüs durak, metro istasyon ve deniz yolu iskele gibi bilgiler web tabanlı servislerden incelenerek sayısallaştırılmıştır. Kamu hizmet binaları, eğitim binaları (okullar), sağlık hizmeti binaları (hastaneler), kültürel binalar ve ibadet binalarını (camiler) temsil eden veriler de ücretsiz hizmet veren web tabanlı servisler incelenerek tespit edilmiş ve sayısallaştırılarak ilgi noktaları oluşturulmuştur (Şekil 3.2).

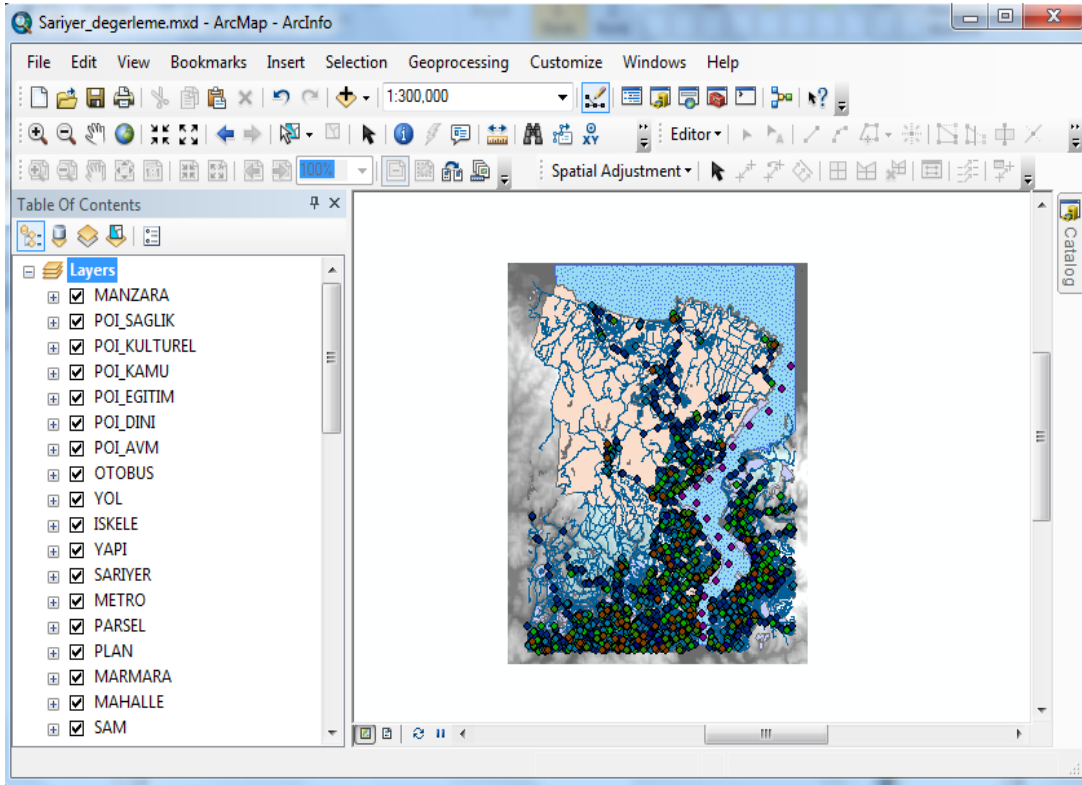
Ana meridyeni Greenwich olan, datumu D\_ITRF\_1996 olan projeksiyonu Transverse\_Mercator olan, mesafe birimi metre ve açı birimiyse derece olan veri setleri kullanılmıştır. Kullanılan verilerin meta verileri Çizelge 3.3' de gösterilmiştir.

### 3.3 Analiz Araçlarının Geliştirilmesi ve Bulanık Mantık Üyeliği

Belirlenen kriterler için üretilen yapı, yol, SYM, manzara, kamu, sağlık, eğitim, dini yer, kültürel yer, alışveriş merkezleri, vb. veri setlerinden taşınmaz değerlendirme faktörlerine göre konumsal analiz yöntemlerini kullanarak hücresel veri setleri üretilmiştir. Faktörler için belirlenen özelliklere göre, veri setlerinde *Large*, *Small*, *Near* vb. bulanık mantık üyeliği tanımlanmıştır. Bu şekilde hücresel verilerde her bir piksel 0 ile 1 arasında değişen farklı piksel değerleri almaktadır.

Bulanık mantık üyelikleri tanımlanırken Ulaşım indeksi (*Transportation index*) rakamları dikkate alınarak mesafelere göre üyelik belirlenmiştir (Yigitcanlar vd., 2007). Örneğin otobüs duraklarına 400 metre, metrolara 800 metreye kadar mesafe indekste yüksek yakınlık olarak yer almaktadır. Bu mesafeler arttıkça orta yakınlıkta ve uzakta olacak şekilde kriterler üyeliğe alınmaktadır.

Şekil 3.2’de kullanılan örnek veri setleri altlıkları görülmektedir. Aşağıdaki kısımlarda her bir kriter için yapılan analiz işlemleri, bulanık mantık üyeliği fonksiyonu türü ve bulanık mantık fonksiyonu ile nominal değer kriteri arasındaki bağıntılar açıklanmıştır.



Şekil 3.2 : Veri katmanları.

### 3.3.1 Kamu hizmetlerine yakınlık

#### 3.3.1.1 Kamu binalarının dağılımı ve bulanık mantık üyeliği

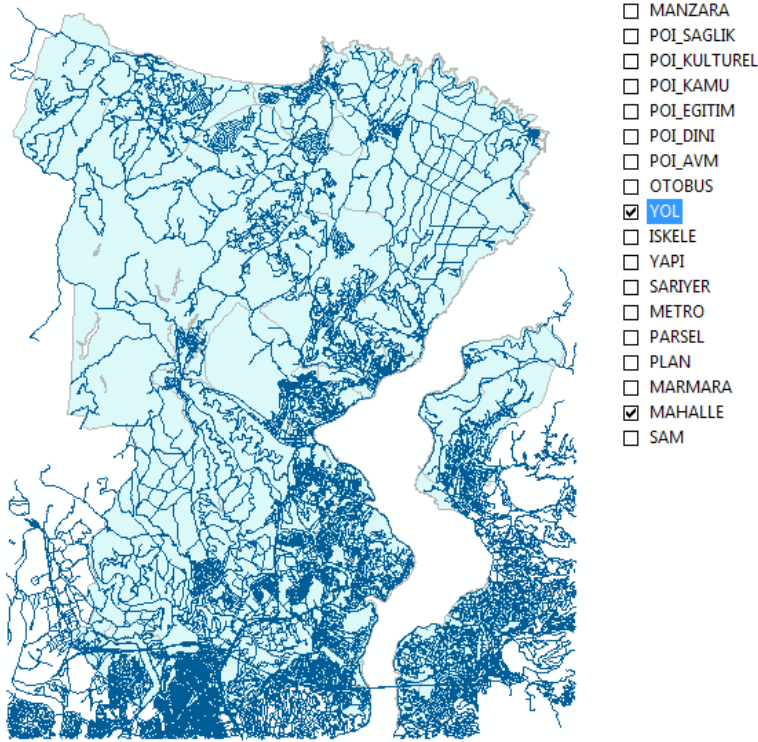
Kamu tesislerinin nokta olarak gösterildiği ve tesisin birçok bilgisini içinde barındıran ilgi noktaları verisi mevcuttur. Kamu binaları ilgi noktalarından öklid mesafesi analizi sonucu, seçili binalardan uzaklaştıkça artan mesafe miktarını gösteren yüzey oluşturulmuştur. Böylece hücresel bazlı her bir noktanın kamu binalarından uzaklığı kuş uçuşu hesaplanmıştır. Şekil 3.4’de analiz sonucu üretilen kamu binalarına uzaklık hücresel veri seti görülmektedir.

**Çizelge 3.3** : Uygulama verilerinin meta verileri.

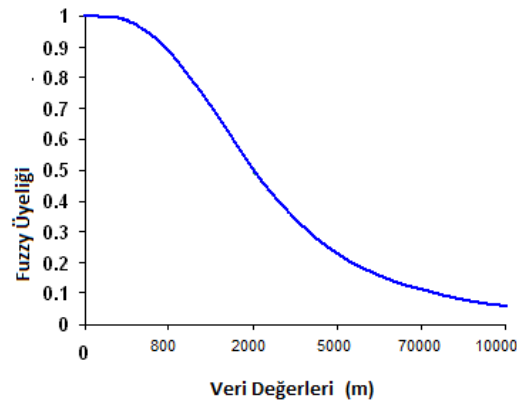
Veri Seti Adı	Veri Tipi	Geometri Tipi
Yapı	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon
Yol	<i>Shapefile Feature Class</i>	Hat
Sayısal Arazi Modeli	Hücresel/Raster	32 bit
Sağlık Tesisi	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Eğitim Tesisi	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Dini Tesis	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Kamu Tesisi	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Kültürel Tesis	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Otobüs Durakları	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Metro Durakları	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon
İskele	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon
Manzara noktaları	<i>Shapefile Feature Class</i>	Nokta
Plan	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon
Parsel	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon
Mahalle - Köy	<i>Shapefile Feature Class</i>	Poligon

Elde edilen yüzey haritasında her bir piksel [0,10000] metre arası değer almaktadır. Bu değerler en yakın kamu binasına uzaklığı ifade etmektedir. Bu yüzey bulanık mantık üyelik fonksiyonlarından *Small* fonksiyonuna dahil edilmiştir. Kamu

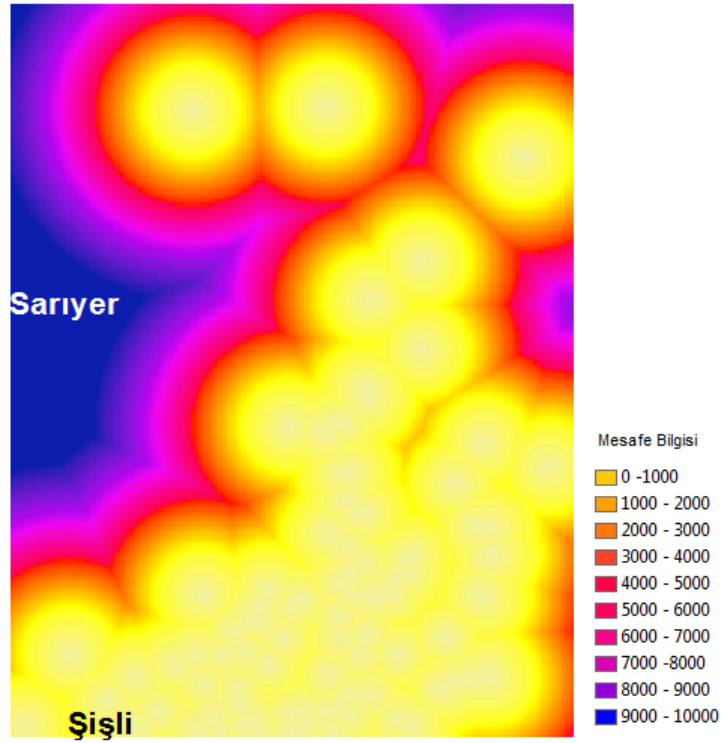
tesislerine erişim için ideal mesafe 800 m olarak kabul edildiğinde, bulanık mantık üyelik fonksiyonu 800 mesafeye kadar artan eğim ile azalırken, 800m'den sonra azalan eğim ile azalmaya devam etmektedir. *Small* (800,7) fonksiyon grafiği Şekil 3.5'de gösterilmektedir. Dönüm noktası 800 olarak seçilmiş ve her bir üyelik değeri değişiminin veri değerindeki değişimine karşılık gelen yayılma miktarı 7 olarak belirlenmiştir. Üyelik sonucu oluşan *Small* yüzeyi Şekil 3.6'daki gibidir.



Şekil 3.3 : Veri altlıkları.



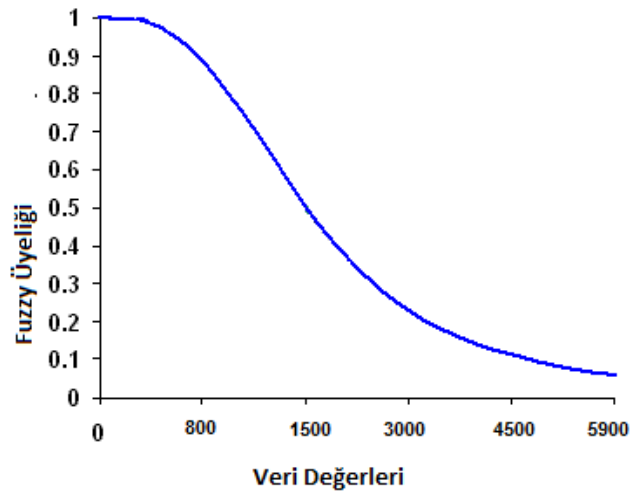
Şekil 3.5 : Kamu binaları Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.



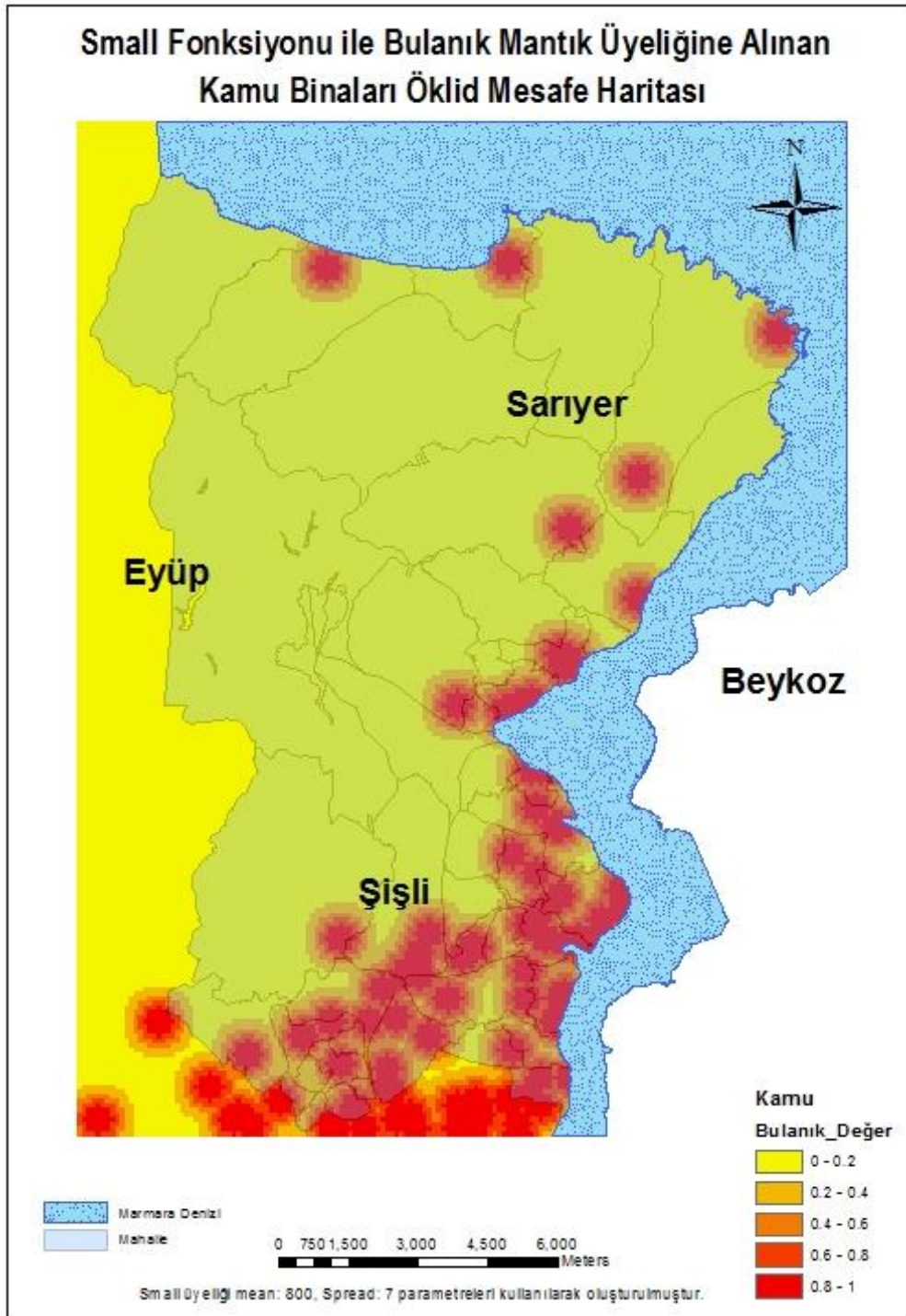
Şekil 3.4 : Kamu binaları Öklid mesafe değer haritası.

### 3.3.1.2 Eğitim tesislerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Sarıyer ilçesi eğitim merkezleri ilgi noktalarına yakınlık, öklid mesafesi analizi ile hesaplanmıştır. Kamu tesislerine yakınlık uygulamasındaki gibi eğitim merkezlerinden uzaklaştıkça artan mesafe analizi sonucu hücresel veri seti üretilmiştir. Bu sonuçlar çalışma alanı baz alınarak sınırlandırılmış ve bulanık mantık üyeliğine alınmıştır. Kamu binaları üyeliğindeki gibi Şekil 3.7'deki *Small* (800,7) üyeliği kullanılmıştır. Üyelik sonucu Şekil 3.8' deki harita üretilmiştir.



Şekil 3.7 : Eğitim tesisleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.



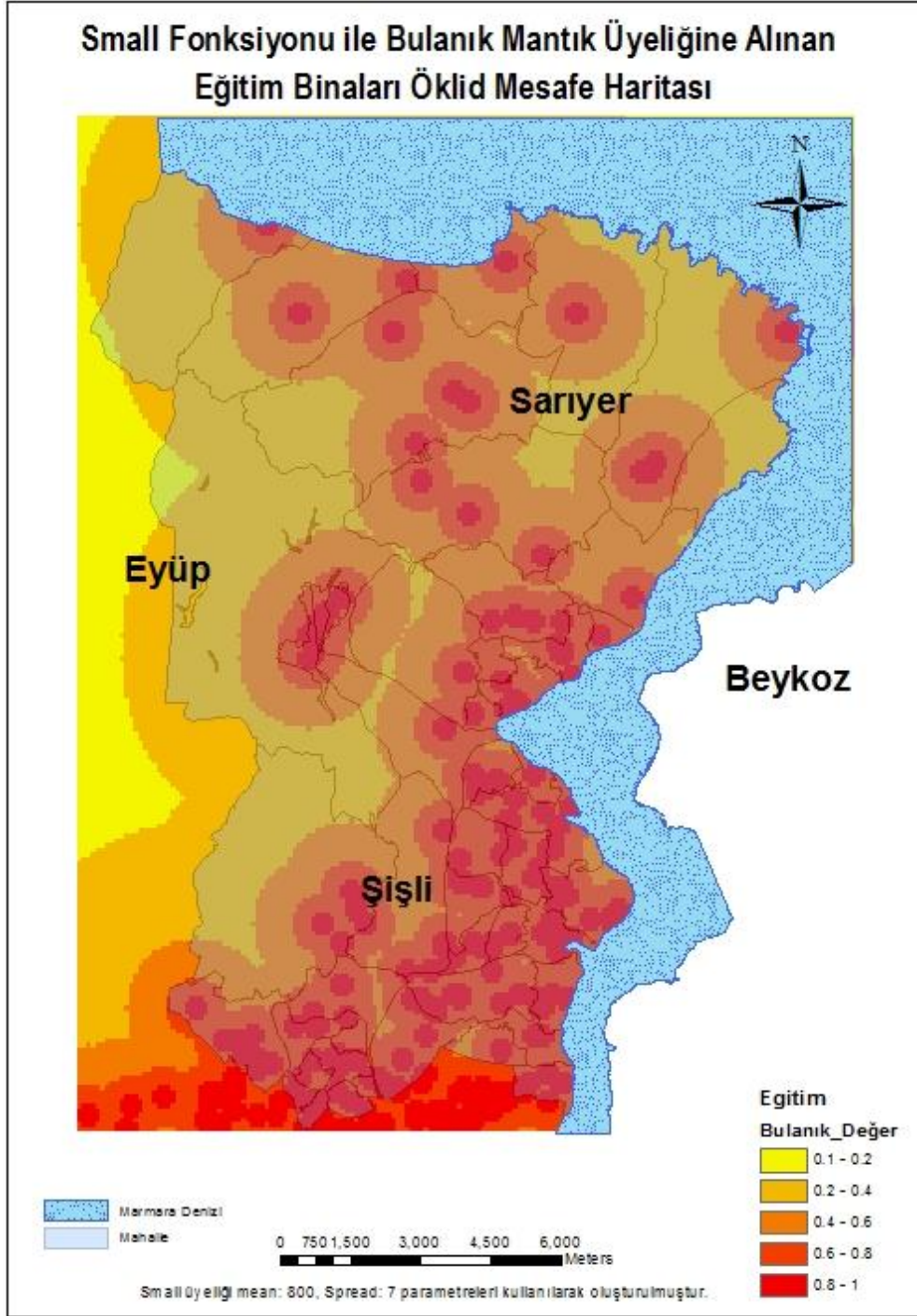
**Şekil 3.6 :** Kamu binalarına uzaklık bulanık mantık Small (800,7) üyelik haritası.

### 3.3.1.3 Sağlık merkezlerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyelik

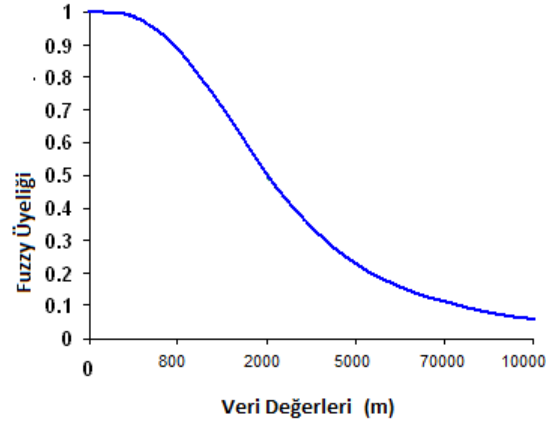
Eğitim merkezlerine yakınlık analizi gibi sağlık merkezlerine olan mesafe analizi de öklid mesafe analizi ile yapılmıştır. İlgili analiz bulanık mantık *Small* üyelik tipine alınarak değerlendirilmiştir. *Small* üyelik tipinde eğitim birimlerine olan mesafe hesabında alınan parametreler, bu üyelik tipinde de kullanılmıştır. Yani ara değer



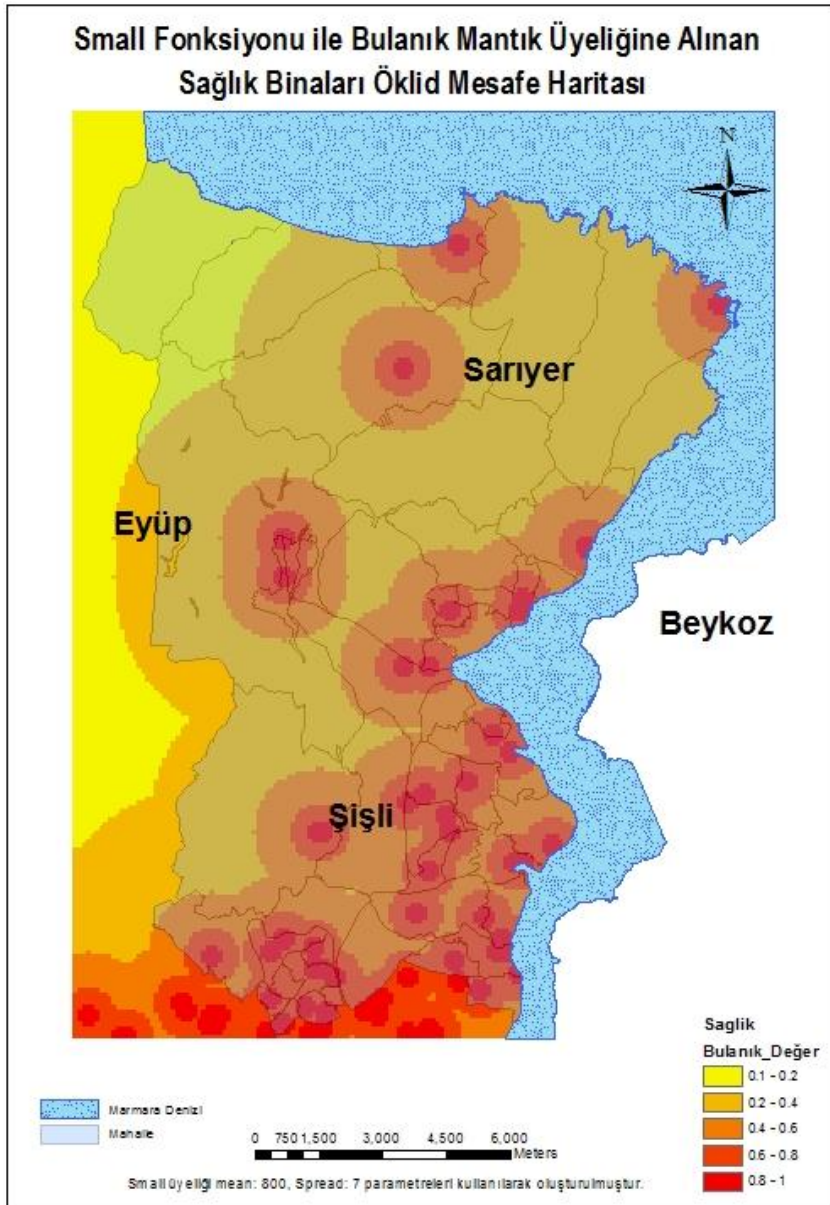
800m ve yayılma miktarı da 7 olarak belirlenmiştir. Grafik ve üyelik tipine alındıktan sonra oluşan yüzey haritası aşağıda gösterilmektedir. Bu sonuçlar tez sınırı baz alınarak sınırlandırılmış ve bulanık mantık üyeliğine alınmıştır. Kamu binaları üyeliğindeki gibi Şekil 3.9'daki *Small* (800,7) üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Üyelik sonucu üretilen harita Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



**Şekil 3.8 :** Eğitim merkezlerine uzaklık bulanık mantık small (800,7) üyeliği haritası.



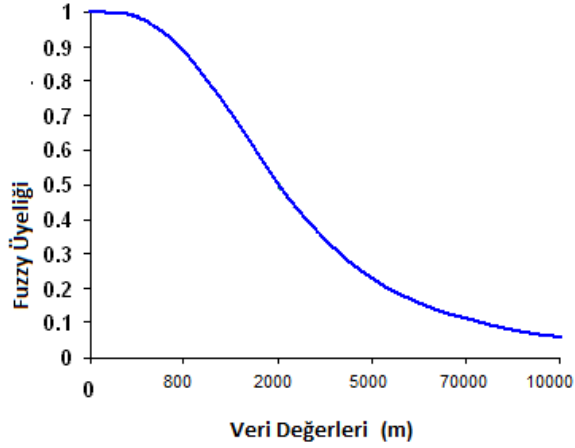
Şekil 3.9 : Sağlık merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.



Şekil 3.10 :Sağlık merkezleri mesafeleri small (800,7) bulanık mantık üyelik haritası.

### 3.3.1.4 İbadet merkezlerine yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

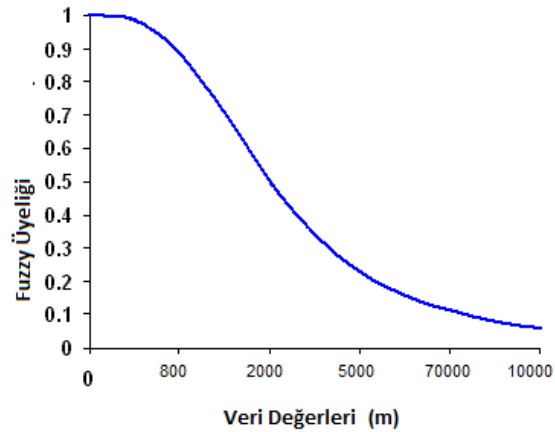
İbadet merkezlerine olan mesafede diğer örneklerdeki gibi öklid mesafe analizi ile kullanılmıştır. Üyelik parametreleri diğer mesafe analizinde ki gibi ara değeri 800 ve yayılmada 7 olacak şekilde tanımlanmıştır. Kamu binaları üyeliğindeki gibi Şekil 3.11’de gösterilen *Small* (800,7) üyeliği kullanılmıştır. Üyelik sonucu Şekil 3.12’ de harita şeklinde gösterilmektedir.



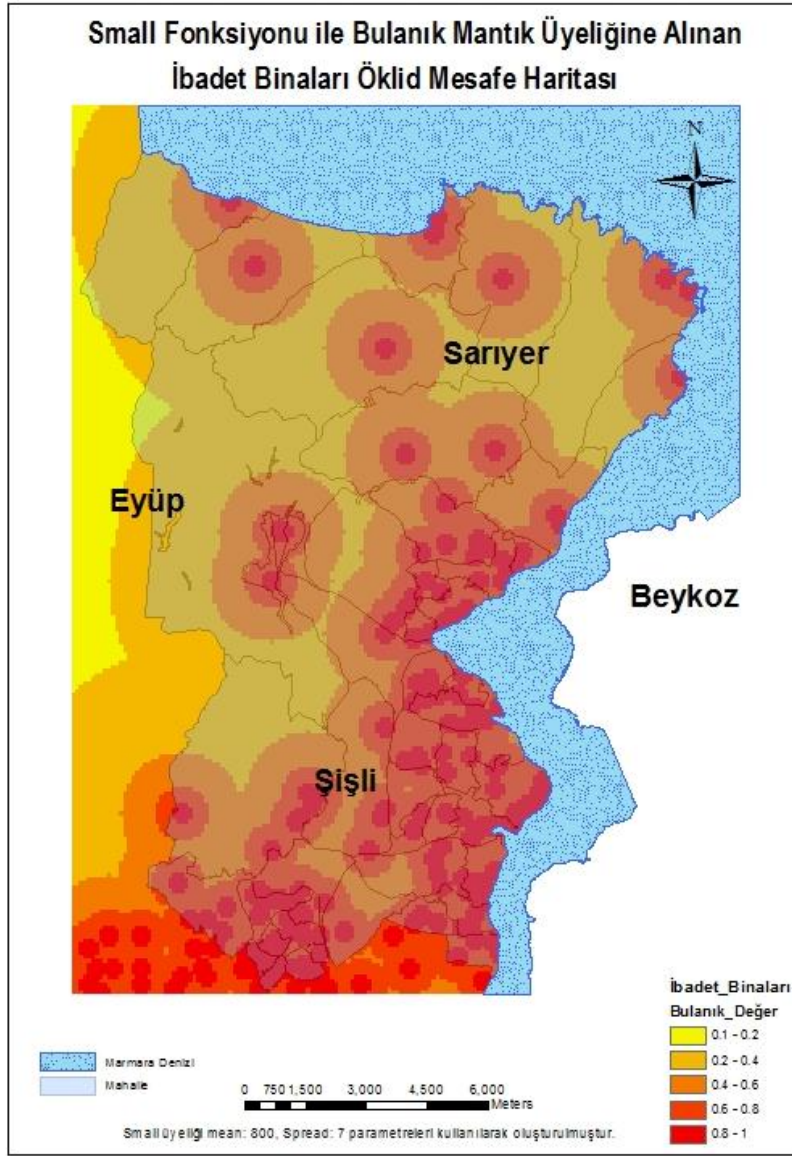
Şekil 3.11 : İbadet merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.

### 3.3.1.5 Kültürel merkezlere yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Kamu hizmetine yakınlık başlığı altında toplanan bütün kamu tesisleri gibi kültürel tesislere olan mesafe analizi de öklid mesafe analizi ile yapılmıştır. Kültürel merkezlere olan mesafe, sinema, tiyatro ve kültür merkezleri gibi alanların olduğu ilgi noktaları kullanılarak hesaplanmıştır. Kamu binaları üyeliğindeki gibi Şekil 3.13’deki *Small* (800,7) üyeliği kullanılmıştır. Üyelik sonucu Şekil 3.14’de harita şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 3.13 : Kültür merkezleri Fuzzy Small (800,7) üyelik grafiği.



**Şekil 3.12 :** İbadet merkezleri mesafeleri small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası.

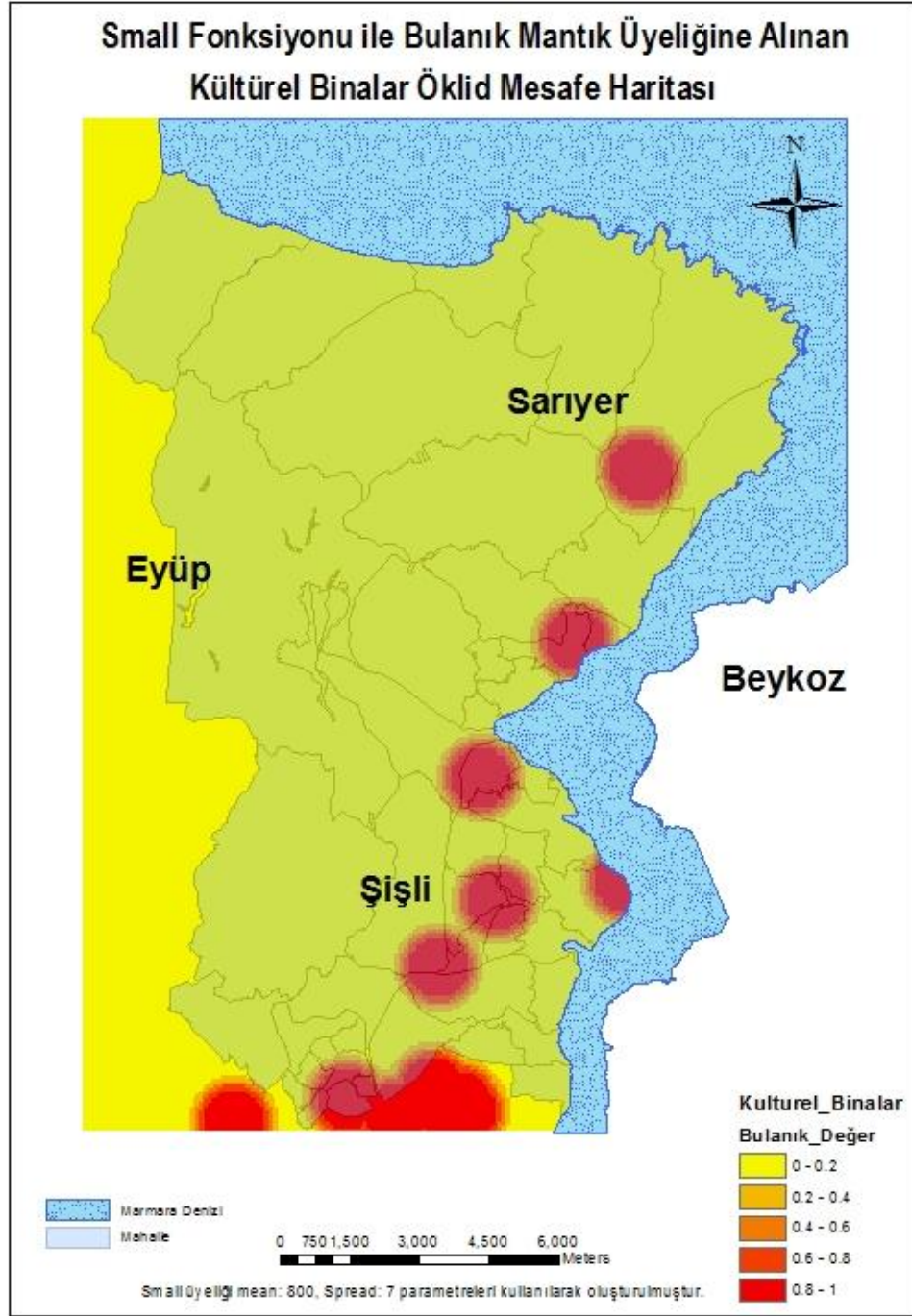
### 3.3.2 Planlama

#### 3.3.2.1 Ruhsattaki kat adedi ve bulanık mantık üyeliği

İlçe sınırlarında binaların kat adedi bilgisi temel alınarak tanımlama yapılmıştır. Kat adedi fazla olan binaların değeri fazla olarak belirlenmiştir. İlgili binanın parseline verilen kat izni bilinmektedir. Bu durumda o parselin kat izni imar durumunda ne kadar fazlaysa o parselin edinilmiş hakkı dolayısıyla değeri de o kadar fazla olacaktır. Bu işlem için öncelikle bina verisi çokgenden nokta veri tipine dönüştürülmüştür. İşlem sonucu bina ile aynı öznelik verilerine sahip noktalar üretilmiştir. Bu işlemden sonra nokta verilerinden kat adedine göre bir yüzey

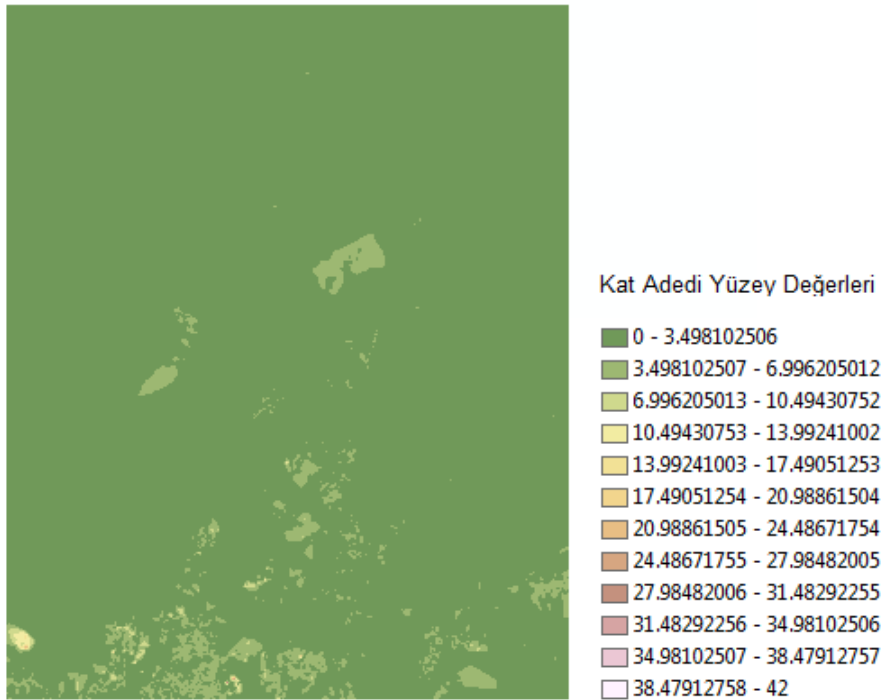


oluşturmak gerekmektedir. Yüzey işlemleri analiz aracı kapsamındaki interpolasyon yöntemlerinden IDW interpolasyonu kullanılmıştır. IDW interpolasyonu, ağırlıklı ters mesafe bir dizi nokta kümesini doğrusal ağırlıklı olarak kullanarak belirsiz hücre değerlerini hesaplayan bir interpolasyon yöntemidir. Bu yöntemle nokta verisinden yüzey verisi oluşturulur. Veri madenciliği konusunda da etkin kullanılan bir yöntemdir.

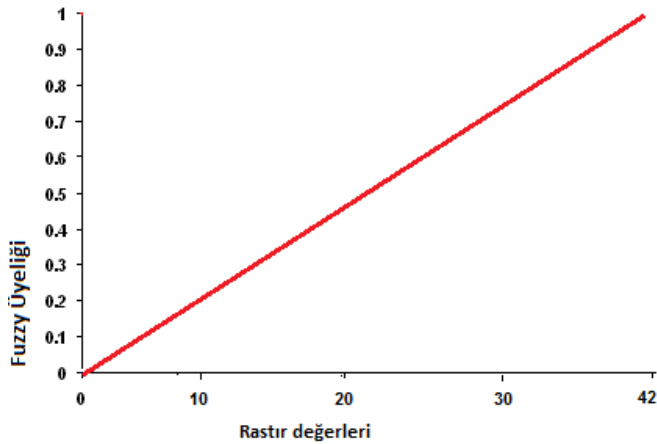


**Şekil 3.14 :** Kültürel merkez mesafeleri small (800,7) bulanık mantık üyeliği haritası.

Enterpolasyon sonucu elde edilen yüzey kat adedine göre oluşturulmuş bir değer yüzeyidir (Şekil 3.15). İmarlarda belirtilen parselin kat adedi izni arttıkça bina değeri de doğrusal olarak arttığı için bulanık mantık üyelik fonksiyonlarından *Linear* üyelik fonksiyonu kullanılmaktadır. Herhangi bir sabit değeri olmayacağından min.=0 ve max.=42 ( mevcut verilerde bulunan en fazla kat adedi) seçilerek, bulanık mantık üyeliğinde 0 değeri tek katlı binaları ifade ederken 1 değeri 42 katlı binaları ifade etmektedir. Şekil 3.16’ da kullanılan *Linear* üyelik fonksiyonu gösterilmiştir.

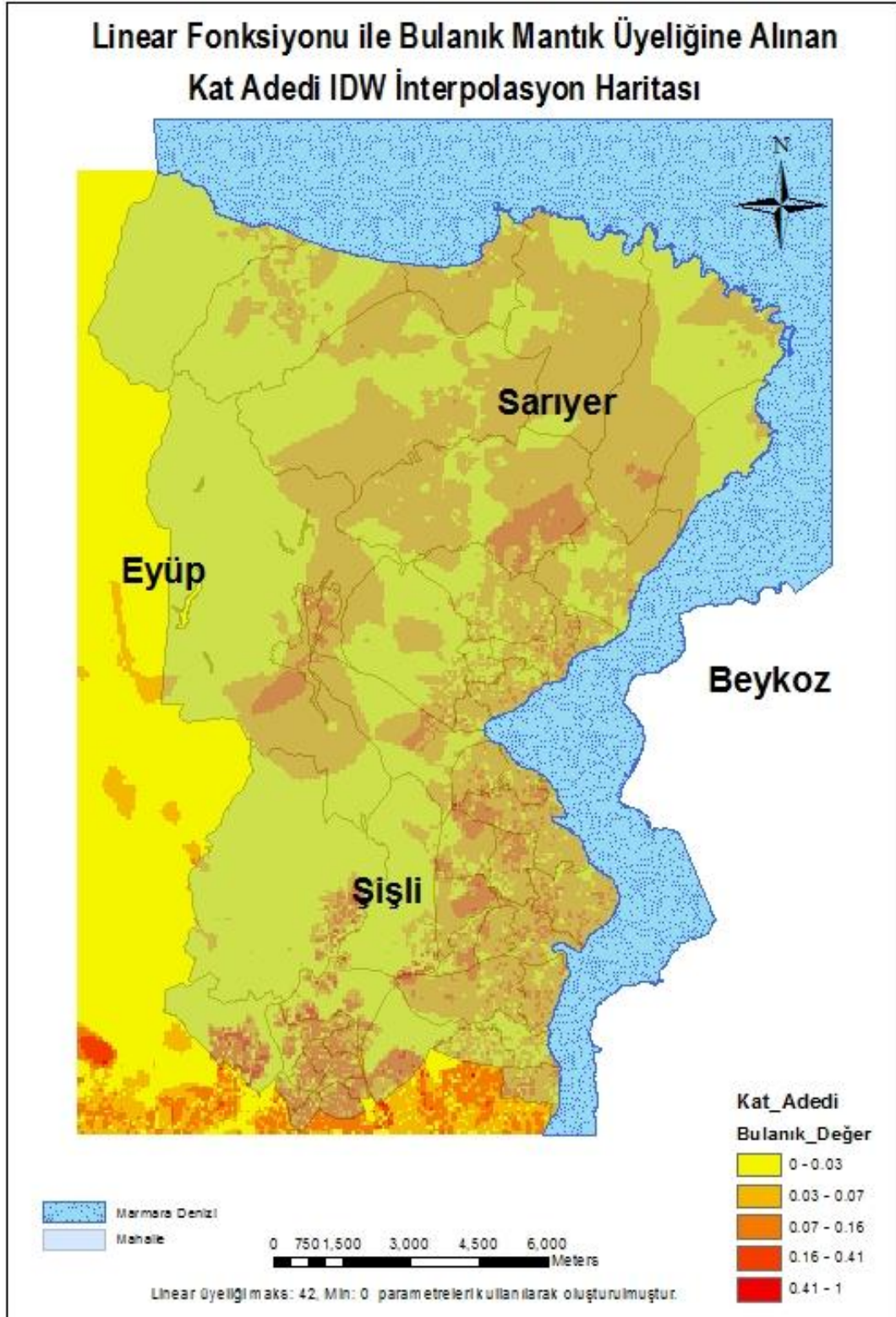


Şekil 3.15 : Kat adedine göre IDW interpolasyon yüzeyi.



Şekil 3.16 : Ruhsattaki kat adedi Fuzzy Linear (0,42) üyelik grafiği.

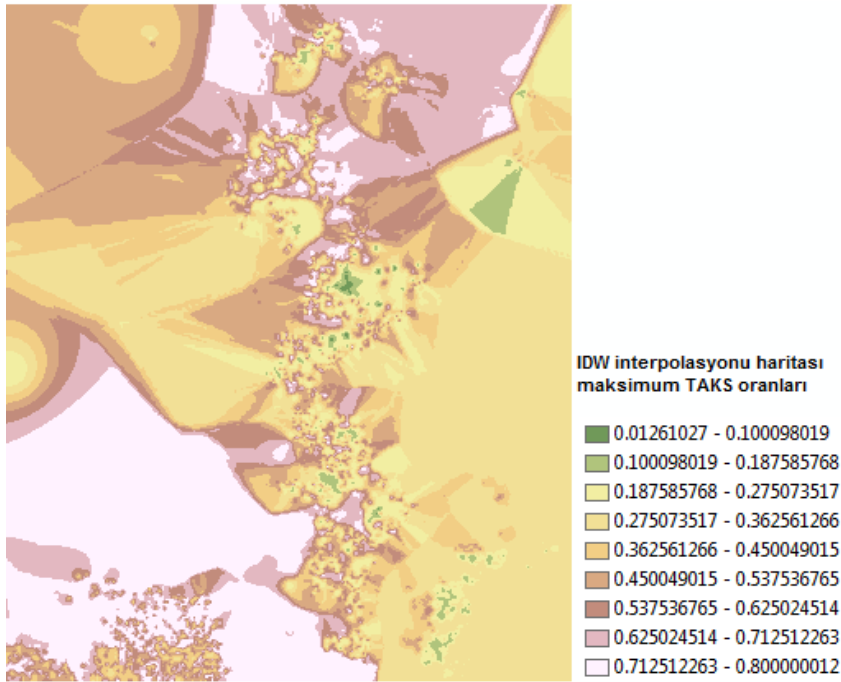
Doğrusal üyelik fonksiyonu grafiği kat sayısına bağlı olarak artmaktadır. İlgili fonksiyonun [0,1] üyelik yüzeyi Şekil 3.17’de gösterilmektedir.



Şekil 3.17 : Bina kat adedi linear (0, 42) bulanık mantık üyeliği haritası.

### 3.3.2.2 Planda kullanım türü tespiti ve bulanık mantık üyeliği

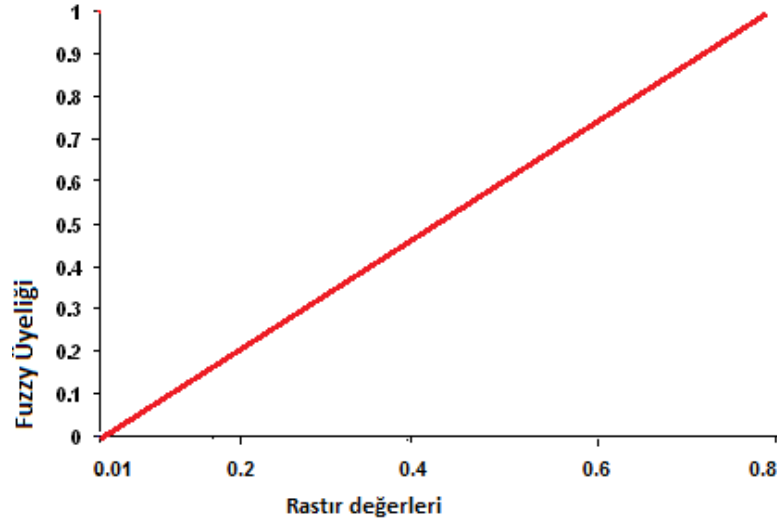
Planda var olan bilgiler ile parselin kullanım türü bilinmektedir. Bu kullanım türleri kendi aralarında puanlandırılarak her bölge için belirli değerler elde edilmektedir. Bu değerler plan katmanında belirlenen maksimum TAKS miktarına göre tanımlanmıştır. TAKS'ın anlamını net algılayabilmek için, öncelikle İmar Durum Belgesi'nin ne olduğunu bilmek gerekiyor. İmar durum belgesi, sahip olunan parselde nasıl bir bina yapılacağını gösteren bir belgedir. Yani parselde konut mu, AVM mi, ofis mi yapılabileceğini içeren bilgilerle, söz konusu KAKS ve TAKS gibi parselin durumunu gösteren tüm bilgiler İmar Durum Belgesi'nde mevcuttur. TAKS, taban alanı katsayısı anlamına gelmektedir yani arsadaki inşaatın taban oturum alanının arsaya oranı anlamına geliyor. Bir hesaplamayla örneklendirirsek; Taban alanı / arsa alanı formülünü baz alarak 3000 metre karelik söz konusu arsaya  $3000 * 0,30$  (TAKS) =  $950 \text{ m}^2$  taban oturumlu yapı yapılabilir anlamına gelmektedir. İlgili Sarıyer bölgesi imar planında yer alan TAKS oranları baz alınarak planda kullanım değer haritası IDW interpolasyon yöntemiyle üretilmiştir. Detaylı olarak açıklamak gerekirse, planda yer alan parsellere izin verilen maksimum taban alanı katsayıları, interpolasyon yöntemiyle analiz edilerek değer yüzeyi Şekil 3.18'deki gibi belirlenmiştir.



Şekil 3.18 : Parsel TAKS oranına göre IDW interpolasyon yüzey haritası.



İlgili yüzeye *Linear* bulanık mantık üyeliği uygulanmıştır. Linear üyelik parametreleri minimum değer olarak TAKS oranı 0.01, maksimum değer olarak TAKS oranı 0.8 olarak kullanılmıştır. Maksimum TAKS oranı arttıkça doğru orantılı olarak parsel değeri de lineer artacaktır. Linear üyelik grafiği Şekil 3.19'da gösterilmektedir. Bulanık mantık üyeliğine alınan maksimum TAKS oranı IDW interpolasyon değer haritası Şekil 3.20'de gösterilmiştir.



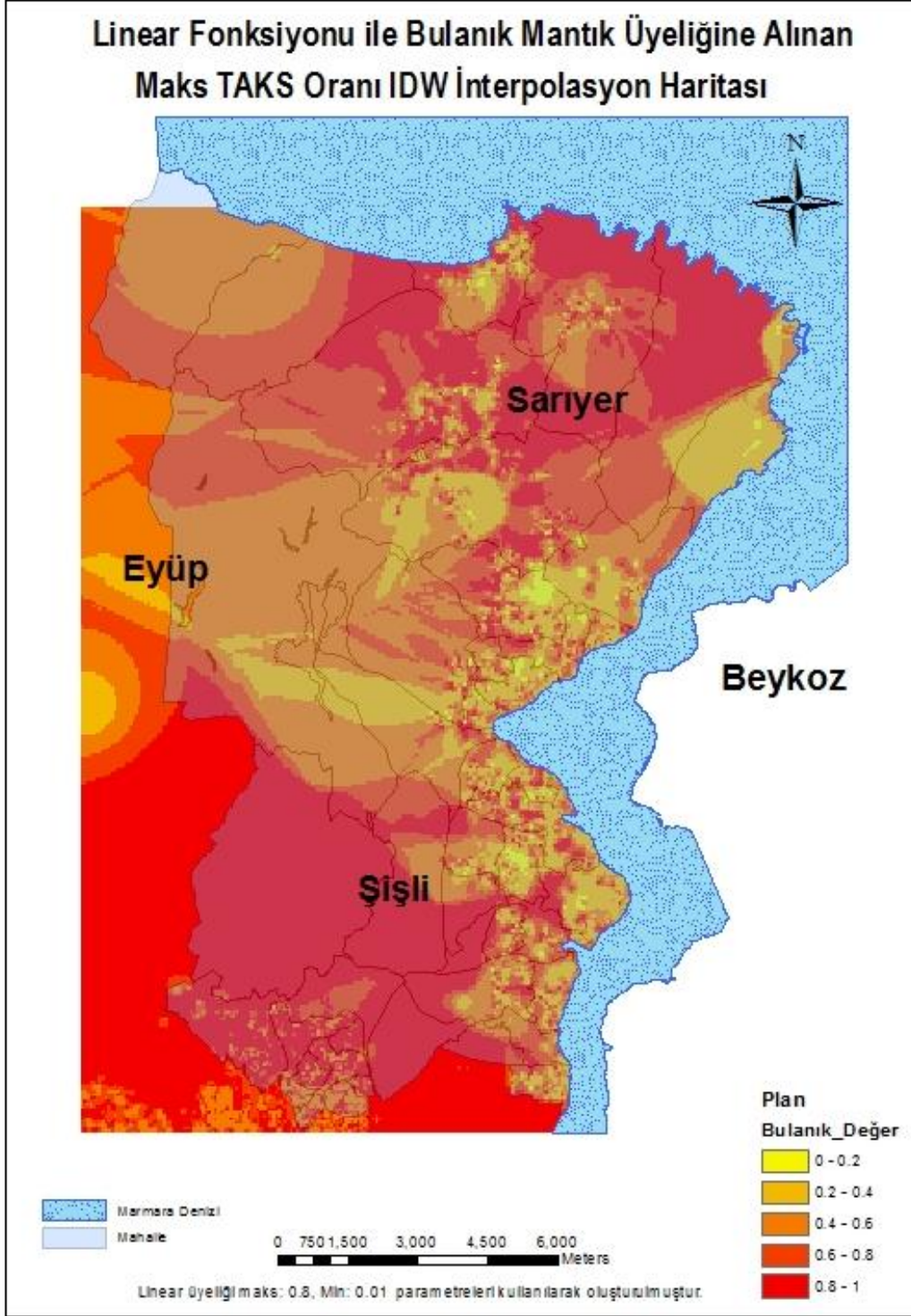
Şekil 3.19 : Kullanım türü Fuzzy Linear (0.01, 0.8) üyelik grafiği.

### 3.3.2.3 Yola yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Yola yakınlık tespit edilirken, binaların caddeye çıkma mesafeleri düşünülmektedir. Araba yoluna çıkış, taşınmazı kullanan için rahatlık ve kullanım kolaylığı sağladığı için taşınmazın değerini yükseltmektedir.

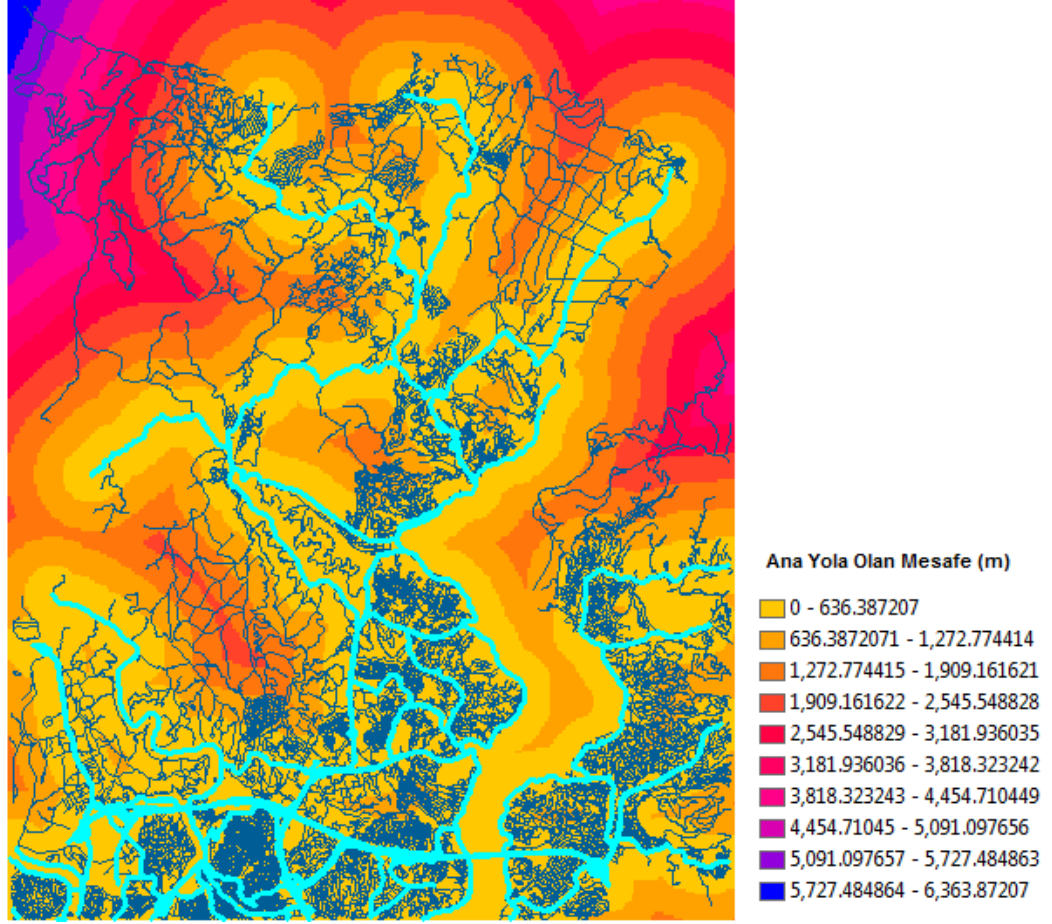
Caddeye çıkış mesafesi tespit edilirken, parsel bazlı düşünülerek bir yüzey oluşturmak gerekmektedir. Bu yüzey öklid mesafe analizi ile üretilmiştir.

Caddeye çıkış için yapılan öklid mesafe analizinde çizgi tipinde alınan yol verisinden yararlanılmaktadır. Yola yakınlık analizi için ana yollar seçilmiştir. Yol verisinin özniteliklerinde yol tipi bilgilerine ulaşılabilmektedir. Ulaşılan yol bilgilerinden 1 ve 3 tipindeki yolların anayol olduğu tespit edilmiş ve öznitelik ile seçme sayfasında yollar seçilmiştir. Öklid mesafe analizi uygulanmıştır. Analiz sonucu ana yola olan mesafe miktarlarını gösteren harita Şekil 3.21'de üretilmiştir.



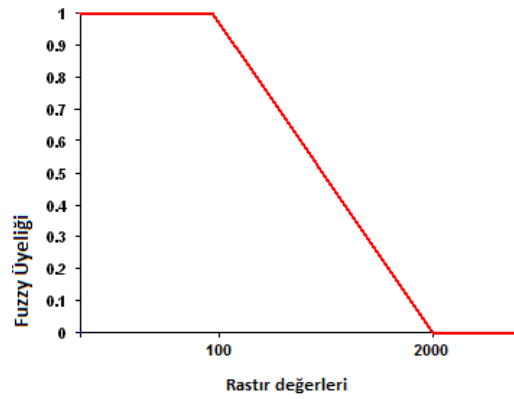
**Şekil 3.20 :** Maksimum TAKS oranı linear (0.01, 0.8) bulanık mantık üyelik haritası.

Üretilen öklid mesafe yüzeyi kullanılarak bulanık mantık *Lineer* üyelik fonksiyonu üretilmiştir. Doğrusal üyelik fonksiyonu 100 metreye kadar olan mesafeleri 1 olarak hesaplamakta ve ondan sonraki değerler için doğrusal olarak azalmaktadır. 2000 metreye kadar azalan fonksiyon, belirlenen değerde ve ondan sonraki değerlerde 0 değerini alır.

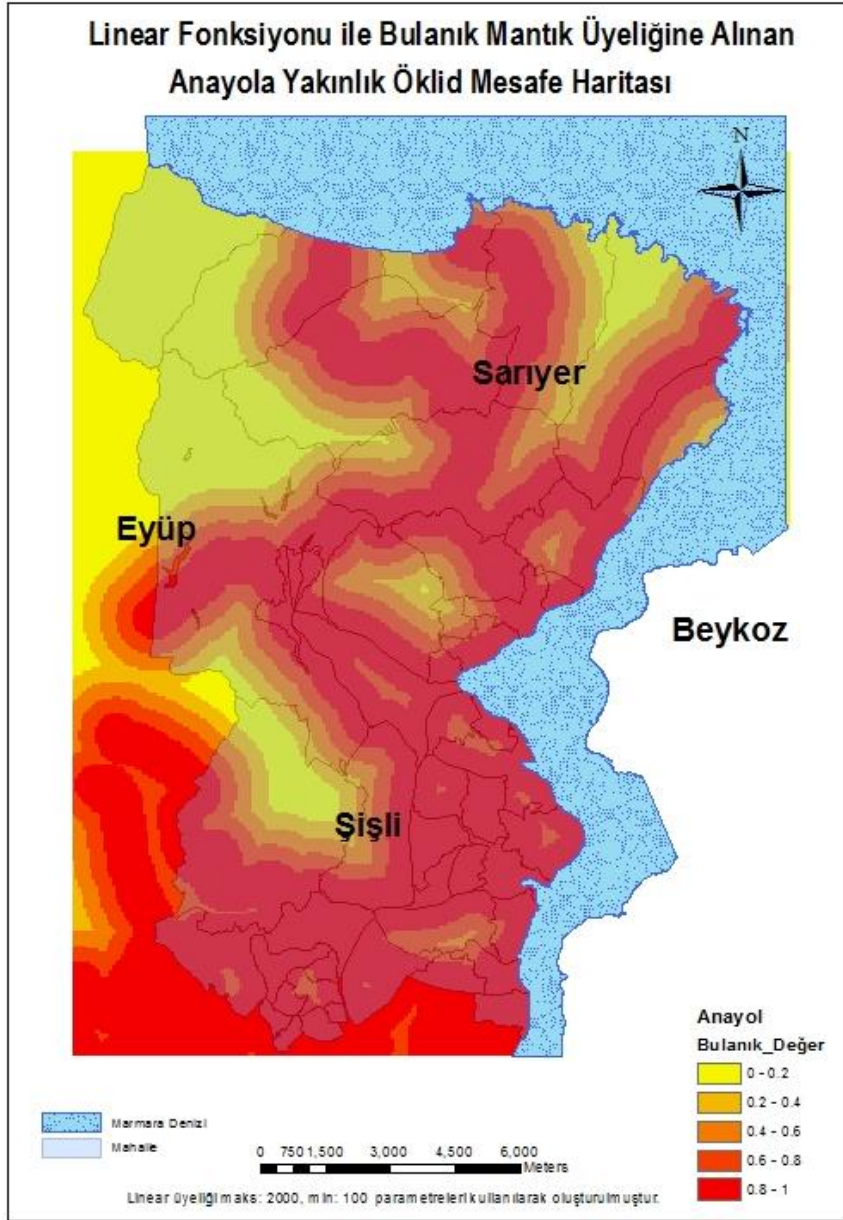


Şekil 3.21 : Ana yola yakınlık öklid mesafe değeri haritası.

Taşınmazın ana yola çıkışı 100 metreye kadarsa o taşınmaz caddeye yakın bir taşınmaz sınıfına girdiği düşünülmüştür. 2000 metre ve daha uzak caddeye çıkışlar içinse caddeye uzak kaldığı düşünülmüştür. Ana yola yakınlık *Linear* (100, 2000) üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 3.22’de gösterilmektedir. Linear fonksiyonu ile bulanık mantık üyeliğine alınan anayola yakınlık öklid mesafe haritası Şekil 3.23’de gösterilmektedir.



Şekil 3.22 : Ana yola yakınlık Fuzzy Linear (100, 2000) üyelik grafiği.



**Şekil 3.23 :** Ana yola yakınlık Linear (100, 2000) bulanık mantık üyelik haritası.

### 3.3.3 Kullanım düzeyi

#### 3.3.3.1 Manzara tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Sarıyer bölgesi İstanbul'da konum olarak en çok manzaraya sahip ilçelerinden biridir. İlçenin bazı bölümlerinden FSM köprüsü ve Boğaziçi köprüsü görülebilmektedir. Konum itibarıyla deniz hattı boyunca uzanmaktadır. Bu sebepten dolayı manzaralı parsellere sahiptir. Uygulamada mahallenin hangi bölgelerinin ne kadar manzaraya sahip olduğu hesaplanmıştır. Şekil 3.24'de görüldüğü gibi deniz boyunca noktalar eklenmiştir.



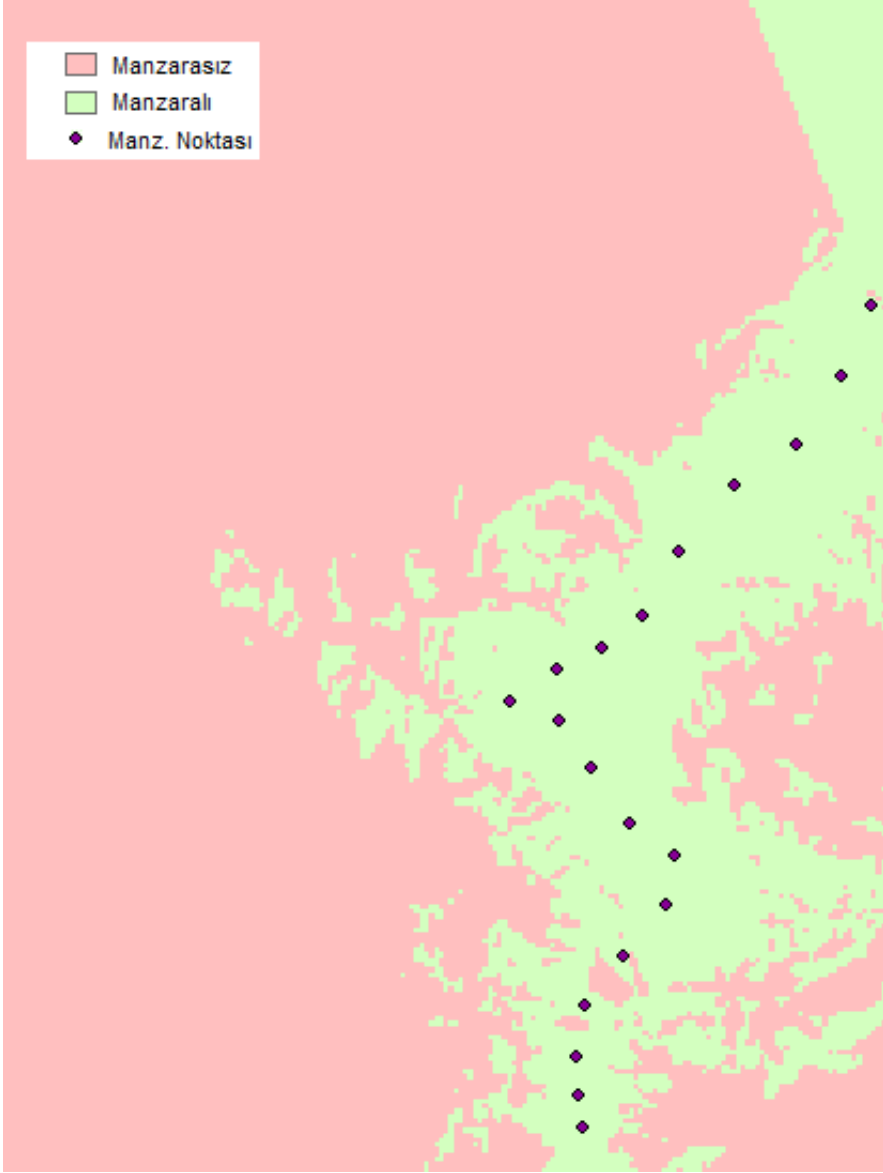
Bu noktalar manzaralı yerler olarak düşünölmektedir. Herhangi bir nokta, denizi ve boğaz köprüsünü manzara olarak ne kadar çok görüyorsa o kadar değerli kabul edilmiştir.



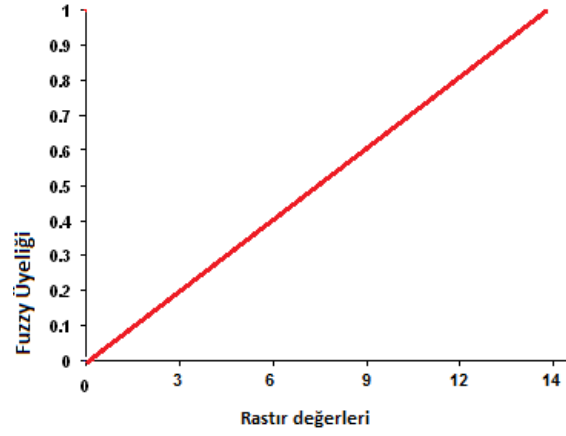
**Şekil 3.24 :** Uygulama alanından görölebilen manzara noktaları.

Oluşturulan manzara noktaları, 3 boyut analiz aracı altında bulunan, görünürlük (*Viewshed*) analizi ile tespit edilmektedir. Bu sayede hangi yüzey için bu manzara noktalarının görölüp görölmeyeceğı hesaplandı. Hesaplama yüzeyi yükseklik verilerini içeren bir SYM verisi olmalıdır. SYM altlık olarak kullanılarak belirlenen manzara noktaları için görünürlük analizi yapılmıştır. Analiz sonucu görülen ve görölmeyen yerler bir yüzey olarak üretilmiştir. Her noktanın kaç manzara noktası gördüğüne göre piksel değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3.25).

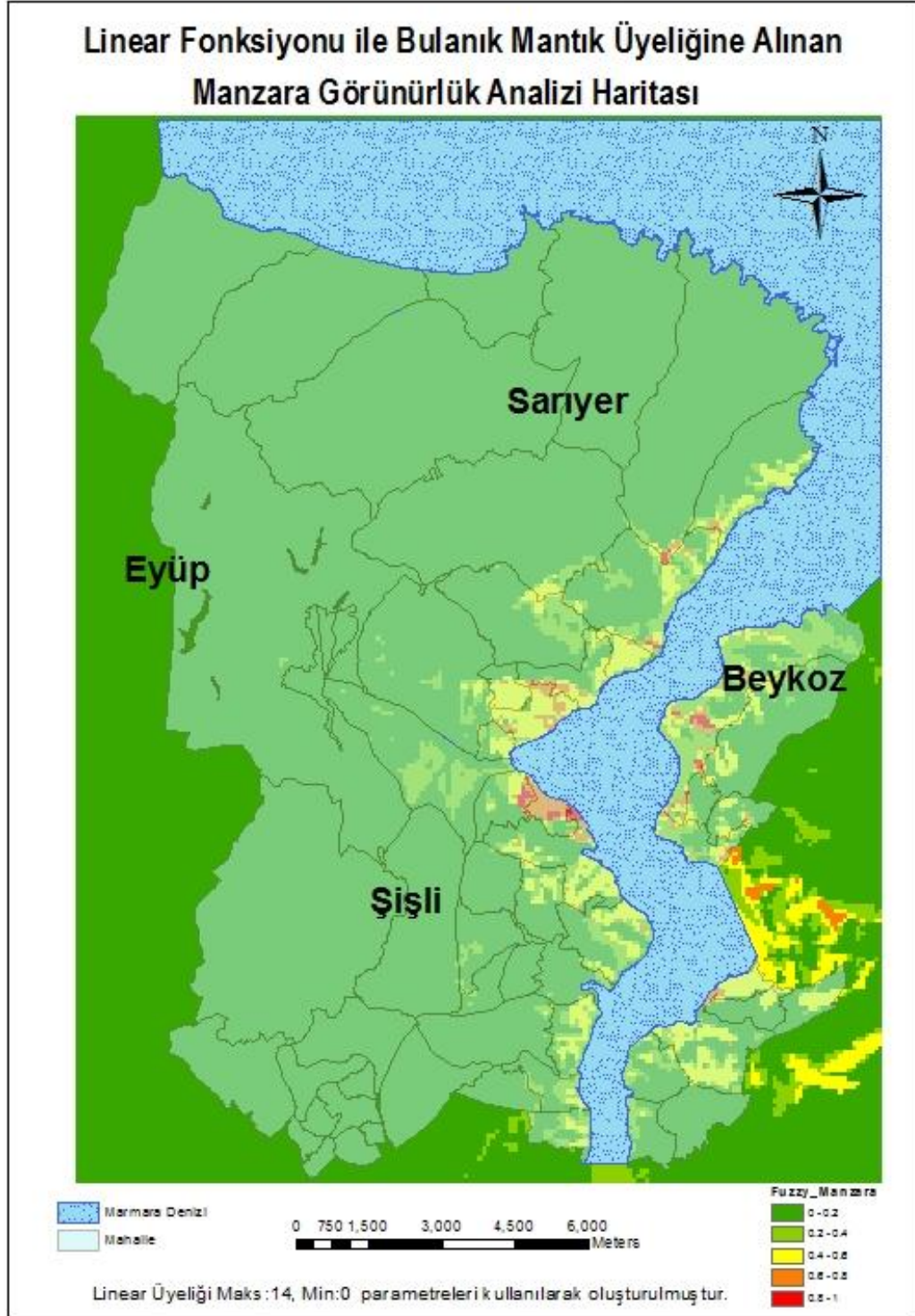
Bu yüzeyi bulanık mantık üyeliğine almak için *Lineer* üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Manzara görüşü arttıkça parsel değeri de aynı ölçüde artmaktadır. Lineer fonksiyonu min:0 ve max:14 değerleri ile elde edilmiştir. Üyelik fonksiyonu ile üretilen fonksiyon grafiğı Şekil 3.26'da gösterilmektedir. *Lineer* fonksiyonu ile bulanık mantık üyeliğine alınan manzara görünürlük analizi haritası Şekil 3.27'de gösterilmektedir.



Şekil 3.25 : Görünürlük analizi sonucu.



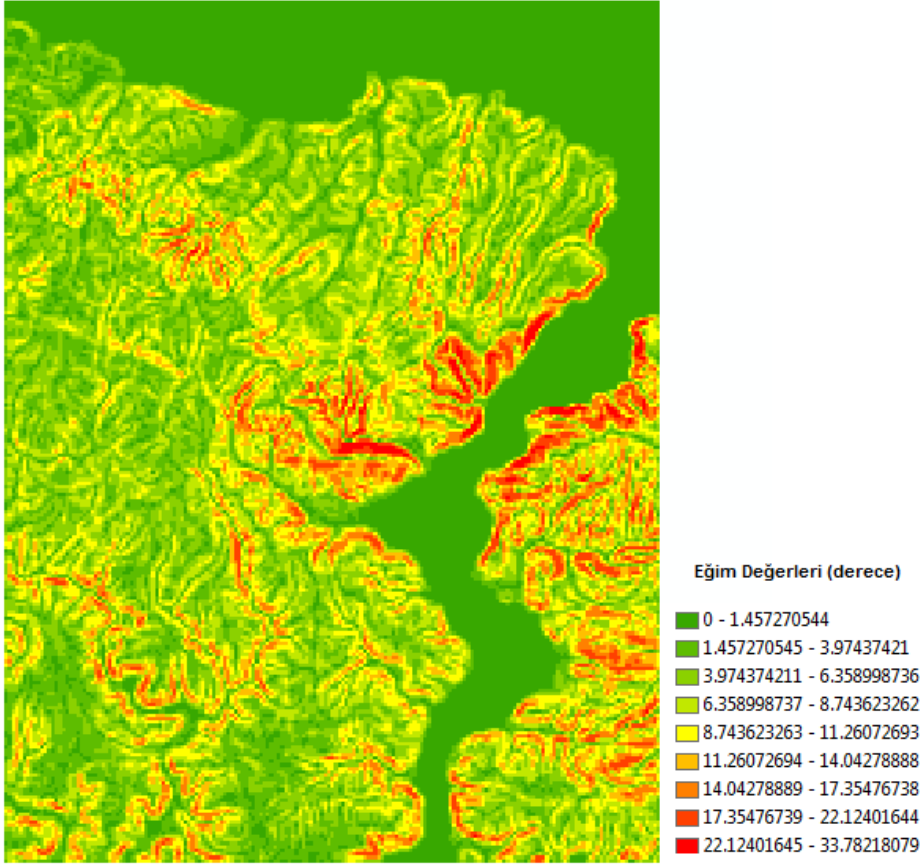
Şekil 3.26 : Manzara Fuzzy Linear (0, 14) üyelik grafiği.



Şekil 3.27 : Manzara linear (0,14) bulanık mantık üyeliği haritası.

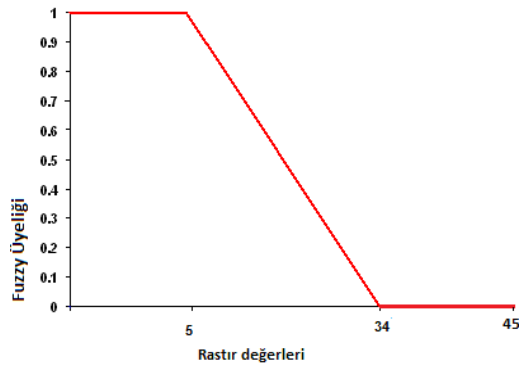
### 3.3.3.2 Eğim haritası ve bulanık mantık değer haritası

Gayrimenkul değerlemesi için kullanılacak değerlerden bakı ve eğim değerleri SYM ile üretilmiştir. Bunlardan eğim verisi için yüzey analizi fonksiyonlarından Eğim (*Slope*) işlemi yapıldı ve hücresel veri seti üretildi (Şekil 3.28).



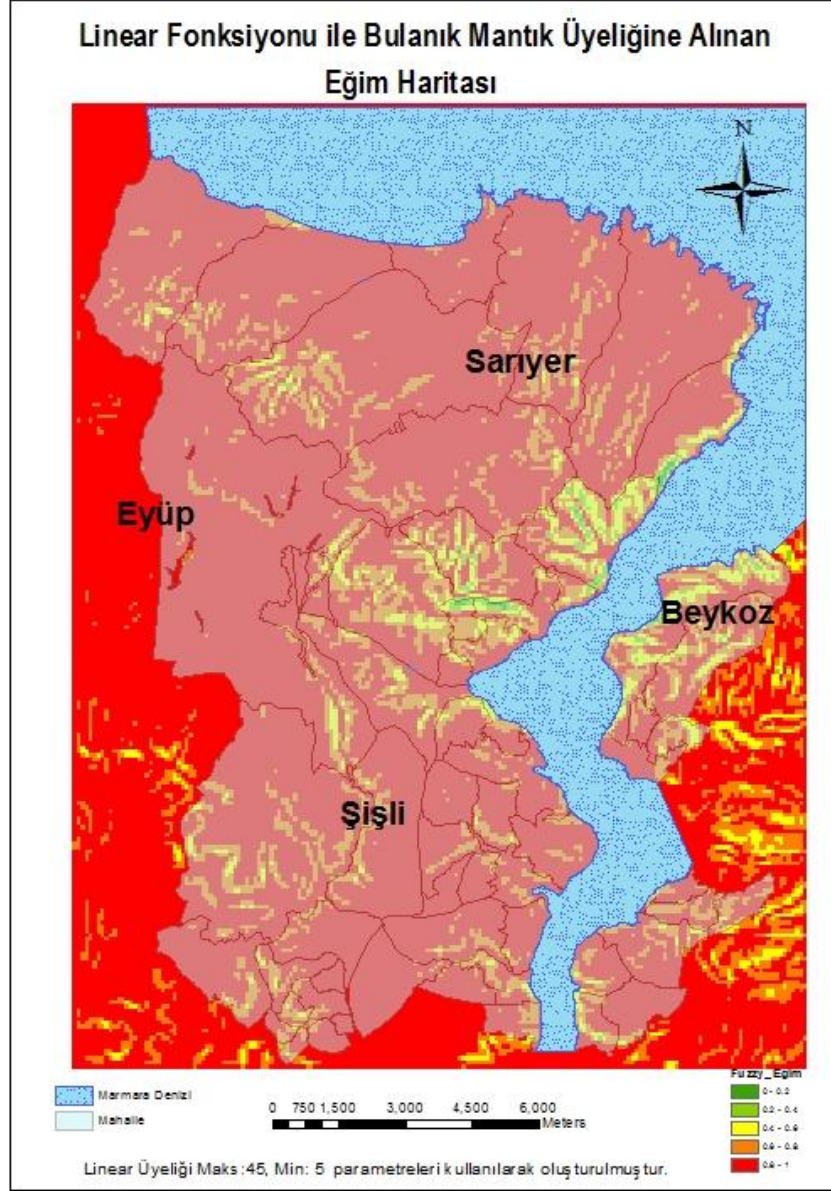
Şekil 3.28 : SAM'den üretilen eğim değer haritası.

Elde edilen hücresel eğim verisinde yukarıda ki şekilde de görüldüğü üzere 9 farklı sınıf mevcuttur. Veri  $[0,45]$  aralığında istenildiği kadar sınıfa ayrılabilir. Linear üyelik fonksiyonu doğrusal olarak artan bir fonksiyondur. Tanımlanan 5 derece eğime kadar olan yüzeyler üyelik değerini 1 olarak alacak yani  $[0,5]$  arası dereceler yapı için aynı öneme sahiptir ve yapı için değerli alanlardır. Linear üyelik fonksiyonu da (Şekil 3.29) min:5, max:45 parametreleri kullanılarak oluşturulmuştur. Linear fonksiyonu ile bulanık mantık üyeliğine alınan eğim haritası şekil 3.30'da gösterilmektedir.



Şekil 3.29 : Eğim Fuzzy Linear (5, 45) üyelik grafiği.





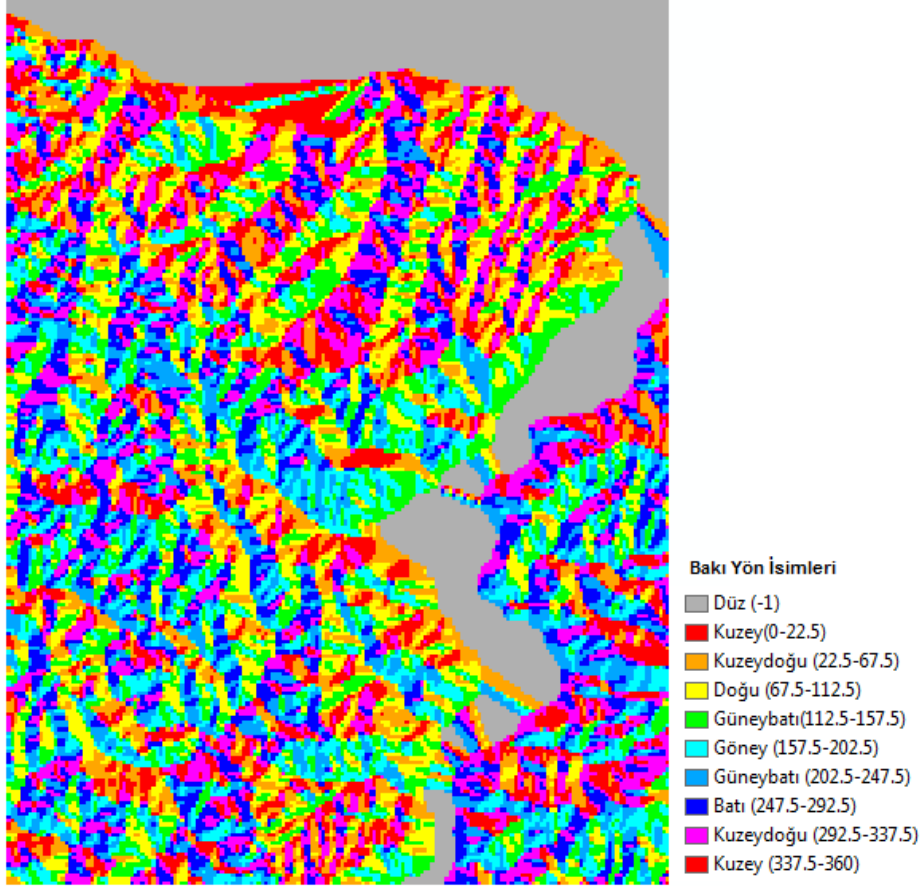
**Şekil 3.30 :** Eğim bulanık mantık linear (5,45) üyelik haritası.

### 3.3.3.3 Bakı ve bulanık mantık değer haritası

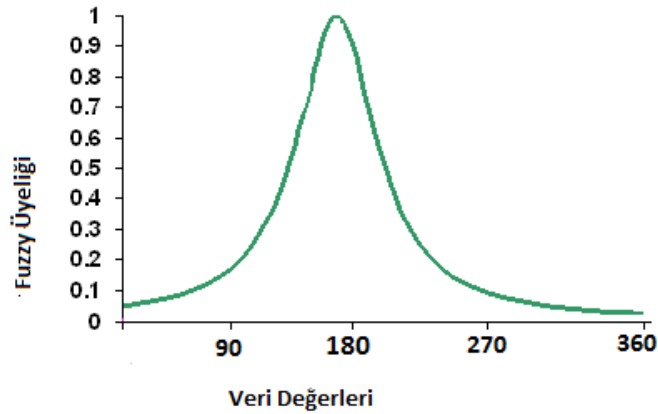
Bakı (*Aspect*) fonksiyonu, 3 boyut analiz işlemleri başlığı altında bulunan raster yüzey fonksiyonu kapsamındadır. Bakı değerleri üretilirken SYM veri altlığı kullanılmıştır.

Şekil 3.31’de gösterilen bakı yüzeyi bulanık mantık *Near* üyelik fonksiyonu kullanılarak oluşturulmuştur. *Near* üyelik fonksiyonu *Gaussian* üyelik fonksiyonu gibi belirli bir değere kadar artan daha sonra azalan bir fonksiyondur. Bakı değerleri için bu fonksiyonun kullanılmasının sebebi ise, Türkiye kuzey yarım kürede yer aldığından yani matematiksel konumundan dolayı güneşi her zaman güney cepheden

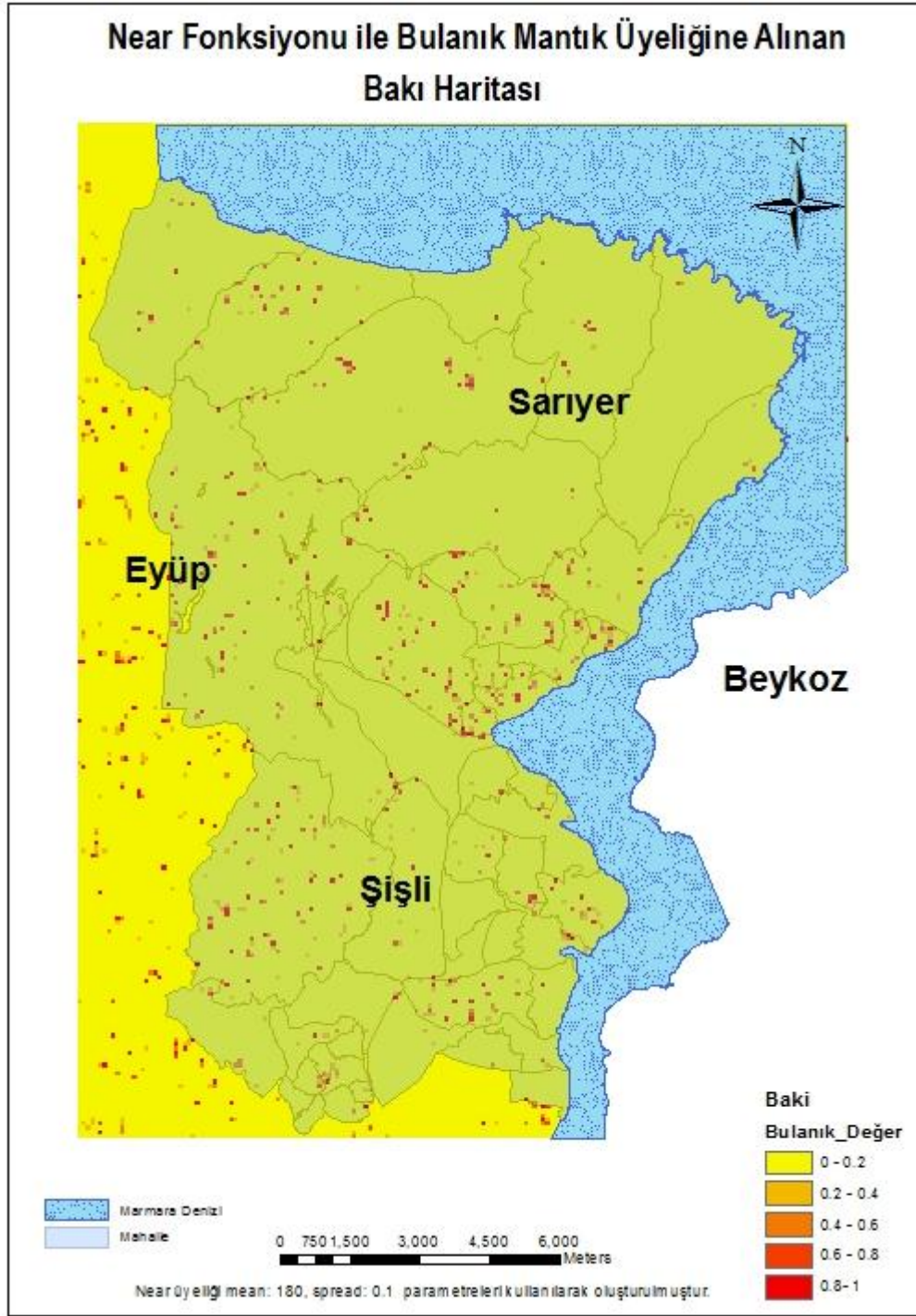
almazdır. Bu sebepten güneye bakan parseller diğer parsellere göre daha değerlidir. Bu sebeple 180 derecede olan güney cephesi *Near* fonksiyonunda en yüksek değeri almakta, doğu ve batı ya cephesi olan parsellerin değeri hızla düşmekte, kuzeye bakan cephelerde ise en düşük değere gelmektedir. İlgili fonksiyonun grafiği Şekil 3.32’de ve fonksiyonun yüzey haritası Şekil 3.33’de gösterilmiştir. *Near* üyelik fonksiyonu orta noktası 180 ve yayılım miktarı 0.1 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.31 : SAM’den üretilen bakı değer haritası.



Şekil 3.32 : Bakı Fuzzy Near (180, 0.1) üyelik grafiği.



**Şekil 3.33** : Bakı near (180, 0.01) bulanık mantık üyelik haritası.

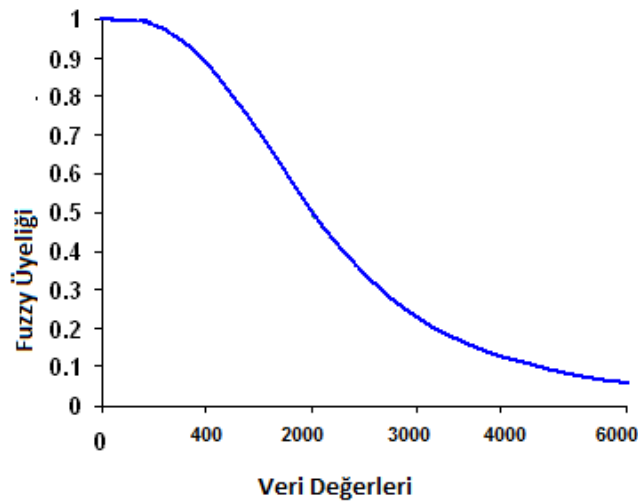
### 3.3.4 Toplu taşımaya yakınlık

Ulaştırma indeksine göre otobüs duraklarına ve iskelelere 400 metreye kadar her yer yakın sayılmaktayken metroya 800 metre mesafeye kadar olan yerler yakın sayılmaktadır. Üyeliklerde bu parametreler temel alınarak fonksiyonlar uygulanmıştır.

### 3.3.4.1 Otobüs duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Otobüs durakları ilgi noktası verisi elde edildiğinden, bu duraklara olan mesafeler benzeri mantıkta öklid mesafe analizi ile hesaplanmıştır.

Üretilen öklid mesafe yüzeyi *Small* bulanık mantık üyeliğine alınmıştır. Üyelik parametreleri de ulaştırma indeksinde otobüs duraklarına yakınlık 400m olduğundan, ara değer 400 m ve yayılma 3 olacak şekilde tanımlanmıştır. *Small* üyelik fonksiyonu Şekil 3.34'de gösterilmektedir. *Small* fonksiyonu ile bulanık mantık üyeliğine göre üretilen otobüs duraklarına yakınlık haritası Şekil 3.35'de gösterilmektedir.



Şekil 3.34 : Otobüs duraklarına yakınlık Fuzzy Small (400, 3) üyelik grafiği.

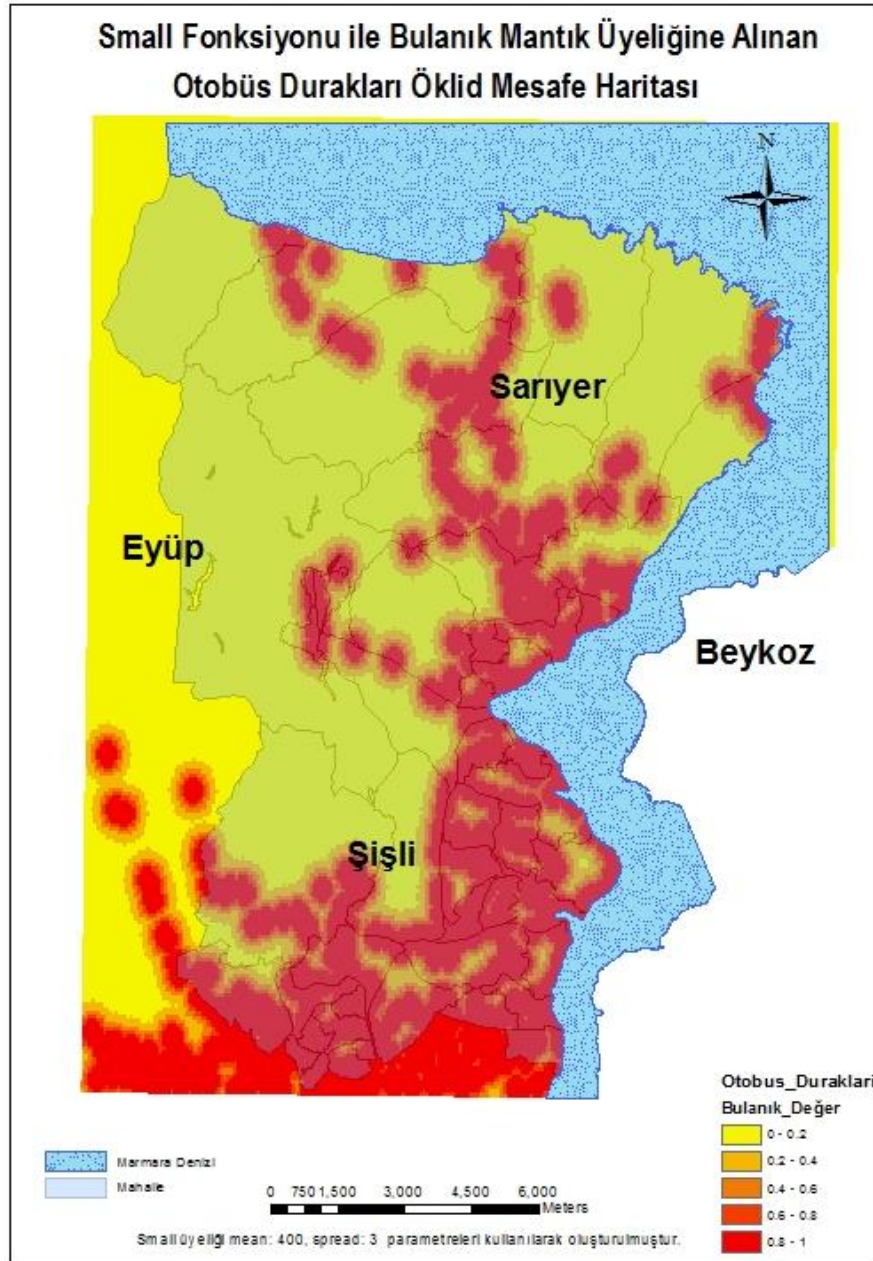
### 3.3.4.2 Metro duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Sarıyer ilçesi çalışma alanı kapsamında yer alan metro durakları verileri kullanılarak, öklid mesafe analizine göre her bir piksel için uzaklık tespiti yapılabildiğimiz yüzey oluşturulmuştur. *Small* (800,7) üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 3.36'da gösterilmiştir. *Small* fonksiyonu ile bulanık mantık üyeliğine alınan metro durakları öklid mesafe haritası Şekil 3.37'deki gibi üretilmiştir.

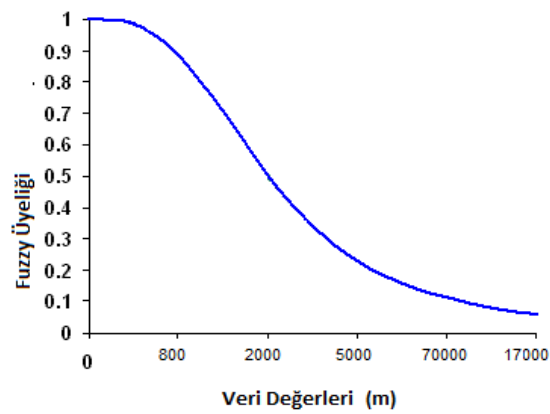
### 3.3.4.3 İskele duraklarına yakınlık tespiti ve bulanık mantık üyeliği

Diğer uygulamalara benzer mantıkta, öklid mesafe analizi yöntemi kullanılarak iskelelere olan mesafeler belirlenmiştir. Oluşturulan öklid mesafe yüzeyi orta değer olarak 400 m alınarak ve yayılma miktarı da 3 alınarak *Small* bulanık mantık üyeliğinde tanımlanmıştır. İlgili üyelik fonksiyonu Şekil 3.38'de ve değer haritası Şekil 3.39'da gösterilmektedir.

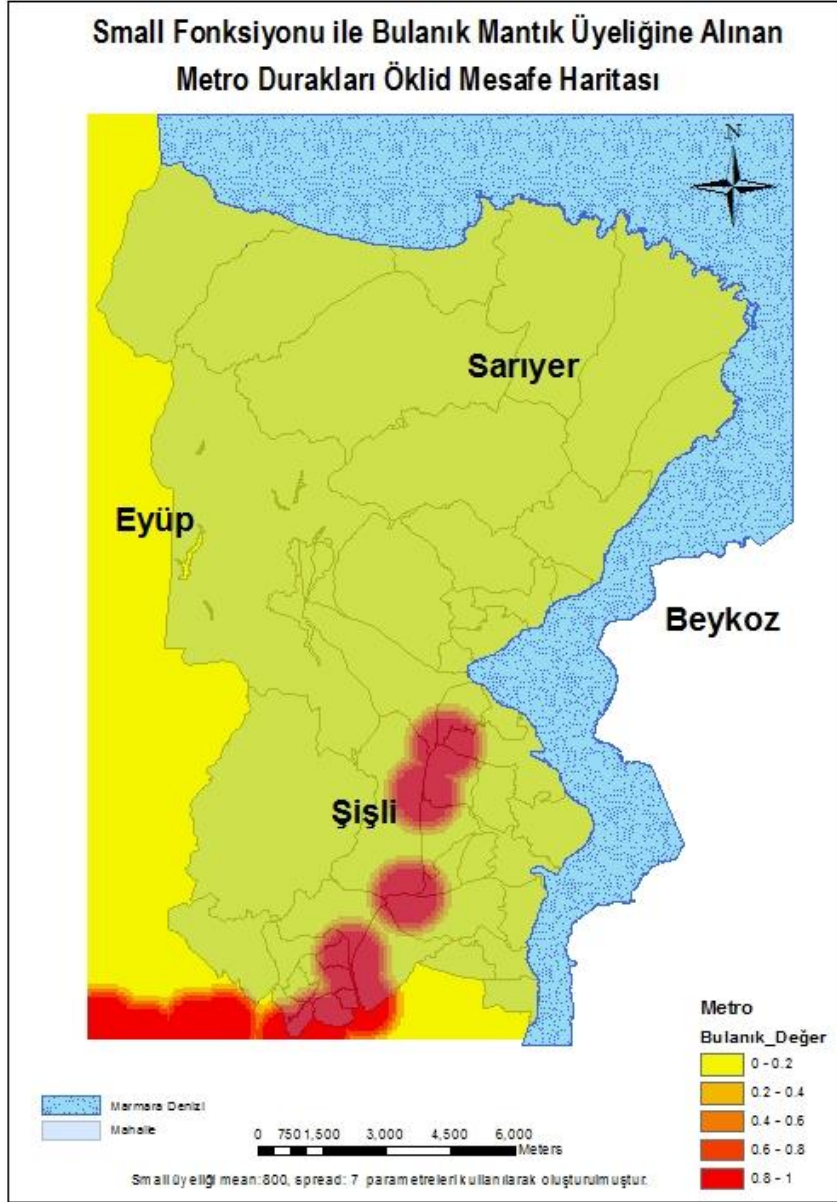




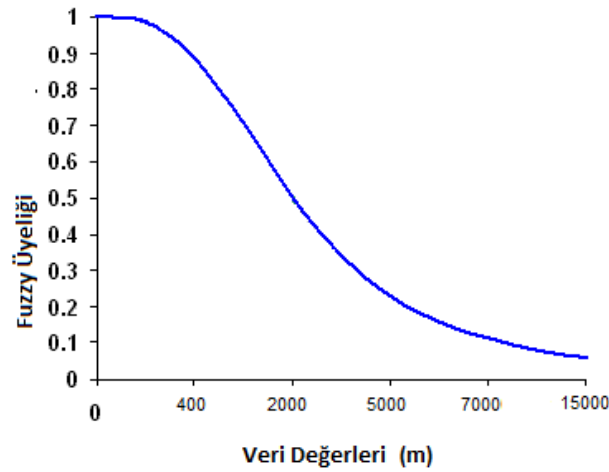
**Şekil 3.35 :** Otobüs duraklarına yakınlık Small(400,3) bulanık mantık üyelik haritası.



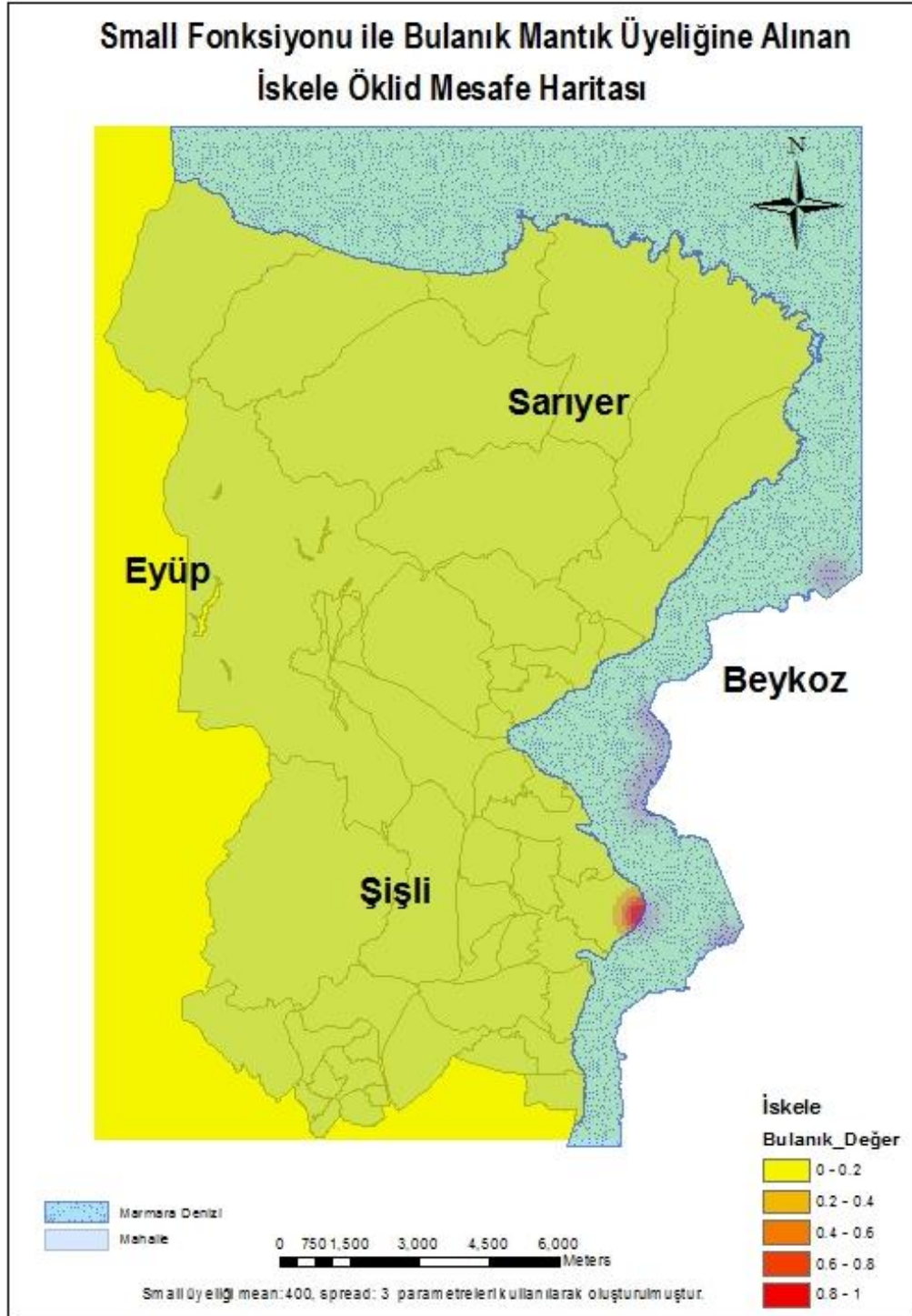
**Şekil 3.36 :** Metro duraklarına yakınlık Fuzzy Small (800, 7) üyelik grafiği.



Şekil 3.37 : Metro duraklarına yakınlık small (800, 7) bulanık mantık üyelik haritası.



Şekil 3.38 : İskele duraklarına yakınlık Fuzzy Small (400, 3) üyelik grafiği.



**Şekil 3.39** : İskele duraklarına yakınlık small (400, 3) bulanık mantık üyelik haritası.

### 3.4 Bulanık Bindirme Modeli

Seçilecek bindirme tipine göre belirtilen gruplarda tanımlanan bulanık mantık üyelerini birleştirme işlemidir. Bu işlem için her bir değerlendirme faktörünü temsil eden veri seti, 0 ve 1 arasında değişen değerlerde hesaplanmıştır.

Bulanık bindirme tipleri ArcMap yazılımında 5 farklı başlık altında yapılmaktadır. Bu bindirme işlemleri “OR”, “AND”, “PRODUCT”, “SUM” ve “GAMMA” işlemleridir.

Bu bindirme tiplerinden “OR” (veya), herhangi bir değeri yüksek olan girdi verisi kullanılarak yüksek değerlerde çıktı almak için kullanılır. Bu bindirme seçeneği hücre konumuna ait olan setlerin maksimum değere dönmesini sağlayacaktır. Bu girdi kriterlerinin herhangi biri için en yüksek üyelik değerini belirlemek istiyorsanız kullanışlı olmaktadır.

“AND” (ve) tipi bindirme seçeneği, bütün değerleri yüksek olan girdi verisi kullanılarak yüksek değerlerde çıktı almak için kullanılır. Bu bindirme seçeneği, hücre konumuna ait olan setlerin minimum değere dönmesini sağlayacaktır. Bu teknik, bütün girdi kriterlerinin üyeliklerini ortak paydada buluşturmak istendiğinde kullanılır. Örneğin uygun ev yeri seçimi işlemi için, evin konumu bütün kriterlerden 0.5 değerinde ve daha büyük olan olasılıklar kullanılarak belirlenir.

“PRODUCT” (ürün) tipi bindirme seçeneği, tüm girdi kriterlerindeki her bir hücre için her bulanık üyelik değerinin çarpımı ile oluşacaktır. Bindirme sonucunda elde edilecek veri, herhangi bir girdi verisinden küçük olacaktır. Girilen hücresel veriler arası bağıl ilişkide ilgi kurmak zorlaşmaktadır. Bu bindirme tipi pek kullanılan bir bulanık bindirme türü değildir.

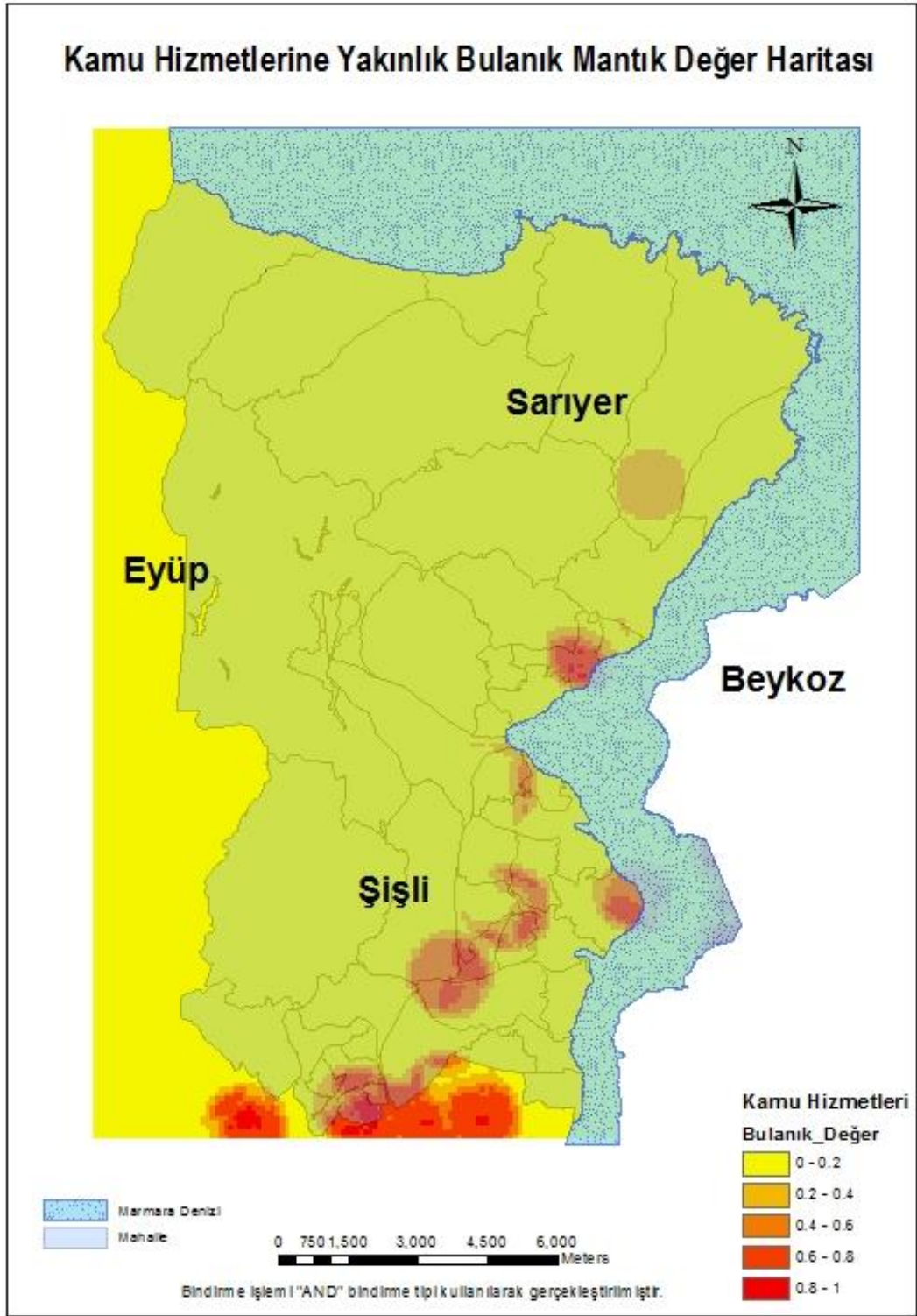
“SUM” (toplam) tipi bindirme seçeneği, sürekli artış sağlayan bir bindirme tipidir ve her bir veri eklendiğinde bindirilmiş veri daha önemli hale gelmektedir.

“GAMMA” bindirme tipi, genellikle daha temel verilerden bulanık kombinasyonları birleştirmek için kullanılır. Gamma değeri kullanıcı tarafından belirlenebilen bir değerdir. Gamma 1 olduğunda sonuç bulanık toplam (sum) ile aynıdır. Gamma 0 olduğunda sonuç aynı bulanık değeri vermektedir. 0 ve 1 arasındaki değerler, “AND” ve “OR” işlemleri arasında ifade edilebilir.

### **3.4.1 Kamu hizmetlerine yakınlık üyeliklerine göre bindirme**

Kamu hizmetine yakınlık faktörleri; kamu binalarına yakınlık, eğitim binalarına yakınlık, sağlık binalarına yakınlık, dini binalara yakınlık, kültürel binalara yakınlık üyeliklerinin “AND” tipi bindirme yöntemiyle tek bir üyeliğe alınmıştır. Bu bindirme tipinde, beş farklı üyeliğin en düşük ortak üyelik değeri sabit kalmak kaydıyla beş farklı üyelik tek bir üyelikte hesaplanmıştır (Şekil 3.40).



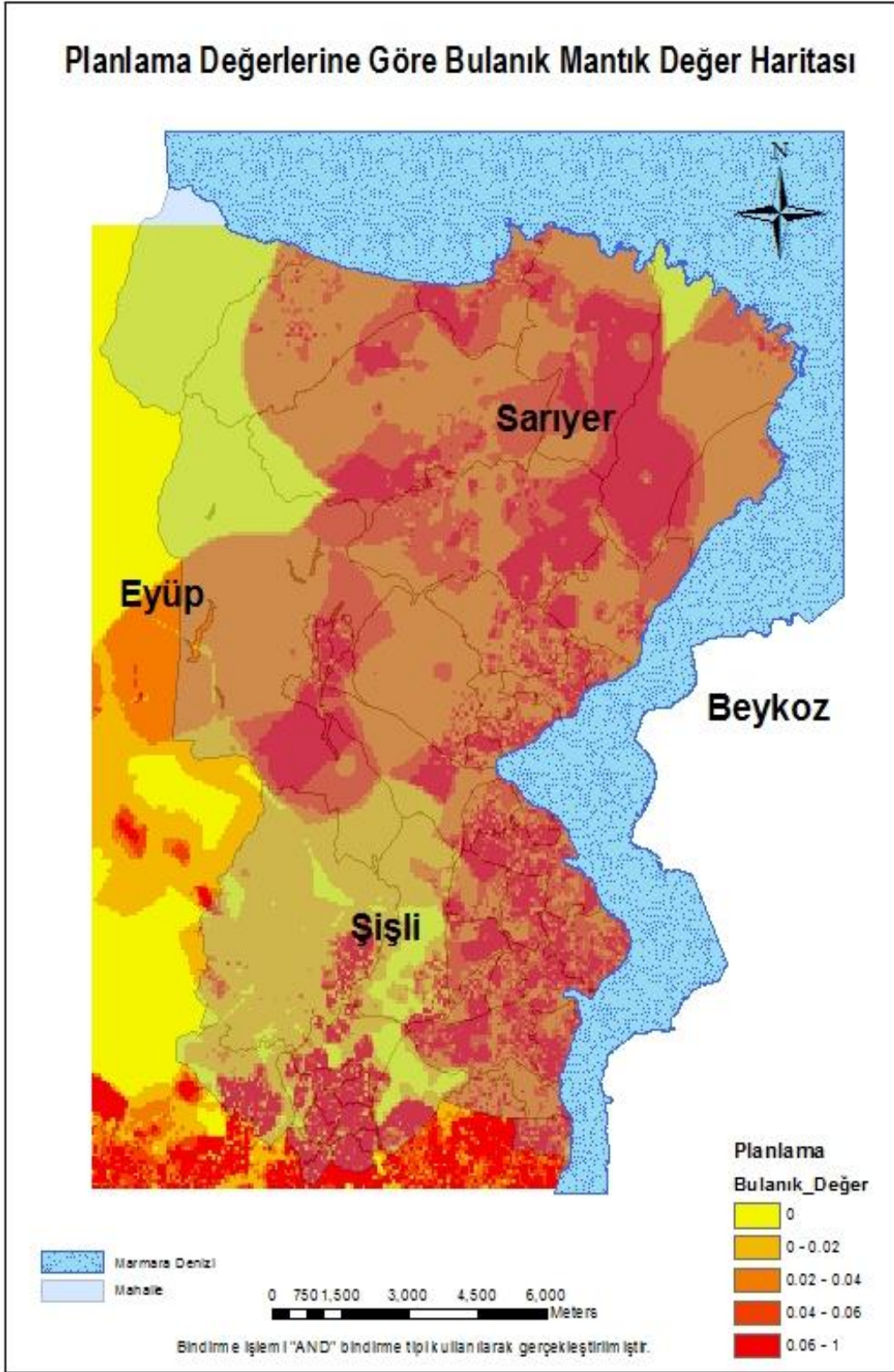


**Şekil 3.40** : Kamu hizmetlerine yakınlık bulanık mantık değer haritası.

### 3.4.2 Planlama üyeliklerine göre bindirme

Planlama faktörleri; izin verilen kat adedi, plan (maksimum TAKS oranı) ve üst düzey yola olan yakınlık analizleri sonucunda üretilen üyeliklerin bindirilerek tek bir

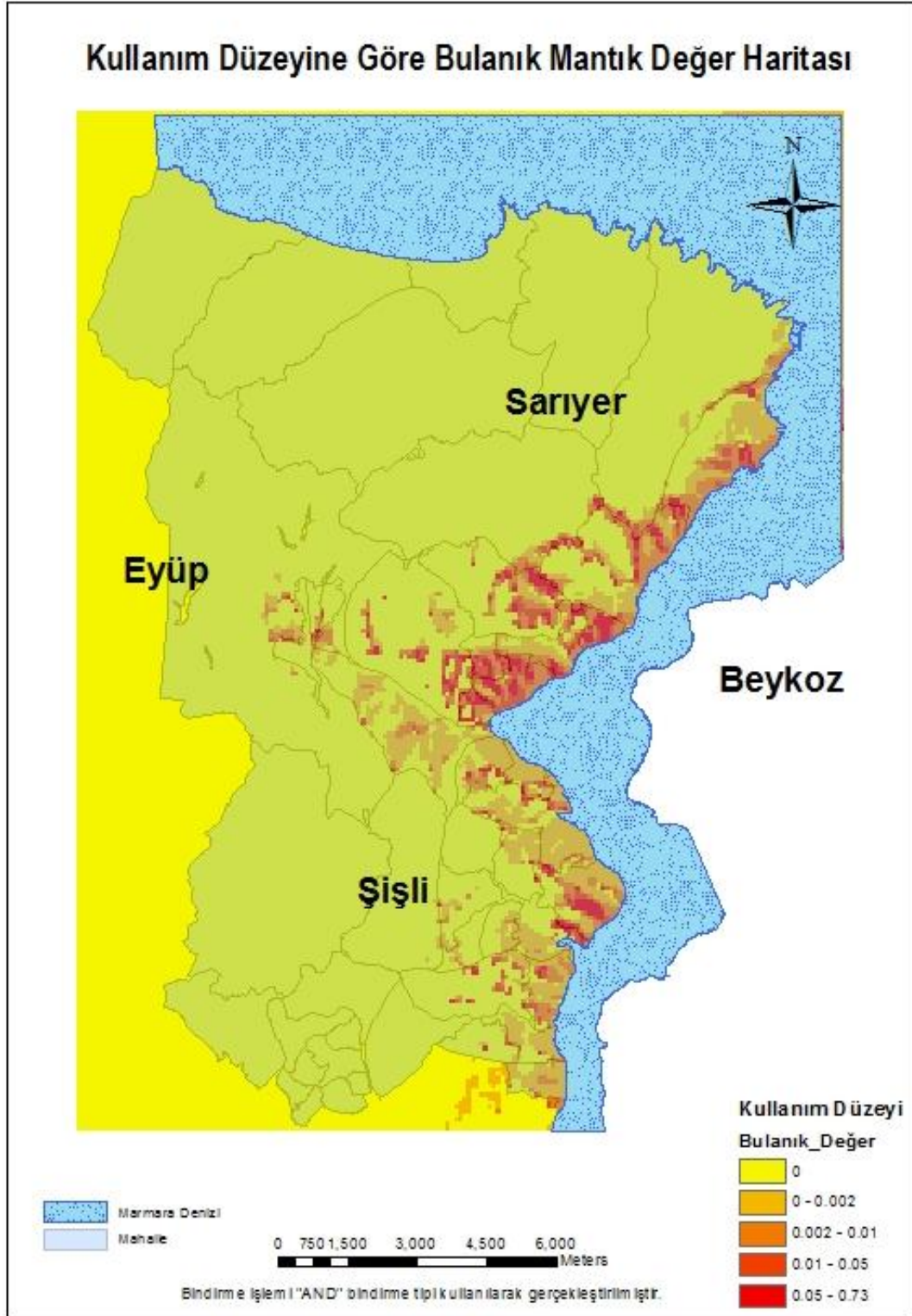
üyelik elde edilmesi işlemidir. “AND” bindirme seçeneği kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.41).



**Şekil 3.41** : Planlama bulanık mantık değer haritası.

### 3.4.3 Kullanım düzeyine göre bindirme

Kullanım düzeyi; parselin eğimi, bakışı ve manzarasını belirtmektedir. Aynı sınıfa dahil edilen ve alanın yükseltisi ile ilgili olan bu üç faktörde “AND” bindirme tipi ile bindirme yapılarak, tek bir kullanım düzeyi değeri elde edilmiştir (Şekil 3.42).

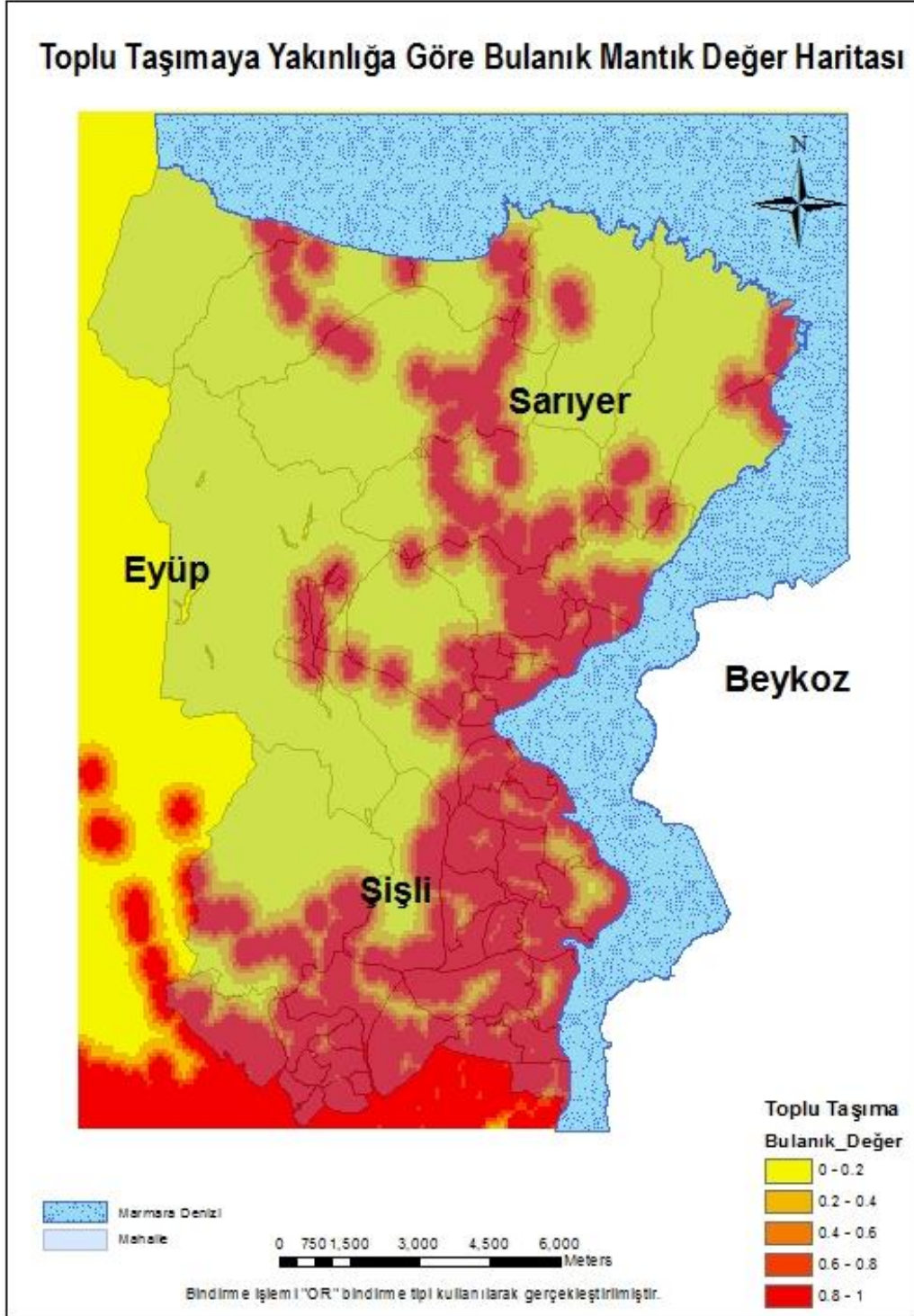


Şekil 3.42 : Kullanım düzeyi bulanık mantık değer haritası.



### 3.4.4 Toplu taşımaya yakınlığa göre bindirme

Toplu taşıma sınıfında; metroya yakınlık, otobüs duraklarına yakınlık ve iskelelere yakınlık faktörleri incelenerek, bu üyeliklerin tek bir değerde toplanması için “OR” bindirme tipi kullanılmıştır. Genel yaklaşım olarak, herhangi toplu taşımaya belirli yakınlıkta bulunmak değeri artıran unsur olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.43).



Şekil 3.43 : Toplu taşımaya yakınlık bulanık mantık değer haritası.

### 3.4.5 Arsa taşınmaz birim değerinin hesaplanması

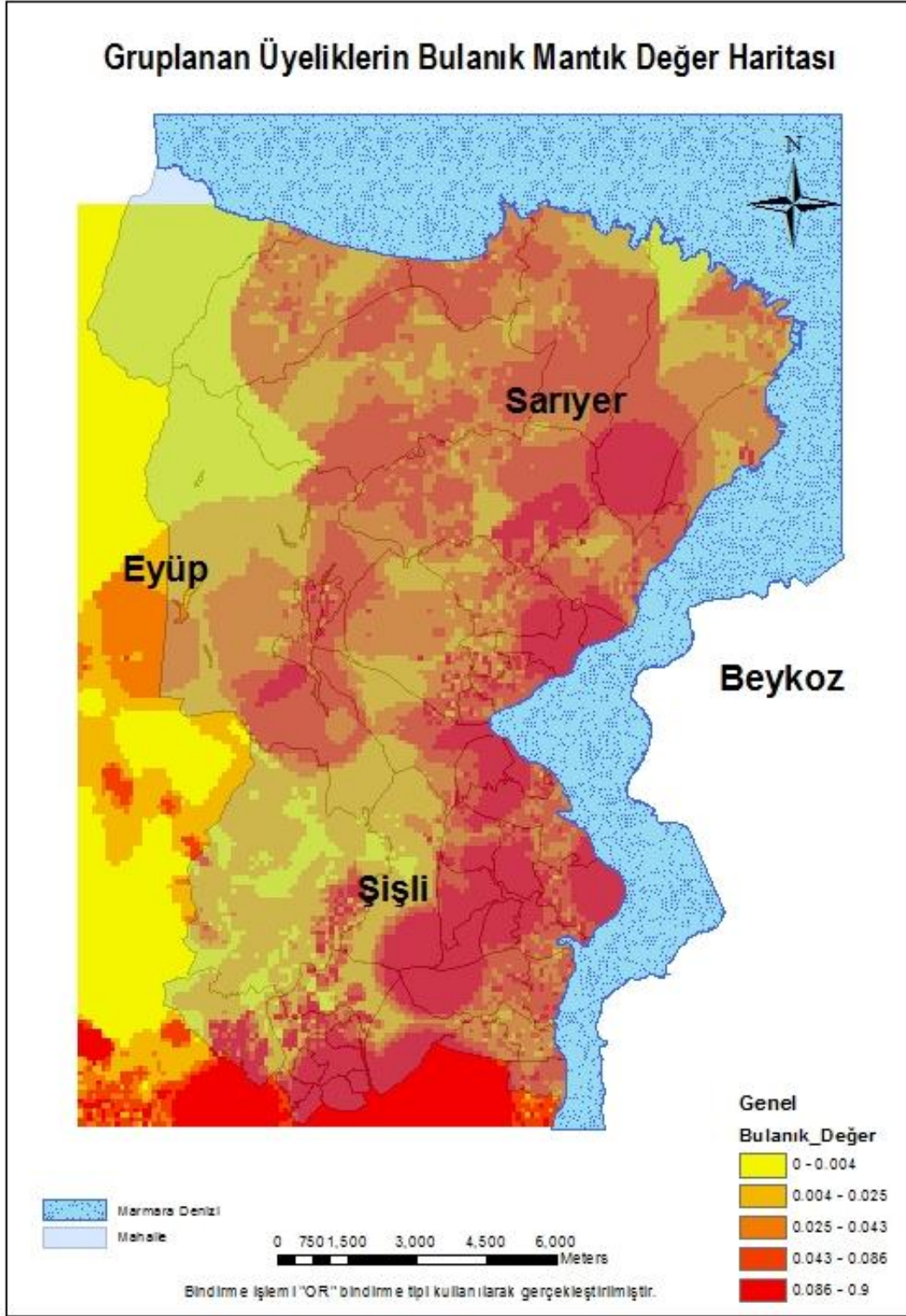
Taşınmazların birim değerleri; kullanım düzeyi, planlama, kamu hizmetlerine yakınlık ve toplu taşımaya yakınlık faktör gruplarının bütünleştirilmesi sonucu elde edilmektedir. Bu gruplarda yapılan bulanık bindirmelerde, genellikle AND tipi ile bulanık değerleri düşük belirlenmiştir. Gruplardan biri olan toplu taşımada ise OR tipi bindirme ile oluşturduğu için değerler yüksektir.

Sonuç taşınmaz birim değerleri; grupların OR bulanık fonksiyonu ile bindirilmesi sonucu üretilmiştir. Bu seçenek, en yüksek değerli verilerin birleştirilmesi ile yüksek değerde veri üretmeye yarayan bir bindirme seçeneği olduğundan, bu tip bindirme seçeneği kullanarak bölgede değeri en yüksek bölgelerin tespit edilmesinde kolaylık sağlamıştır (Şekil 3.44).

Bulanık mantık teknikleri kullanılarak, grup üyeliklerinin bindirmesi sonucunda, piksel bazla taşınmaz birim değer haritası üretilmiştir. Şekil 3.44'deki sonuç üründe, piksellerin belirlenen kriterler temel alınarak birbirlerine göre birim değeri hesaplanmıştır.

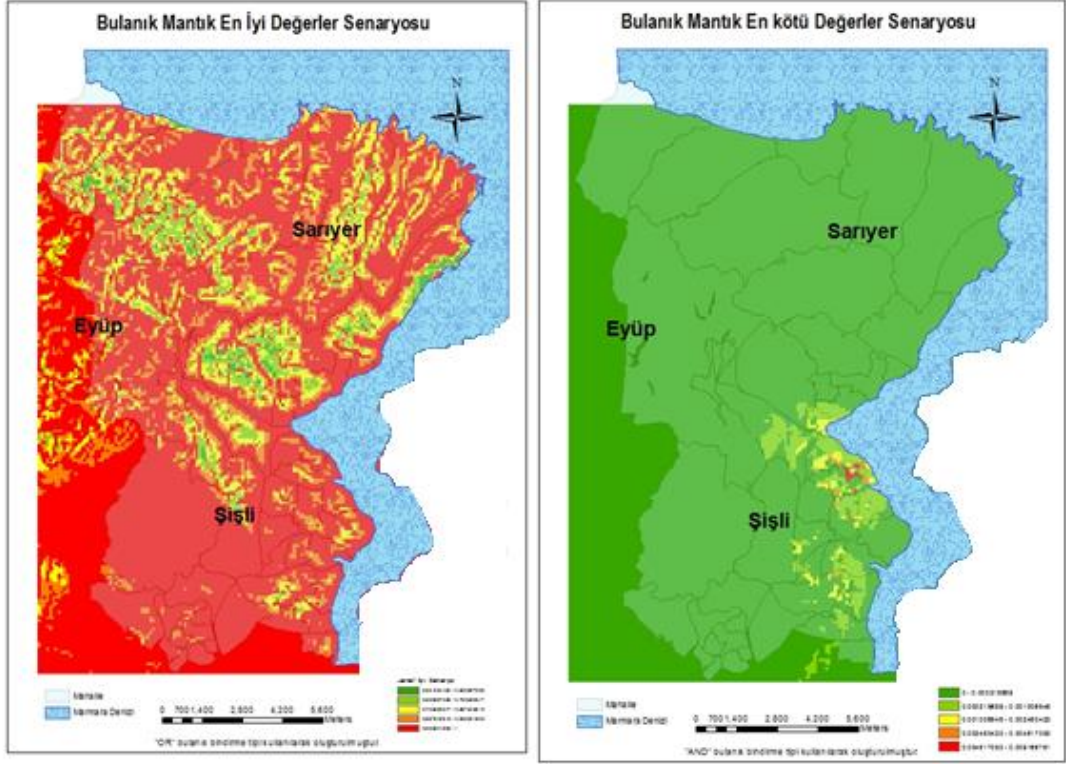
Farklı alternatif yaklaşımlar dikkate alınarak sonuç ürün irdelendiğinde, en düşük değerler temel alınarak tümünde AND bindirmesi ile en kötü senaryo üretilmiştir. En yüksek değerler temel alınarak tümünde OR bindirmesi ile en iyi senaryo üretilmiştir. Şekil 3.45'deki sonuç üründe görüldüğü gibi, en iyi senaryoya göre değeri en düşük yerler rahatlıkla tespit ediliyor iken, en kötü senaryoya göre değeri en yüksek yerler rahatlıkla tespit edilmektedir. Bu yaklaşımlar, taşınmaz değerini farklı açılardan irdeleyerek hedef taşınmazların doğrudan belirlenmesinde daha etkin yöntem sağlamaktadır. Şekil 3.44'deki taşınmaz birim değer haritası ile karşılaştırıldığında da tutarlılık sağlandığı görülmektedir.

Birim piksel değerinden arsayı temsil eden parsel birim değerinin hesaplanması için, parsel katmanına göre piksel değerinin ortalamasının parsel m<sup>2</sup>'si ile çarpımı gerekmektedir. Bu parsel birim değerleri temel alınarak piyasa değerleri hesaplanabilir (Şekil 3.46).

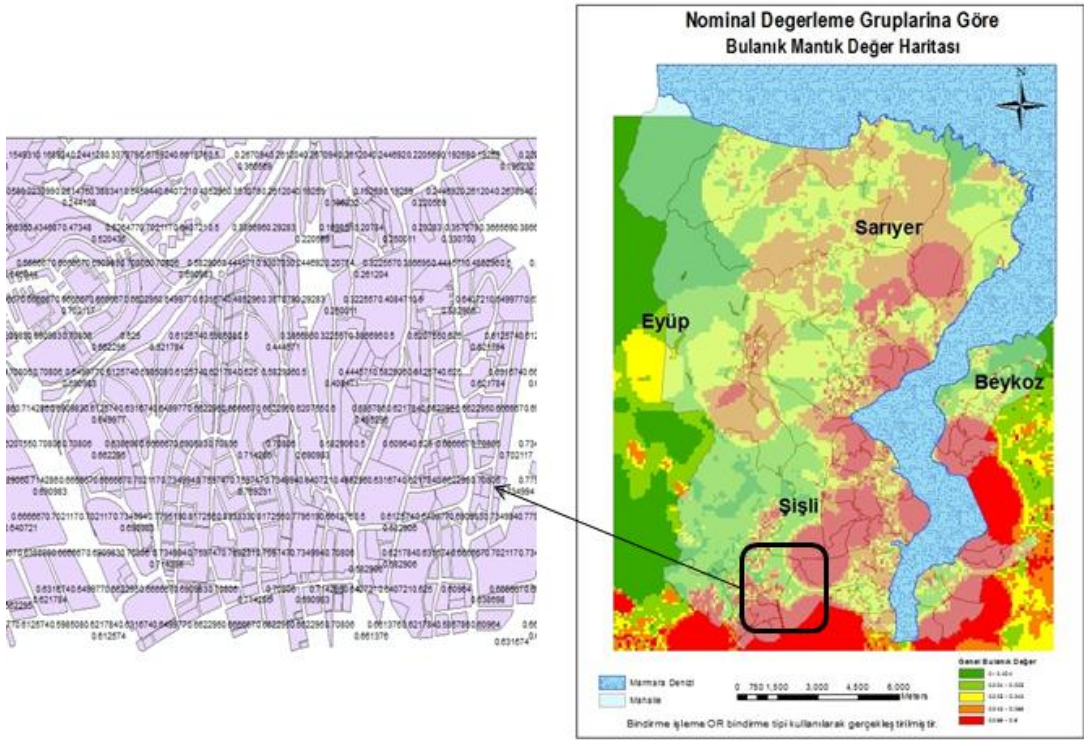


Şekil 3.44 : Nominal değereleme kriterlerine göre bulanık mantık değere haritası





Şekil 3.45 : İyi durum kötü durum senaryoları



Şekil 3.46 : Parsel birim değerleri





#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Taşınmaz değerlemede veri seçiminde hedef, en kolay erişilebilir veya en pratikteki üretilebilir veriden sonuç üretmektir. Veri setlerinin birçoğu yerel yönetimlerin kent rehberlerinde mevcut ve elde edilebilir olduğunda, herhangi bir uygulamada kısa zamanda üretilip kullanılabilir olmaktadır.

İşlem aracı olarak hızlılığı artırmak açısından, raster/hücresele konumsal analiz yöntemleri seçilmiştir. Kamu hizmetine veya ulaşım tesisine yakınlık söz konusu ise, gerçekte navigasyon bilgisine sahip yol ağından ağ analizi fonksiyonlarını kullanmak gereklidir. Ancak bu verinin birçok yerde kullanımı ve üretimi olanaksız olduğundan ve sonuç hesaplamada önemli bir farklılık arz etmediğinden, karşılaştırıldığında hücresele hesaplama ile öklid mesafe analizini kullanarak yakınlık hesabı daha uygulanabilir olarak belirlenmiştir.

Taşınmaz değerlemede, nominal veya ağırlık tanımlamaları yerine sonuç ürününü genellemek ve kolay anlaşılır bir şekilde incelemek için bulanık üyelik sınıf tanımlamalarının daha kullanışlı olduğu belirlenmiştir.

Nominal değerlendirme yönteminde her bir kriter için farklı ağırlıklandırma gerekiyorken, bulanık mantıkta faktörlere göre genel yaklaşımlar belirlenmektedir. Faktörlerin gruplarda bütünleştirilmesinde, cebirsel olarak ağırlıklı toplam yerine, olasılık olarak ortak ve kesişen analizler yapılmaktadır. Toplu taşıma, plan, kamu hizmetlerine yakınlık ve kullanım düzeyi gibi nesnel olarak ortak faktör gruplarında bulanık bindirme analizleri anlamlı sonuç vermektedir. Ancak bulanık bindirme işlemleri uygulama ile test edildiğinde, mümkün olan az sayıda faktörün gruplanarak bindirilmesi anlamlıdır.

Faktör gruplarının çeşitliliği dikkate alındığında, değere etkiyen toplam değer söz konusu ise faktör gruplarının bütünleştirilmesinde nominal ağırlıklı bindirmenin kullanılması daha anlamlı olabilir. Mamdani tipi modellemede eğer “AND” bindirme tipi ile üyelikler bağlanmış ise doğruluk derecesi en küçük olan üyeliğin ortak doğruluk derecesi seçildiği ve en kötü ihtimalin ne olabileceğini tespit etme konusunda avantajlı olduğu görülmüştür. “OR” bindirme tipi ile de en büyük üyelik

değerleri ortak değer olacağından en iyi değer ne olacağını incelemek açısından taşınmaz değerlemede kullanılabileceği görülmektedir.

Uygulama kapsamında nominal değerlendirme kriterleri farklı kaynaklardan belirlenerek bölge bazlı olarak ve ağırlıkça yüksek faktörler tespit edilmiştir. Bu faktörlerin farklı gruplarda toplanmıştır. Her bir faktör bulanık mantık üyeliğine alınarak bulanık bindirme yöntemiyle birleştirilmiştir. Sonuç olarak coğrafi bilgi teknolojileri kullanarak klasik yöntem ile yapılan analiz sonuçları her bir analiz için kendine özgü sayısal değerlerde veriler vermektedir. Fakat bulanık mantık üyeliği ile veriler 0 ve 1 arası değerler almaktadır. Ve her bir veri birbiriyle aynı standarda gelmektedir. Ayrıca bulanık üyeliğe alınan veriler üyelik sınıfına göre piksellerin alacağı değerlerde ki artışı – azalışı ve yayılma miktarını belirleyebilmek ve nominal değerlendirme kriterine belirli koşullar koyarak bulanık değerler üretmeyi sağlamaktadır.

Taşınmaz değerlendirme konusunda sıklıkla kullanılan yöntemlerden genellikle emsal yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemle de fazla bir teknik bilgi ve analiz olmadan değerlendirme yapılmaktadır. Nominal değerlendirme bu bağlamda daha teknik analizlerin ve nicel verilerden yapıldığı için daha güvenilir sonuçlar verecektir. Nominal değerlendirme yöntemini coğrafi bilgi teknolojileri ile uygulamak hem pratikte hem de teorikte taşınmaz değerlendirme sistemine büyük bir destek sağlayacaktır. Nominal değerlemeyi klasik yöntemlerin dışına çıkararak yapay zeka metodolojisi içinde bulanık mantık yöntemi ile kullanabilmek taşınmaz değerlendirme desteğini arttırarak geleneksel yöntemlerle belirlenemeyecek bölgelerin bile değerlemesini yapabilecek bir yaklaşım sağlamaktadır. Ayrıca bulanık mantık yöntemi kullanılarak üretilen değer haritaları birbirleri ile uyumlu olduğu için mantıklı gruplanabilmesi ve o grup üyelerin bindirme yöntemiyle tek bir veri elde edilmesi avantajını sağlamaktadır. Tek bir veriyle, belirlenen onlarca kriterin belirli bir formüle dayalı ortalama değerlerine ulaşabilmek ve yorum yapabilmek değerlemenin karar destek mekanizmasında büyük bir etkidir. Elde edilen tek veri üzerinde her bir pikselin 0 ve 1 arasında ayrı bir değeri olduğu için bu değerler bulanık mantık metodolojisine göre ara değerlerde nitelendirilmeli ve bu piksel değerlerinin parsel bazlı olarak da yorumlanabilmesi taşınmaz değerlendirme için avantajlı olmaktadır.

Uygulamada bulunan sonuçta, birçok kriterin İstanbul Sarıyer ilçesi için değerlemesi yapılmıştır. Bu kriterler daha öncede bahsedildiği gibi bölge bazlı seçilmiştir ve sonuç olarak Sarıyer bölgesinin deniz kenarında olan kısımlarının ulaşım ve kamu

kurumlarına yakın olan yerlerinin daha değerli olduğu görülmüştür. Planlama faktörleri deniz kenarındaki değerli çıkan bölgelerin değerlerini bazı bölgelerde azaltsa da genel olarak bindirme işlemi yapıldığı ve en değerli alanların gösterimine önem verecek bir bindirme tipi (OR) kullanıldığı için deniz kenarında ulaşım ve kamu kurumlarına yakın olan bölgelerde değer yüksekliğini koruduğu görülmüştür. Böylece bulanık mantık yöntemi ile elde edilen değerlendirme sonucunda, her bir verinin veya kriterin genel sonucu etkilediği görülmüştür. Bölgede bulunan arsa parselleri değerleri de incelendiğinde, yaklaşımın mantıklı bir oranda gerçek değerleri takip ettiği görülmüştür.

Uygulama ile oluşturulan kriterlerin ve modelin küçük değişikliklerle farklı ilçelerde ve farklı illerde kullanılması mümkündür. Bu kriterler ve işlemler bütünüyle yapılacak olan bulanık mantık değerlemesi için öncelikle geniş bir kural sistemi belirlenmelidir. Böylelikle bölgesel değişimlere rağmen piyasadaki mevcut değere yaklaşım artacaktır.

Taşınmaz değerlendirme ülkeler için özellikle son yılların gelişen ülkeleri arasında yer alan Türkiye gibi ülkeler için çok önemlidir. Taşınmaz değerlendirme sayesinde kamulaştırma, vergi, mortgage vb. uygulamalar doğru sonuçlara ulaşabilmekte ve doğrudan ekonomi ile ilgili bu konularda belirli bir standart yakalanabilmektedir. Bu standardın insan yorumu faktöründen uzak bir analiz ve istatistik ortamda yapılması kaliteyi artıracaktır. Bu analiz ve istatistik ortamı, uygulamada gösterildiği gibi coğrafi bilgi teknolojilerini ve bulanık mantık yöntemlerini kullanarak elde edilebilmektedir. Taşınmaz değerine büyük destek sağlayacak ve hatta yeni seçenekler ortaya çıkaracak olan bu yöntemin kullanılması, sabit ve daha geniş kapsamlı değerlendirme için gereklidir.

Günümüzde artık her yerde kullanılan bilgi sistemleri birçok olağan işimize destek olmaktadır. CBS de bu sistemlerden biridir. Yapılabilecek analizler ve yorumlamalar ile de bir nevi taşınmaz değerlendirme bilgi sistemi kurulmalıdır. Bu sistemin uygulamada belirlenen nominal değerlendirme faktörlerini ve bulanık mantık metodolojisini kullanarak, taşınmaz değerlendirme yapabilirliği bu çalışma ile de ortaya konulmaktadır.



## 5. KAYNAKLAR

- Akyılmaz, O.** (2005). Esnek Hesaplama Yöntemlerinin Jeodezide Uygulamaları, doktora tezi, İ.T.Ü., fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Altaş, İ.**(1999). Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı, Bilesim Yayıncılık, İstanbul, S80-85
- Arslan, E., Yılmaz, M.**(2005). Bulanık Mantığın Jeodezik Problemlerin Çözümünde Kullanılması, hkmo 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İstanbul
- Aydınöglü, A.Ç.**(2003). “İnternet – CBS Stratejisi ve gerçekleştirimi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Trabzon
- Bagnoli C., Smith H. C.**(1998). “The Theory of Fuzz Logic and its Application to Real Estate Valuation”, Journal Of Real Estate Research, Vol. 16, No. 2, pages 169-199.
- Çağatay, U.** (2008). AB Sürecinde Türkiye’de Bilgi Yönetimi ve Konumsal Bilgi Sistemleri ile Taşınmaz Piyasalarının Analizine İlişkin Bir Model Tasarımı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- Çağdaş, V.**(2010). ” Kamulaştırma Davaları Bilirkişiliği Eğitimi”, HKMO Antalya Şubesi.
- Çakır P., Sesli F.A.**( 2013). “Arsa Vasıflı Taşınmazların Değerine Etki Eden Faktörlerin ve Bu Faktörlerin Önem Sıralarının Belirlenmesi”, Samsun, S13
- Deveci E., Yılmaz İ.**(2009). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Taşınmaz Değerleme: Afyonkarahisar İl Merkezi Örneği, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 1, No:1, 2009, [http://www.teknolojikarastirmalar.com/pdf/tr/06\\_010109\\_4\\_yilmaz.pdf](http://www.teknolojikarastirmalar.com/pdf/tr/06_010109_4_yilmaz.pdf), (06.08.2011)
- Durduran S.S., Özkan G., Erdi A.**(2002). Kentsel Mekanlarda Taşınmaz Değerleme Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi Uygulamaları, [http://www.harita.selcuk.edu.tr/arsiv/semp\\_pdf/157\\_165.pdf](http://www.harita.selcuk.edu.tr/arsiv/semp_pdf/157_165.pdf), (06.08.2011)

- Güngör, E.**(1999). Gayrimenkul Değerlemesi Ve Türkiye’de Sermaye Piyasalarında Yapılmasına İlişkin Öneriler, Yeterlik Etüdü, T.C. Başbakanlık Sermaye Piyasası Kurulu Kurumsal Yatırımcılar Dairesi, Ankara
- Ross, T.**(1995). Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill Inc., ISBN 0-07-053917-0.
- KLIR J.**(1995). George J., Yuan, Bo; Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications, Paperback, Prentice Hall,
- Kollias VJ., Kalivas DP., Yassoglou NJ.**(1999). “Mapping The Soil Resources of a Recent Alluvial Plain in Greece Using Fuzzy Sets in a GIS Environment”,European Journal of Soil Science, Blackwell Science Ltd., Oxford, Pages 261-273.
- Mamdani, E.H., Assilian, S.**(1975). “An Experiment in Linguistic Synthesis with A Fuzzy Logic Controller”, Int. Journal of Man-Machine Studies, 7(1), 1-13.
- Nişancı R.**(2005). “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Nominal Değerleme Yöntemine Dayalı Piksel Tabanlı Kentsel Taşınmaz Değer Haritalarının Üretilmesi”,Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Öztemel E.**(2003). Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık. İstanbul, 232s.
- Pagourtzi E., Assimakopoulos V.**(2003). “Development of Real Estate Evaluation System with The Use of G.I.S. Technology”, Kıtı Welcomes You To The 10th European Real Estate Society Conference in Helsinki ERES 2003, Finland.
- Robinson V. B.**(2002). “Some Implications of Fuzzy Set Theory Applied to Geographic Databases”, Computer, Environment and Urban Systems, Vol.12, Issue 2, Pages 89-97.
- Samadzadegan F., Abbaspour R. A., Sarpoulaki M.** (2002). “The Design and Implementation of an Urban Decision Support System Based on Artificial Intelligence Concepts”, IAPRS, Vol. 34, Commission 2, Xi’an.
- Şen, Z.**(2004). Mühendislikte Bulanık(Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri, İstanbul, Su Vakfı Yayınları.
- Yigitcanlar, T., Sipe, N., Evans, R., Pitot, M.** (2007) A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model, Australian Planner, 44:3, 30-37, DOI: 10.1080/07293682.2007.9982586

- Tecim V., Çağatay U.**(2006). Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Taşınmaz Değerleme Çalışmaları Vasıtasıyla Taşınmaz Değer Haritalarının Oluşturulması İçin Bir Model Çalışma, [http://dis.fatih.edu.tr/store/docs/tecim\\_cbstasdeghnhcDPpTJ.pdf](http://dis.fatih.edu.tr/store/docs/tecim_cbstasdeghnhcDPpTJ.pdf), (06.08.2011)
- Torun M.K, Yanalak M., Şeker D.Z.** (2009). Örnek Bir Mahallede Yapısız Parsellerin Değer Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Üretilmesi, [http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/5d6637b718d0f24\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/5d6637b718d0f24_ek.pdf), (06.08.2011)
- Yalpır, Ş.** (2007). Bulanık Mantık Metodolojisi İle Taşınmaz Değerlenme Modelinin Geliştirilmesi Ve Uygulaması: Konya Örneği, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Konya, 212452,1-67.
- Yomraloğlu,T., Nişancı,R., Çete,M.,Candaş, E.** (2011). “Dünya’da ve Türkiye’de taşınmaz değerlendirme”,Türkiye’de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26-27 Mayıs2011, Okan Üniversitesi, İstanbul
- Yomraloğlu T.** (1993). “A Nominal Asset Value-Based Approach for Land Readjustment and Its implementation Using Geographical Information Systems, Doktora tezi, Newcastle üniversitesi, UK.
- Zadeh, L.A.** (1965). Fuzzy sets, Information and Control 8:338-353.
- Zeng, Q.T. ve Zhou, Q.** (2001). Optimal Spatial Decision Making Using GIS: A Prototype of A Real Estate Geographical Information System (REGIS), International Journal of Geographical Information Science, 307-321.
- Url-1** <<https://www.toki.gov.tr/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA AF6AA849816B2EF4DE731F422390043>> alındığı tarih: 10.04.2014.





## 6. ÖZGEÇMİŞ



- Ad Soyad** : Mustafa Andaç DERİNPINAR
- Doğum Yeri ve Tarihi** : Malatya – 06.06.1988
- Adres** : Ahmediye mah. Tavaşi hasanağa sok. 4/7  
Üsküdar/İSTANBUL
- E-posta** : andac@derinpinar.net
- Lisans** : 2007-2009 İ.T.Ü. Denizcilik Fak. Deniz Ulaşt. ve  
İşletme müh. Bölümü
- Lisans** : 2009-2012 İ.T.Ü. İnşaat Fak. Geomatik  
Mühendisliği Bölümü
- Mesleki Deneyim** :2012- 2014 Uzaktan algılama çözümleri üzerine  
çalışmakta