

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ DESTEKLİ
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE
TOPLU KONUT YER SEÇİMİ**

Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Serhat DOĞRAMACI

**FBE Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı
Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fatmagül BATUK

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Çok Ölçütlü Karar Analizi ve Yöntemler.....	3
2.1.1 Karar Analizinin Modellenmesi.....	3
2.1.2 Normalleştirme.....	6
2.1.2.1 Doğrusal Ölçek Dönüşümü.....	7
2.1.2.1.1 En Büyük Değer Yöntemi.....	7
2.1.2.1.2 Değer Aralığı Yöntemi.....	7
2.1.2.2 Değer Fonksiyonu Yaklaşımı.....	8
2.1.2.3 Olasılıksal Yaklaşım.....	9
2.1.2.4 Bulanık Küme Üyeliği.....	10
2.1.3 Ağırlıkların Belirlenmesi.....	12
2.1.3.1 Sıralama Yöntemi.....	12
2.1.3.2 İkili Karşılaştırma Yöntemi.....	12
2.1.4 Basit Ağırlıklı Toplama Yöntemi.....	15
2.1.5 Sıralı Ağırlıklı Ortalama Çözümlemesi.....	16
2.2 ÇÖKV'nin Toplu Konut Yer Seçiminde Kullanımı.....	18
3. UYGULAMA.....	20
3.1 Karar Probleminin Tanımlanması.....	20
3.2 Yöntem ve Veriler.....	20
3.2.1 Ölçütlerin Belirlenmesi.....	21
3.2.2 Verilerin Hazırlanması.....	23
3.3 Dönüşümler.....	25
3.3.1 Öklit Mesafesi Hesabı.....	25
3.3.2 Normalleştirme.....	26
3.4 Ağırlıkların Belirlenmesi.....	29
3.5 Karar Çözümlemeleri.....	30
3.5.1 Basit Ağırlıklı Toplama Yöntemi.....	30
3.5.2 Sıralı Ağırlıklı Ortalama Yöntemi.....	34
3.6 Uygulama Bulguları ve Çözümleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	37

4.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	39
	KAYNAKLAR.....	41
	EKLER.....	44
Ek 1	Toplu Konut Yer Seçimi Model Diyagramı.....	45
Ek 2	Model Diyagramının Raporu.....	46
Ek 3	Arazi Alternatifleri.....	56
Ek 4	Anayollara Yakınlık Haritası.....	57
Ek 5	Atık Arıtma Tesislerine Uzaklık Haritası.....	58
Ek 6	Okullara Yakınlık Haritası.....	59
Ek 7	Havalimanına Yakınlık Haritası.....	60
Ek 8	Hastanelere Yakınlık Haritası.....	61
Ek 9	Alışveriş Merkezlerine Yakınlık Haritası.....	62
Ek 10	Çalışma Bölgesi.....	63
Ek 11	Toplu Konut Yer Seçimi Sentez Haritası.....	64
Ek 12	Toplu Konut Yer Seçimi Sınıflandırılmış Sentez Haritası.....	65
	ÖZGEÇMİŞ.....	66

KISALTMA LİSTESİ

ADB	Ağırlıklı Doğrusal Birleşim
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
AVM	Alışveriş Merkezi
BAT	Basit Ağırlıklı Toplama
Bkz.	Bakınız
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇÖKA	Çok Ölçütlü Karar Analizi
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
SAO	Sıralı Ağırlıklı Ortalama
TO	Tutarlılık Oranı
Tİ	Tutarlılık İndeksi
TG	Tesadüfilik Göstergesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Karar analizlerinin akış şeması.....	4
Şekil 2.2 CBS’de analitik hiyerarşi yöntemi.....	6
Şekil 2.3 Orta değer metodunun uygulaması.....	8
Şekil 2.4 Olasılıksal yaklaşım yardımıyla gerçekleştirilen normalleştirme örneği.....	9
Şekil 2.5 Bulanık üçgen ve bulanık yamukların grafik gösterimi.....	11
Şekil 2.6 Bulanık küme fonksiyonları yardımıyla normalleştirilmiş verilerin elde edilmesi..	11
Şekil 2.7 Bulanık mantıkla oluşturulan sözel niceliklere bağlı sentez haritaları.....	18
Şekil 3.1 Çalışma bölgesinde belirlenen arazi alternatifleri.....	25
Şekil 3.2 Öklit mesafe değerlerinden oluşan normalleştirilmiş ölçüt katmanları.....	28
Şekil 3.3 BAT yönteminde kullanılan veriler ve işlemler.....	31
Şekil 3.4 BAT yöntemi uygulanarak elde edilen sentez haritası.....	32
Şekil 3.5 Yeniden sınıflandırılmış sentez haritası.....	33
Şekil 3.6 Alternatiflerin BAT yöntemiyle elde edilen sentez değer dağılımları.....	34
Şekil 3.7 Arazi alternatiflerine ait SAO hesap grafiği.....	36

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Sözel terimlerin bulanık sayılara dönüşümü.....	10
Çizelge 2.2 Çeşitli sıralama yöntemleri yardımıyla ağırlık tayini.....	12
Çizelge 2.3 İkili ölçüt karşılaştırmasında önem skalası.....	13
Çizelge 2.4 Karşılaştırma matrisi.....	13
Çizelge 2.5 İkili karşılaştırma yöntemine göre ağırlık matrisinin hesaplanması.....	14
Çizelge 2.6 Ölçüt sayılarına göre atanacak olan sabit TG değerleri.....	15
Çizelge 2.7 α katsayısının seçilen belirli değerlerine karşılık gelen nicelik tanımları.....	17
Çizelge 2.8 Sıralı ağırlıklı ortalamanın hesaplanması.....	17
Çizelge 3.1 Kullanılan verilere ait OBJE_ID değerleri.....	24
Çizelge 3.2 Ölçüt katmanlarına ait en büyük piksel değerleri.....	26
Çizelge 3.3 Alternatiflerin normalleştirilmiş ölçüt katmanlarındaki değerleri.....	27
Çizelge 3.4 Değerlendirme ölçütlerinin ikili karşılaştırma matrisi.....	29
Çizelge 3.5 Bağlı ölçüt ağırlıkları.....	29
Çizelge 3.6 Alternatif arazilerin sentez haritası üzerinde aldıkları değerler ve sıralamaları...	33
Çizelge 3.7 1 numaralı arazi alternatifi için SAO hesabı	35
Çizelge 3.8 α 'nın çeşitli değerleriyle yapılan alternatiflere ait SAO hesapları.....	36
Çizelge 3.9 Alternatiflerin sentez değerlerinin sıralaması.....	37

ÖNSÖZ

Çok kriterli karar verme yöntemleriyle gerçekleştirdiğim bu toplu konut yer seçimi uygulamasından, Coğrafi Bilgi Sistemi destekli karar verme problemleri, toplu konut ve yer seçimi konularında araştırma yapan herkesin faydalanabilmesini temenni ederim.

Bu tez çalışmasının her adımında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatmagül BATUK'a, Doç. Dr. Hülya DEMİR'e, Yrd. Doç. Berna DİKÇINAR SEL'e, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde ve Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nde görevli değerli hocalarıma, değerli arkadaşım Özgür DÖNMEZ'e ve desteklerini her an hissettiğim aileme teşekkür ederim.

Ocak 2009

Serhat DOĞRAMACI

ÖZET

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ DESTEKLİ ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE TOPLU KONUT YER SEÇİMİ

Serhat DOĞRAMACI

Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Çok sayıda ölçüt ile yapılan mekansal karar analizleri, karar vericinin çeşitli veriler ile yapacağı farklı sorgulamaların üstüste bindirilerek tek bir paydada birleştirilmelerine dayanır.

Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV), karar vericinin önceliklerine göre değişen öneme sahip ölçütleri kapsar. Bu nedenle ölçütlerin bağıl önemi hakkında bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Ölçüt ağırlıkları, karar vericinin tercihleri doğrultusunda oluşturulur ve normalleştirilmiş ölçüt verileri ile bir dizi matematiksel işleme sokularak, sentez verisini meydana getirir. Bu veri, karar vericiye aranan ölçütler doğrultusunda amaca en uygun olan alternatif hakkında fikir verir.

Bu çalışmada, ÇÖKV yöntemlerinin mekanla ilgili bir karar verme durumu için karşılaştırılması amaçlanmıştır. Amacı gerçekleştirmek için Basit Ağırlıklı Toplama (BAT) yöntemi ile bulanık mantık temelli Sıralı Ağırlıklı Ortalama (SAO) yöntemleri, toplu konut yer seçimi örneğinde uygulanmıştır. BAT yöntemi basit işlem adımlarıyla karar vericilere kısa sürede kendi içinde tutarlı bir çıkarım yapabilme imkanı tanımaktadır. SAO yönteminde ise karar verici, bulanık mantık çerçevesinde tutarlılıktan uzaklaşma riskini göze alarak, alternatiflerin farklı kriter ağırlıkları karşısındaki olası performanlarını irdeleyebilmektedir. Bu yöntemlerin toplu konut yer seçiminde kullanımı, planlama aşamasında, beklentilere en iyi şekilde yanıt verecek konut arazilerinin tespitini mümkün kılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Çok ölçütlü karar verme, mekansal karar destek sistemleri, toplu konut yer seçimi, ölçüt ağırlığı, normalleştirme, basit ağırlıklı toplama, sıralı ağırlıklı ortalama.

JÜRİ:

1. Prof. Dr. Fatmagül BATUK
2. Doç. Dr. Hülya DEMİR
3. Doç. Dr. İclal DİNÇER

Kabul tarihi: 10.03.2009

Sayfa Sayısı: 66

ABSTRACT

IMPLEMENTATION of GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM BASED MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS for MASS HOUSING SITE SELECTION

Serhat DOĞRAMACI

Geodesy and Photogrammetry Engineering, M.S. Thesis

Geospatial decision analysis made via using multi criteria is based on uniting various cross-examinations of the decision maker (through the use of various criteria), under a single denominator by adding them on top of each other.

Multi-Criteria Decision Making (the Turkish abbreviation being ÇÖKV) includes criteria, where the importance of these criteria is dependant on the priorities of the decision maker. Therefore information about the relative importances of these various criteria should be obtained. The weights of the criteria are formed based on the choices of the decision maker and then these normalized criteria data are put into a set of mathematical transactions to get the synthesis layer. This layer, gives an idea to the decision maker through the use of various criteria examined about the alternative which best fits the purpose.

In this thesis, it is aimed to compare the methods of MCDM, to be able to decide about the location. In order to fulfill the aim, Simple Additive Weighting (SAW) and fuzzy logic based Ordered Weighted Averaging (OWA) methods are used in a mass housing site selection sample. SAW method enables the decision makers to reach findings which are consistent in themselves in a very short period of time, via simple transactional steps. Under OWA method, the decision maker (through the use of fuzzy logic) takes the risk of loosing consistency and analyzes performances of alternatives under different criteria weights. Using these methods in mass housing site selections, enable determination of most satisfactory housing areas in the planning phase.

Keywords: multi-criteria decision making (MCDM), simple additive weighting (SAW), ordered weighted averaging (OWA), mass housing site selection, spatial decision support system, criterion weight, standardization.

JÜRİ:

4. Prof. Dr. Fatmagül BATUK
5. Doç. Dr. Hülya DEMİR
6. Doç. Dr. İclal DİNÇER

Kabul tarihi: 10.03.2009

Sayfa Sayısı: 66

1. GİRİŞ

Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA), bir amaç doğrultusunda birçok alternatif arasından seçim yapabilmeyi sağlayan bir karar verme metodudur. Çoğunlukla, Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) kavramıyla eşanlamlı olarak kullanılır. Aranılan çok sayıdaki ölçütü en iyi şekilde karşılayan seçeneklerin, analitik olarak sıralanması mantığına dayanmaktadır. Günümüzde yeraltı su kaynaklarının yönetimi, mobil bilgi sistem tasarımlarında teknoloji seçimi ve iş başvurusunda bulunan adaylar arasından yapılan personel seçimi gibi pek çok alanda başvurulmuş bir uygulama halini almıştır (Pietersen, 2006; Ondrus, 2005; Dağdeviren vd, 2007).

En yaygın kullanılan ÇÖKA metotlarından biri, Basit Ağırlıklı Toplama (BAT) çözümlemesidir. Ekonomiden, sanayiye kadar pek çok farklı sektöre ait karar problemlerinde tercih edilen BAT yöntemi, firmaların finansal durumlarının karşılaştırılması, yapıların dayanıklılıklarının sorgulanması ve sel baskını gibi doğal afetlerde zarar görebilecek bölgelerin önceden kestirimi gibi kararlarda insanlığa hizmet etmektedir (Ginevicius vd, 2008; Saparauskas vd, 2006; Meyer vd, 2009)

ÇÖKV'nin bulanık mantık (fuzzy logic) temelli Sıralı Ağırlıklı Ortalama çözümlemesinde, hedefe uygunluklarına göre sıralanan alternatiflerin, ölçütleri sağlama derecelerine göre yeniden değerlendirilebilmesine olanak tanınmaktadır. Bu yöntem; olasılıksal risk analizi, mühendislik tasarım uygulamalarında materyal seçimi, şehirlerdeki yaşam kalitesinin dağılımının belirlenmesi gibi çok çeşitli alanlarda başvurulabilmektedir (Tsfamariam, 2008; Leephakpreeda, 2000; Chhetri vd, 2007).

Karar analizlerinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardan bir diğeri de, amaca en uygun yer seçimi problemleridir. Bu gibi işlemlerde, coğrafi verilerden yardım alarak gerçekleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemi destekli ÇÖKV'ye, C-ÇÖKV adı verilmektedir. Bununla ilgili olarak; arazi yönetimi, kentlerdeki yol güzergahlarına karar verilmesi ve donatı alanlarına yönelik büyük bütçeli yatırımlar için yer seçimine benzer pek çok farklı uygulama gerçekleştirilmiştir (Joerin vd, 2000; Klungboonkrong vd, 1998; Eldin vd, 2004).

C-ÇÖKA, mekansal ve mekansal olmayan verileri aynı potada eritebilme olanağından ötürü, konut yer seçimi uygulamalarının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Tkach vd, 1997). Toplu konut yer seçiminin; istihdam alanlarının konut yer seçimine etkileri, konut ve çevresel kalite memnuniyetini yükselten faktörler, Samsun Atakum Beldesinde yeni toplu

konutlar için yer seçimi gibi konularda gerçekleştirilmiş pek çok örneği mevcuttur (Cho, 2008), (Kellekci vd, 2006), (Öztürk vd, 2007).

Bu çalışmanın amacı, ÇÖKV yöntemlerinin mekanla ilgili bir karar problemine katkılarının karşılaştırılmasıdır. Amacı gerçekleştirmek için BAT yöntemi ile bulanık mantık temelli SAO yöntemleri, bir toplu konut yer seçimi örneğinde uygulanmıştır.

2. Bölümde, karar analizinin modellenmesi, problemin tanımlanması, alternatiflerin, ölçütlerin ve ağırlıkların belirlenmesi, işlem adımları, en yaygın kullanılan normalleştirme ve ağırlık belirleme yöntemleri ile doğrusal ve bulanık mantık karar çözümleme yöntemlerine değinilmiştir.

3. Bölümde, C-ÇÖKV'nin kullanımına yönelik bir örnek teşkil etmesi ve karar analizlerinde sıkça kullanılan BAT ve SAO yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla, İstanbul Anadolu yakasında, konut çevresinden memnuniyet bazlı olarak toplu konut yer seçimine yönelik gerçekleştirilen bir C-ÇÖKV uygulaması, tüm işlem adımlarına değinilerek ele alınmıştır.

4. Bölüm, yapılan çalışmayla ilgili sonuç ve önerileri içermektedir.

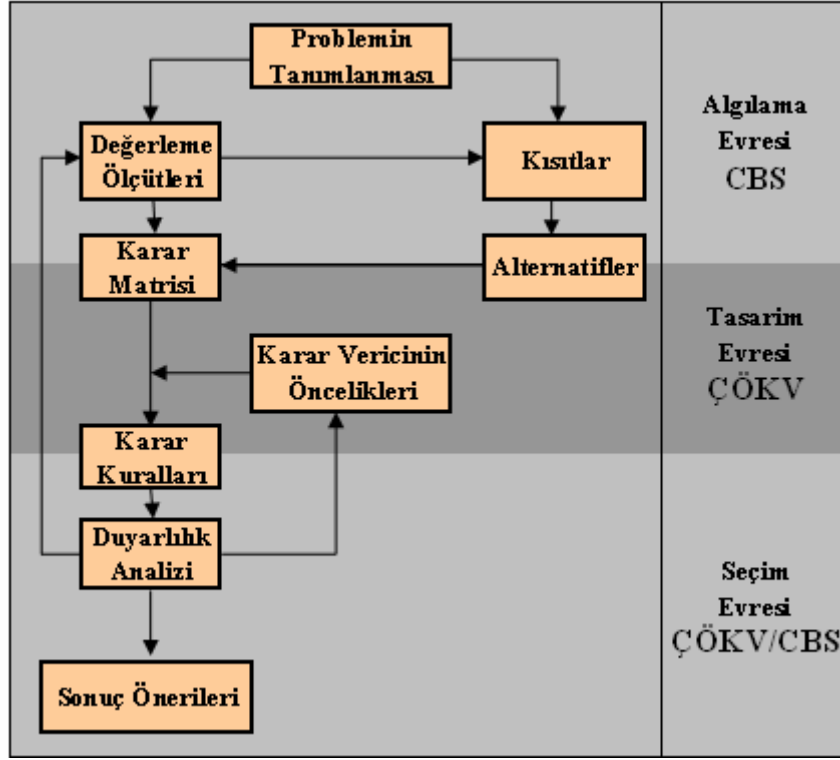
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çok Ölçütlü Karar Analizi ve Yöntemler

Karar verme, tek bir karar verici ya da karar vericiler grubu tarafından, seçenekler arasından amaca en uygun olan bir veya birkaç tanesinin seçilmesidir. Hayatın her alanında mikro ve makro ölçekte sayısız kararlar alınmaktadır. Elbette en basit çözüm, tek bir ölçütten yola çıkarak sonuca ulaşabilmektir. Ancak karmaşık problemler karşısında bu koşulu sağlayabilmek mümkün olmamaktadır. Karara etki eden ölçütlerin sayısı arttıkça, önem sıralaması ve ağırlık değerlerine dair yapılması gereken hesaplamalar gittikçe daha da karmaşıklaşmaktadır. Çok ölçütlü karar verme metodu, insan beyninin farklı kaynaklardan elde edilen çeşitli bilgileri işleme ve değerlendirebilme kapasitesinin matematiksel anlamda yetersiz kalmasından ötürü geliştirilmiştir ve karar sürecini ölçütlere göre modelleme ve analiz etme eylemine dayanır. Bu sayede, karara etki eden tüm ölçütleri ve bunlarla ilintili öznetelik bilgilerini bilimsel bir biçimde sürece dahil etmek mümkün olabilmektedir (Raubal vd, 2004).

2.1.1. Karar Analizinin Modellenmesi

CBS destekli ÇÖKA'nın en yaygın kullanım alanı, belirlenen ölçütler yardımıyla, arazi üzerindeki amaca en uygun bölgenin hangisi veya hangileri olduğuna karar verilmesidir. Bu süreç problemin tanımlanmasıyla başlar ve tavsiye niteliğindeki bir sonuç kararı ile biter. Sürecin kendi içindeki gelişim evreleri şeması Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Malczewski, 1999).



Şekil 2.1 Karar analizlerinin akış şeması (Malczewski, 1999)

- **Problem tanımlanması**

Bütün karar verme işlemleri *karar probleminin* tanımlanması ve netleştirilmesi ile başlar ve bu da ancak bir sistemin mevcut durumu ile olması amaçlanan hali arasındaki farklılıkların tespit edilmesiyle mümkündür (Malczewski, 2004). Problemin tanımlanması, karar verme sürecinin *idrak evresinde* yer almaktadır (Şekil 2.1). Elde edilen ham verilerin işlendikten sonra, tetkik edilerek problemin tanımlanabilmesine olanak sağlayacak hale getirilmesi işlemleri de yine idrak evresinin bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu aşamada coğrafi bilgi sistemleri, depolama, veri yönetimi ve yapılacak analizler konusunda büyük destek sağlamaktadır. Problemin tanımlanması aşaması, hedef veya hedeflerin belirlenmesi ile sonlanır. Bunlar açık ve herkesçe anlaşılır amaçlar olmalıdır. Amaçlar:

- Belli,
- Üzerinde uzlaşmış,
- Gerçekçi olmalıdır.

- **Ölçütlerin belirlenmesi**

Problem tanımlandıktan sonra, sıra ölçütlerin belirlenmesine gelir. Bir başka deyişle tanımlanan problemin çözümü için göz önünde bulundurulması gerekli olan çeşitli hedeflere etki eden ölçütlerin belirlenmesidir. Ölçütler için pek çok farklı coğrafi ölçüm değerlerine ihtiyaç duyulabilir. Ölçüm verilerinin belirlenen ölçütlere karşı gösterdikleri uygunluk değerleri, üzerinde karar verilecek olan seçenekler arasından hangisinin daha elverişli olduğunu gösterecektir. Bunun bir başka gösterimi de ölçüt değerlerinin harita üzerinde gösterimini mümkün kılan *ölçüt katmanları* ile mümkündür (Malczewski 1999).

- **Alternatifler**

Karar analizinin uygulandığı alanda birbiriyle kıyaslanan her bir bölge, özünde birer karar alternatifidir. Çoğunlukla ölçütler sayesinde karar uzayına getirilebilecek olan daraltmadan sonra geriye kalan elverişli seçenekleri temsil etmektedirler. Ölçüm değerleri ve ölçütlerin birbiri arasındaki örtüşme miktarları vasıtasıyla oluşan bu alternatiflerin, çalışmanın amacına ne derece uygun olduklarını ifade edebilmek için çeşitli sınıflar tanımlanır. “Elverişli”, “Orta Derecede Elverişli” ve “Elverişsiz” tanımlamaları, alternatiflerin hangi derecelendirme sınıfına dahil edildiklerini belirtmektedir. Bu ifadeler deterministik, olasılıksal ya da sözel şekillerde tanımlanabilmektedirler (Shalabi vd, 2006).

- **Ölçüt ağırlıkları**

Ölçütlerin ağırlıklandırılmalarının amacı, birbirleri arasındaki önem farklılıklarının belirlenmesidir. Ağırlıkların türetilmesi işlemi, karar vericinin önceliklerine bağlı olarak şekillenmektedir. Alternatifler, öznelilikler ve ağırlıklar, veri girdisi olarak biraraya getirildiklerinde, karar matrisi veya karar tablosu haline dönüştürülebilmektedirler. Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinde en çok tercih edilen yöntemler, BAT yöntemleridir (Öztürk vd, 2007). Bunun dışında tercihe ve ihtiyaca bağlı olarak bulanık mantığa dayalı ağırlıklandırma metodlarına da başvurulabilmektedir.

- **Karar kuralları**

Alternatiflerin, sorgulanan ölçütleri sağlayıp sağlamadıklarıyla ilgili oluşturulan sayısal nitelik değerlerine göre sıralanmalarını sağlayarak, hangisinin bir diğerine tercih edileceğini, ya da hangisinin en makbul tercih olabileceğini belirlemeye yarayan temel faktör, karar kurallarıdır. Örneğin, bir turistin elindeki navigasyon aletiyle kendine “en fazla 500 metre uzaklıktaki” otelleri sorgulaması, bir karar kuralıdır (Raubal vd, 2004). Böyle bir durumda, 505 metre uzaktaki bir otelin değerlendirme dışı bırakılması da söz konusu olabilir. Bunun ötesinde, nihai sonucu tayin edecek olan yine karar vericidir.

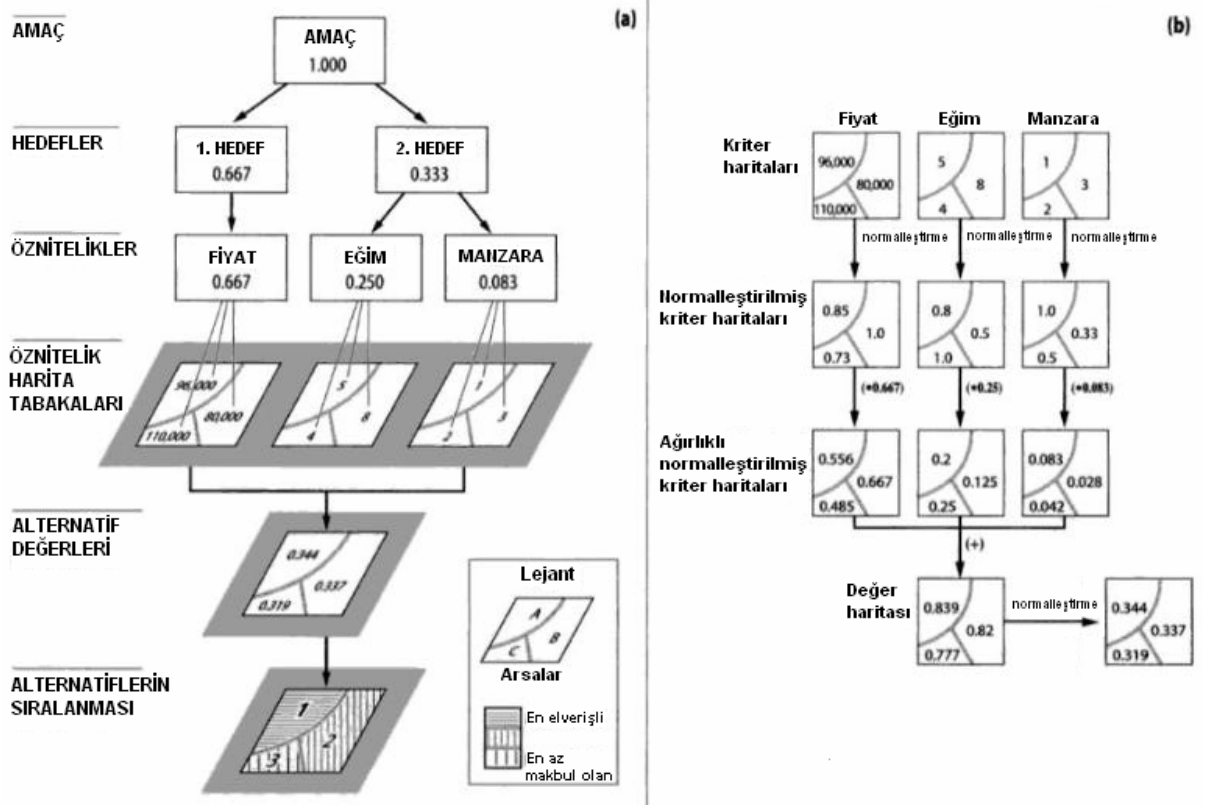
- **Duyarlılık analizi**

Verilen kararın ne kadar sağlıklı olduğunu sorgulamak amacıyla duyarlılık analizleri gerçekleştirilir. Bu işlem, veri girdileri üzerinde yapılan değişikliklerin, sistem çıktısına olan etkilerinin gözlemlenmesinden ibarettir. Verilerdeki değişimin, sonuca çok büyük bir etkide bulunmuyor olması, yapılan sıralamanın sağlıklı bir işlem olduğunu göstermektedir. Ancak duyarlılık analizi tatmin edici bir netice vermez ise, karar verme süreci boyunca yapılan tüm işlemleri en baştan başlayarak tekrar adım adım gözden geçirmek gerekebilmektedir (Öztürk vd, 2007). Duyarlılık analizi, hangi değerlerin verilen karar üzerinde daha yoğun etkilere sahip olduğunu kavramayı kolaylaştıran bir işlemdir.

- **Öneri aşaması**

Karar verme sürecinin neticesinde elde edilen nihai sonuçlar, geleceğe dair yapılmış olan önerilerdir. Ortaya konan bu öneriler, alternatiflerin sıralanma biçimi ve tüm sürecin duyarlılık analizlerine dayanmaktadır (Malczewski, 2002). Ve yalnızca tek bir alternatifi işaret edebilecekleri gibi, yeri geldiğinde bir dizi alternatifi de çözüm kümesine dahil edebilmektedirler. Bu neticelerin karar vericilere veya ilgili gruplara görsel bir biçimde sunulabilmesi, yapılan önerinin hem matematiksel, hem de coğrafi açıdan ne gibi anlamlar taşıyacağını anlaşılabilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Şekil 2.2’de, ilk olarak 1980 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ve ÇÖKV adımlarını hiyerarşik bir sırayla düzenleyen Analitik Hiyerarşi Yöntemi’nin (AHY) / Analytic Hierarchy Process

(AHP), amaç ve özniteliklerden oluşan bir girdi verisini, nasıl bir öneriye dönüştürdüğü gösterilmektedir.



Şekil 2.2 CBS ve analitik hiyerarşi yöntemi (Malczewski 1999)

2.1.2. Normalleştirme

Karar verme sürecinde pek çok farklı kaynaktan gelen çeşitli veriler kullanılabilir. Verilerin birbirleri arasındaki uyumlulukları doğrudan karara etki edecek olan önemli bir etmendir. Farklı katmanlara ait sayısal veri değerlerinin yanyana gelmeleri sonucu oluşabilecek ölçek orantısızlıklarının yanı sıra, öznitelik verilerinin birimleri arasındaki farklılıklar da, hesaplamalar sırasında kullanılacak verilerin ortak bir paydada bütünleşebilmesini imkansız kılan diğer faktörler arasında yer almaktadır. Örneğin, ikisi de sayısal değerler aldığı halde, derece ($^{\circ}\text{C}$) ve metre gibi iki ayrı birime sahip veriyi herhangi bir dönüşüm uygulamaksızın toplama veya çarpma gibi matematiksel işlemlere dahil etmek, karar verme sürecini tamamen hatalı bir yöne doğru sürükleyecektir. Bu nedenle kullanılacak öznitelik verilerinin birbirleriyle orantılı ve de uyumlu hale getirilebilmesi amacıyla normalleştirme işlemi uygulanır. Bu uygulamaları gerçekleştirmek amacıyla geliştirilen yöntemler; doğrusal ölçek dönüşümü, değer fonksiyonu yaklaşımı, olasılıksal yaklaşım ve bulanık küme üyeliğidir (Malczewski 1999).

2.1.2.1. Doğrusal Ölçek Dönüşümü

Doğrusal ölçek dönüşümü, ham veriyi standartlaştırılmış ölçüt değerlerine çevirir. Birkaç farklı çeşidi vardır. En yaygın olarak kullanılan iki yöntem; en büyük değer ve değer aralığı yöntemleridir.

2.1.2.1.1. En Büyük Değer Yöntemi

Bir veriyi normalleştirmenin en basit yolu, her bir veriyi, mevcut veri grubundaki en büyük değere bölmektir. Yani,

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (2.1)$$

veya

$$x'_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (2.2)$$

Maksimize edilmesi amaçlanan bir veri ile çalışılıyorsa, (2.1) formülü kullanılır. Bu gibi ölçütlere fayda ölçütü denmektedir. Tam aksi durumlarda, yani maliyet ölçütleri için kullanılacak olan verilerde ise (2.2) formülü kullanılmaktadır.

Bu dönüşüm yönteminin en büyük avantajı verilerin birbirlerine oranlarını bozmuyor olmasıdır. Örneğin, ham veriler 5, 17 ve 23 olsun. Bunların en büyük değer yöntemine göre normalleştirilmiş halleri 0.217, 0.739 ve 1.000'dir. Veriler arasındaki orantı bozulmamıştır. Yani, $5/17 = 0.217/0.739$, $5/23 = 0.217/1.000$ ve $17/23 = 0.739/1.000$ 'dir.

2.1.2.1.2. Değer Aralığı Yöntemi

Bu yöntemde (2.3) veya (2.4) numaralı formüller kullanılmaktadır:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2.3)$$

veya

$$x'_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2.4)$$

Paydalardaki $(x_j^{\max} - x_j^{\min})$ işlemi sonucunda elde edilen değer, ilgili ölçüte ait verilerin sahip olduğu değer aralığını temsil etmektedir. Normalleştirilmiş veriye ulaşmak için iki farklı yol kullanılmaktadır. İlkinde en küçük olan veri, diğer tüm veri değerlerinden çıkarılır ve değer aralığına bölünür. İkincisinde ise, tüm veriler en büyük veriden çıkarılarak, yine

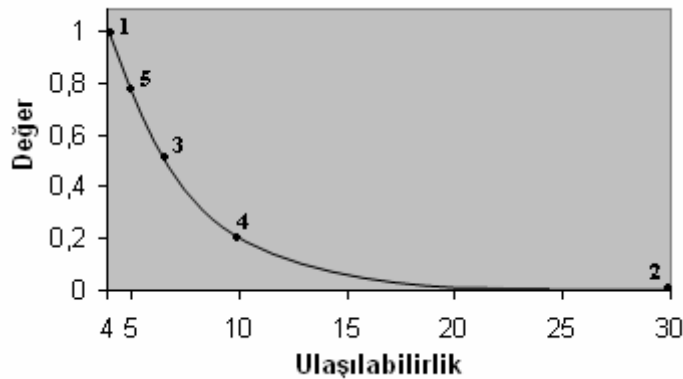
değer aralığına bölünür. Bunlardan birincisi fayda ölçütleri, ikincisi de maliyet ölçütleri için uygulanmaktadır.

Bu yöntemin en büyük avantajı verilerin tam olarak 1 ve 0 sayıları arasında değerler alıyor olmasıdır. En tercih edilmeyen özelliklere sahip olan veri, her zaman 0 değerini almaktadır. Ancak bu yöntem, en büyük değer yönteminde olduğu gibi oranlar arasında bir korunma sağlamaz. Örnek olarak yine 5, 17 ve 23 değerlerini kullanacak olursak, verilerin değer aralığı yöntemine göre normalleştirilmiş halleri 0, 0.666 ve 1 değerlerini alacaktır. $5/17 \neq 0/0.666$, $5/23 \neq 0/1$ ve $17/23 \neq 0.666/1$ eşitsizliklerinde, oranların korunmadığı görülmektedir.

2.1.2.2. Değer Fonksiyonu Yaklaşımı

Değer fonksiyonunun uygulamasında en yaygın olarak kullanılan yöntem, orta değer metodudur (Malczewski, 1999). Buna göre:

- Değer eğrisinin oluşturulacağı veri aralığı belirlenir ve bu aralığın uç noktaları için 0.0 ve 1.0 değerleri atanır.
- Bu iki uç nokta arasındaki orta değer noktası tespit edilir ve bu noktaya 0.5 değeri tayin edilir.
- 1. adımda belirlenmiş olan minimum ile, 2. adımda belirlenen nokta arasındaki orta değer noktası tespit edilir. Yine aynı şekilde 1. adımdaki maksimum ile, 2. adımda belirlenen nokta arasındaki orta değer noktası da tespit edilir ve bu noktalara 0.25 ve 0.7 değerleri atanır.
- 3. adımda tanımlanan işlemler, ihtiyaç duyulan hassasiyet derecesine bağlı olarak türetilen tüm noktalar arasındaki orta değer noktalarının tespiti için tekrar tekrar uygulanır.
- Tayin edilen bu noktalar üzerinden bir eğri çizilir ve bu eğrinin denklemi oluşturulur.



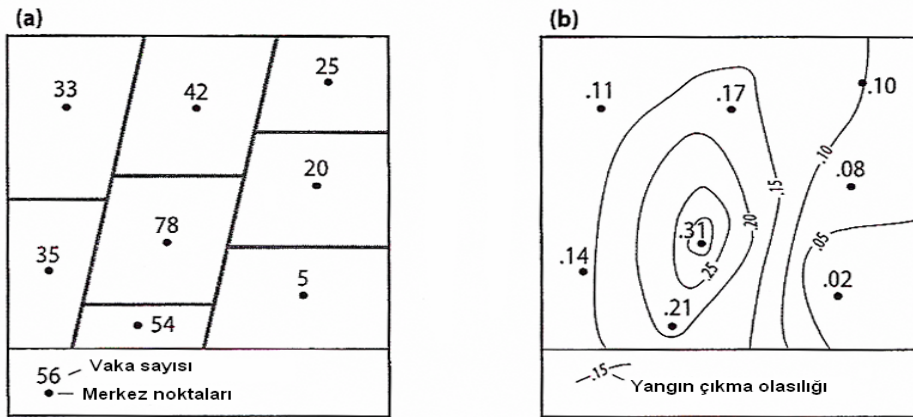
Şekil 2.3 Orta değer metodunun uygulaması

Değer fonksiyonu yaklaşımında, mevcut veri kümesi içindeki tüm öznel verileri, Şekil 2.3'te tanımlanan bu denklem kullanılarak, 0 ve 1 arasında değişen normalleştirilmiş değerler haline getirilirler.

2.1.2.3. Olasılıksal Yaklaşım

Bu yaklaşımın temeli olasılık teorisine dayanmaktadır (Malczewski, 1999). Buna göre, tek bir gözleme dayalı olarak elde edilen veriler, kesin olmaktan tamamen uzaktırlar. Bu verilerin doğruluklarıyla ilgili istatistiksel çıkarımlarda bulunabilmek için gözlemlerin, yani bir başka deyişle ölçümlerin pek çok kez tekrarlanması gerekmektedir. Bu yaklaşıma göre, veriler normalleştirildikleri takdirde sadece olasılıksal oranlara dönüşeceklerdir. Bu sayede geçmişe ait verilerden faydalanılarak, geleceğe dair tahminler yürütmek mümkün olabilmektedir. Belirli bölgelerin orman yangını gibi felaketlere ne kadar hazırlıklı olmaları gerektiği yönündeki tahminler, olasılıksal yaklaşıma örnek gösterilebilirler.

Şekil 2.4'te gösterilmiş olan örnekten yola çıkılarak, belli bir süre zarfında meydana gelen bölgesel yangın vakalarının sayısı toplanmış ve daha geniş bir arazi parçasında yaşanmış olan toplam yangın sayısı 292 olarak hesaplanmıştır. Merkezleri tanımlanmış olan bu bölgelerin yangın riskleriyle ilgili bir sorgulama yapmak istendiğinde, tüm veriler teker teker toplam değere bölünmüştür. Örneğin, daha önceden 33 yangın atlatmış olan bölgede tekrar bir yangın daha yaşanması olasılığı tüm bölge genelinde $33/292 = 0.113$ olarak hesaplanabilmektedir. Elde edilen bu normalleştirilmiş değerlerin genel toplamı 1'e eşit olacaktır. Sonrasında enterpolasyon yoluyla çizgiler geçirerek, araziyi yangın çıkma olasılığı bakımından benzerlik gösteren bölgelere ayırabilmek de mümkündür.



Şekil 2.4 Olasılıksal yaklaşım yardımıyla gerçekleştirilen normalleştirme örneği (Malczewski, 1999)

Bu yöntemin güvenilir bir hale gelebilmesi için verilerin sıklıkla güncellenmesi ve de çoğaltılması gereklidir. Ayrıca bu yöntem sayesinde, objektif olasılık hesaplarının yanısıra, karar vericinin tercihlerine dayalı olarak şekillendirilebilen tamamen subjektif olasılıklar da tanımlanabilmektedir. Bu aşamada kişisel birikimler, adalet duygusu ve sezgiler ön plana çıkmaktadır. Ancak karar vericiler yalnızca kendi görüşlerine dayanarak hareket etmek yerine, mevcut konu hakkında gerekli olan tüm bilgileri de gözönünde bulundurmaya mecburdurlar.

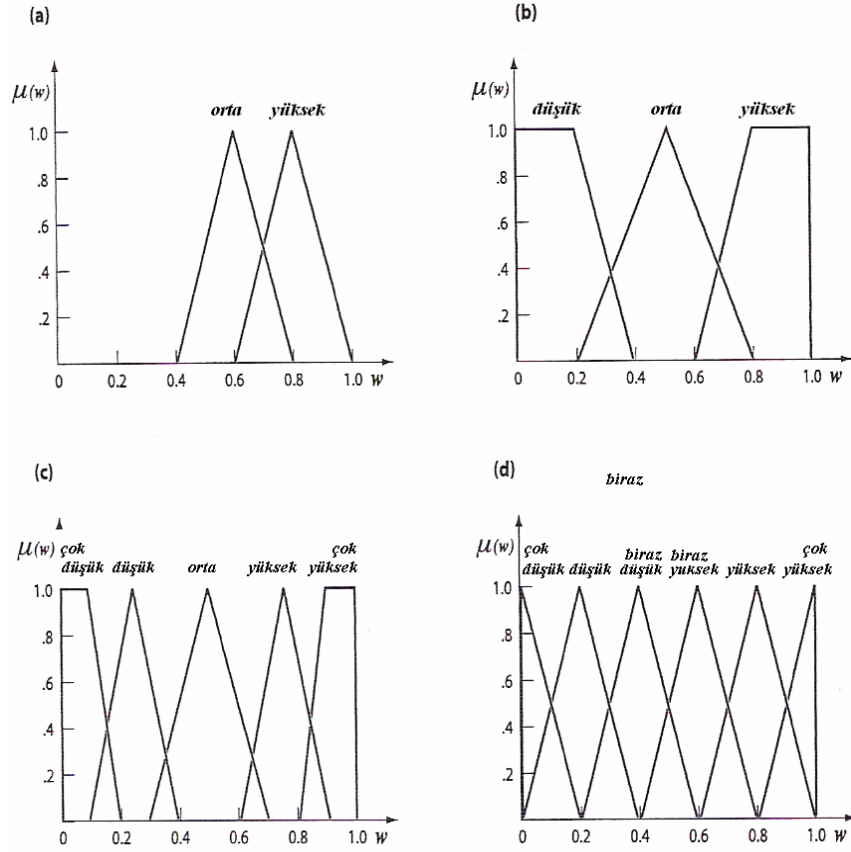
2.1.2.4. Bulanık Küme Üyeliği

Bulanık mantık modellerinde kullanılan iki temel bileşen vardır. Bunlardan biri bulanık sayılar, diğeri ise sözel değişkenlerdir. Bulanık mantığa dayalı normalleştirme işlemlerinde, mevcut verilerin bu bileşenlerle olan ilişkileri sorgulanır.

Çizelge 2.1 Sözel terimlerin bulanık sayılara dönüşümü

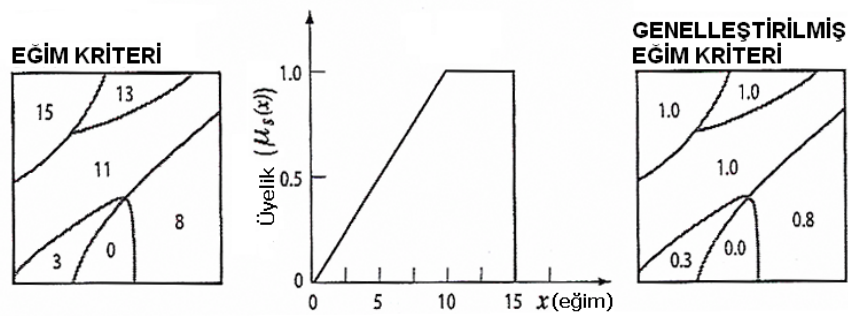
Sözel Terimler	Kullanılacak Olan Sözel Terimlerin Sayısı				
	2	3	5	7	9
Çok düşük			(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0.1, 0.2)	(0, 0, 0, 0.1)
					(0, 0, 0.1, 0.2)
Düşük		(0, 0, 0.2, 0.4)	(0.1, 0.25, 0.25, 0.4)	(0.1, 0.2, 0.2, 0.3)	(0, 0.2, 0.2, 0.4)
				(0.2, 0.3, 0.4, 0.5)	(0.2, 0.35, 0.35, 0.5)
Orta	(0.4, 0.5, 0.5, 0.8)	(0.2, 0.5, 0.5, 0.8)	(0.3, 0.5, 0.5, 0.7)	(0.4, 0.5, 0.5, 0.6)	(0.3, 0.5, 0.5, 0.7)
				(0.5, 0.6, 0.7, 0.8)	(0.5, 0.65, 0.65, 0.8)
Yüksek	(0.5, 0.8, 0.8, 1)	(0.6, 0.8, 1, 1)	(0.6, 0.75, 0.75, 0.9)	(0.7, 0.8, 0.8, 0.9)	(0.6, 0.8, 0.8, 1)
					(0.7, 0.9, 1, 1)
Çok Yüksek			(0.8, 0.9, 1, 1)	(0.8, 0.9, 1, 1)	(0.8, 1, 1, 1)

Çizelge 2.1’de gösterilen sözel değişkenler, verinin kendisinde aranan özelliğe ne kadar sahip olduğunu söze dayalı yollarla sorgulayabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bunların matematiksel olarak ifade edilebilmeleri için bulanık sayılara dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bulanık sayılar çoğunlukla Şekil 2.5 üzerinde gösterilen, yamuk, ikizkenar yamuk ve üçgenlerin kenarlarını tanımlamakta kullanılırlar (Klir vd, 1995).



Şekil 2.5 Bulanık üçgen ve bulanık yamukların grafik gösterimi (Malczewski, 1999)

Bulanık küme üyeliğindeyse mevcut veriler, daha önceden tanımlanmış olan bulanık mantık modelleriyle şekillendirilmektedirler. Yani verilerin bu kümelerle olan üyelik ilişkileri sorgulanarak, normalleştirilmiş bir sonuç verisine dönüştürülürler.



Şekil 2.6 Bulanık küme fonksiyonları yardımıyla normalleştirilmiş verilerin elde edilmesi (Malczewski, 1999)

Şekil 2.6'da gösterilen örnekte, eğim ölçütüne ait yüzde verileri gösterilmiştir. Bu verilerin istenen diklik koşullarına göre normalleştirilebilmesi için öncelikle diklik kümesinin tanımlanması gerekir. (0, 1, 1, 1) olarak tanımlanan bir bulanık sayılar kümesi için %10'dan

büyük olan değerlerin dik olarak tanımlanması halinde, %10'un üzerinde kalan tüm veriler 1 değerini alacaktır. %10'un altındakiler ise grafik üzerindeki 0 ve 1 değerleri arasında kalan doğru üzerindeki noktaları oluşturacaktır.

2.1.3. Ağırlıkların Belirlenmesi

ÇÖKV işlemlerinde kullanılan ölçütlerin birbirleri arasındaki önem sıralamasının sayısal ifadesi, ölçüt ağırlıkları olarak adlandırılır. Toplandıklarında 1 değerini veren bu ağırlıklar, aynı zamanda kriterlerin karara olan etki gücünü de temsil etmektedirler. En yaygın olarak kullanılan iki ağırlık belirleme yöntemi; sıralama yöntemi ve ikili karşılaştırma yöntemidir (Öztürk vd, 2007).

2.1.3.1. Sıralama Yöntemi

Bu yöntem, ağırlıklarına karar verilecek olan ölçütlerin, miktar belirtilmeden, yalnızca önem derecelerine göre sıralanmalarından ibarettir. Basit uygulamalarda yaygın olarak kullanılan üç farklı metodu vardır:

- Aritmetik Sıralama
- Ters sıralama
- Üstel Sıralama

Sıralama yöntemiyle ağırlık hesaplama işlemleri, formülleri ve örnek uygulamasıyla beraber Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Çeşitli sıralama yöntemleri yardımıyla ağırlık tayini

Ölçüt. n = 5	Sıra r_i	Aritmetik Sıralama		Ters Sıralama		Üstel Sıralama	
		Ağırlık $(n-r_i)+1$	Norm. Ağırlık	Ters Ağ. $(1/r_i)$	Norm. Ağırlık	Ağırlık $(n-r_i+1)^p$	Norm. Ağırlık
A	2	4	0,267	0,500	0,219	16	0,291
B	3	3	0,200	0,333	0,146	9	0,164
C	1	5	0,333	1,000	0,438	25	0,455
D	4	2	0,133	0,250	0,109	4	0,073
E	5	1	0,067	0,200	0,088	1	0,018
Σ		15	1,000	2,283	1,000	55	1,000

2.1.3.2. İkili Karşılaştırma Yöntemi

Bu yöntem, çok ölçütlü karar verme metotlarından biri olan AHY'de sıkça kullanılmaktadır (Özyörük vd, 2008). Ölçütler, sıralama yönteminin aksine birarada değil, ikili gruplar halinde

ayrı ayrı kıyaslanarak oran matrisleri oluşturulur. Yöntemde ikili karşılaştırmalar girdi veri olarak alınır ve çıktı veri olarak bağıl ağırlıklar oluşturur. Belirlenen ağırlıklar doğrudan karar vericinin subjektif bakış açısıyla şekillendirilmiştir. Bu ağırlıkları tek başına değerlendirme ölçütlerinin genel bir ölçütü olarak yorumlamak yanıltıcıdır (Öztürk vd, 2007). Aynı ölçütler, çeşitli karar amaçları doğrultusunda değişen öncelikler nedeniyle, farklı ağırlık değerleri alabilmektedir. İki ölçütten birinin diğerine oranla ne derece önemli olduğu ifade edilirken, Çizelge 2.3'te gösterilen önem skalasından faydalanılır.

Çizelge 2.3 İkili ölçüt karşılaştırmasında önem skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan oran matrisi $n \times n$ boyutlu bir kare matristir ve köşegeni üzerindeki bileşenler 1 değerini alırlar. Karşılaştırmalar bu bileşenlerin üzerinde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan değerler için ise üstteki değerlerin tersi alınır.

Çizelge 2.4 Karşılaştırma matrisi

	A	B	C	D	E
A	1	3	0,333	5	7
B	0,333	1	0,200	3	5
C	3	5	1	7	9
D	0,200	0,333	0,143	1	3
E	0,143	0,200	0,111	0,333	1
Σ	4,676	9,533	1,787	16,333	25,000

Çizelge 2.4'te örneklenmiş olan bir karşılaştırma matrisinde her bir bileşenin, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünmesi sonucunda oran matrisi oluşur. Bu matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalaması, o sütunun temsil ettiği ölçüte ait w_j ağırlık değerlerini verecektir. Bu değerlerin oluşturduğu W ağırlık matrisi $n \times 1$ boyutlu bir matristir ve bileşenlerinin toplamı her zaman 1 değerine eşit olmalıdır. Çizelge 2.5'te, yukarıda verilen örnek çizelgedeki değerlere ait w ağırlık matris hesabı gösterilmiştir.

Çizelge 2.5 İkili karşılaştırma yöntemine göre ağırlık matrisinin hesaplanması

	Oran Matrisi					<i>W</i>
A	0,214	0,315	0,187	0,306	0,280	0,260
B	0,071	0,105	0,112	0,184	0,200	0,134
C	0,642	0,524	0,560	0,429	0,360	0,503
D	0,043	0,035	0,080	0,061	0,120	0,068
E	0,031	0,021	0,062	0,020	0,040	0,035
Σ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Ağırlık matrisi hesaplanırken meydana gelebilecek hatalar, karar sürecinin doğrudan sonuç verisini etkilemektedir. Bu nedenle karar verici tarafından gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaların kendi içinde tutarlı olması koşulu aranır. Varılan yargıların tutarlılıklarının doğrulanması amacıyla, Tutarlılık Oranı (TO)/Consistency Ratio (CR) hesaplanmalıdır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0.10'dur (Farkas, 2007). Eğer 0.10'dan daha yüksek bir TO ile karşılaşıyorsa, yapılan karşılaştırmalar tutarsız olarak kabul edilir ve ikili karşılaştırmalar, TO 0.10'un altında olacak şekilde yeniden tekrarlanmalıdır. Eğer bunu sağlamakta başarısız olunuyorsa, sürecin en başına dönerek problemin yeniden kurulması gerekmektedir.

TO'nun hesaplanabilmesi için, $n \times n$ elemanlı A karşılaştırma matrisi ile $n \times 1$ elemanlı W ağırlık matrisi (2.5) numaralı formülde görüldüğü gibi, birbiriyle çarpılarak $n \times 1$ elemanlı, D ağırlıklı toplam vektörü belirlenir.

$$D = [A] \times [W] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.414 \\ 0.699 \\ 2.743 \\ 0.341 \\ 0.177 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} = \begin{bmatrix} 5.432 \\ 5.204 \\ 5.455 \\ 5.030 \\ 5.093 \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2.6)$$

D ağırlıklı toplam vektörü ile W ağırlık vektörünün (2.6) numaralı formülde gösterildiği gibi, matris satır elemanlarının eşleştirilerek birbirine bölünmesiyle, E tutarlılık vektörü, bu

vektörün elemanlarının toplam değerinin faktör sayısını ifade eden n 'ye bölünmesiyle λ ve Tutarlılık İndeksi (Tİ) / Consistency Index (CI) hesaplanır (2.7).

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = 5.243 \quad (2.7)$$

$$TI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = 0.061 \quad (2.8)$$

λ , tutarlılık vektörünün ortalama değeridir. Tİ'nin karşılaştırılan ölçüt sayısına bağlı olarak değişen Tesadüfilik Göstergesine (TG)/Random Consistency Index (RI) bölünmesiyle TO hesaplanır (2.8). Tİ'nin farklı n ölçüt sayılarına göre dağılımını gösteren Çizelge 2.6'ya göre 5 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak Tİ değeri 1.12 olacaktır.

$$TO = \frac{TI}{TG} = 0.054 \quad (2.9)$$

Çizelge 2.6 Ölçüt sayılarına göre atanacak olan sabit TG değerleri (Aly vd, 2008)

n	TG	n	TG
1	0	7	1,32
2	0	8	1,41
3	0,58	9	1,45
4	0,9	10	1,49
5	1,12	11	1,51
6	1,24	12	1,58

TO'nun 0.10'un altında hesaplanması halinde, yapılan karşılaştırmaların yeterli derecede tutarlılık sergilediği ve değerlendirmenin devam ettirilebileceği kabul edilir.

2.1.4. Basit Ağırlıklı Toplama Yöntemi

BAT (Simple Additive Weighting-SAW), ÇÖKV işlemlerinin karar aşamasında en sık başvuru çözümlene yöntemidir. Alternatiflerin ölçütlere ait performans değerleri, ölçüt ağırlıklarıyla çarpılır ve üstüste bindirilerek her alternatif için genel bir toplam elde edilir. Matematiksel ifadesi (2.10) formülünde gösterildiği gibidir.

$$U(a) = \sum_{j=1}^n w_j g_j(a) \quad (2.10)$$

Burada $U(a)$, a alternatifi için hesaplanmış olan genel toplamı, $g_j(a)$, a alternatifinin g ölçütüne karşı gelen performans değerini ve w_j ise ölçüt ağırlıklarını temsil etmektedir (Wong, 1999). Her alternatif için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Eğer problem, önceden belirlenmiş alternatifler arasında tercih yapma şeklinde tanımlanmamış ise, toplam alternatif sayısı, karar uzayındaki toplam nokta sayısına eşit olacak ve karar uzayındaki her nokta için aynı işlemin tekrarlanmasını gerektirecektir (Taha, 1997). Arazi uygunluk problemlerinde sıkça başvuru bu yöntemin neticesinde, sentez haritası adındaki grafik veriler elde edilmektedir. Bu verilerdeki en yüksek değere sahip noktalar, problemin çözümü için en elverişli olan alternatiflerdir.

2.1.5. Sıralı Ağırlıklı Ortalama Çözümlemesi

Klasik karar verme metotları, ağırlıkların normalleştirilmiş öznitelik verileriyle çarpılmalarından sonra, her bir ölçüt için ayrı ayrı hesaplanan bu değerlerin birbirleriyle toplanması ilkesine dayanmaktadır. BAT haricinde, Ağırlıklı Doğrusal Birleşim işlemi (ADB)/Weighted Linear Combination (WLC) olarak da adlandırılan bu yöntemde, verileri işleme dahil ederken, alternatiflerin ölçütlerin ne kadarını iyi derecelerde sağladığı konusunda ilgililenilmez ve hepsine eşit davranarak sonuca ulaşmaya çalışılır. Ancak bulanık mantık modellerinde bu böyle değildir. SAO, en temel anlamda, tüm ölçütlerin sağlanmasıyla oluşacak MIN operatörüyle, en azından tek bir ölçütün bile sağlanması durumunda ilgili verileri işleme dahil edecek olan MAX operatörü arasındaki geçişi tanımlamaktadır. Burada MIN operatörü kesişimi, MAX operatörü ise birleşimi temsil eder (Malczewski, 2006).

Sıralı ağırlıklı ortalama yönteminde, mevcut kesişim, birleşim ve ortalama operatörlerinden elde edilen veriler tek bir paydada buluşturularak genelleştirilebilmektedirler. VE (AND) ile VEYA (OR) operatörleri doğrudan MIN ve MAX operatörlerini işaret etmekte ve sıralı ağırlıklı ortalama yönteminin sağlayabileceği en uç değerleri vermektedirler. Bunların haricinde kullanılacak olan farklı nicelik katsayıları sayesinde, yaygın olarak başvuru diğer metotlara da dönüşüm sağlanabilmektedir. Niceliklerle yönlendirilen SAO operatörü şu şekilde tanımlanmıştır:

$$SAO_i = \sum_{j=1}^n \left(\left(\sum_{k=1}^j u_k \right)^\alpha - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k \right)^\alpha \right) z_{ij} \quad (2.11)$$

Burada u_k sıralı ölçüt ağırlıklarını, z_{ij} sıralı ölçüt değerlerini, α ise nicelik katsayısını temsil etmektedir. α katsayısının seçilen belirli değerlerine karşılık gelen nicelik tanımları Çizelge 2.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 α katsayısının seçilen belirli değerlerine karşılık gelen nicelik tanımları

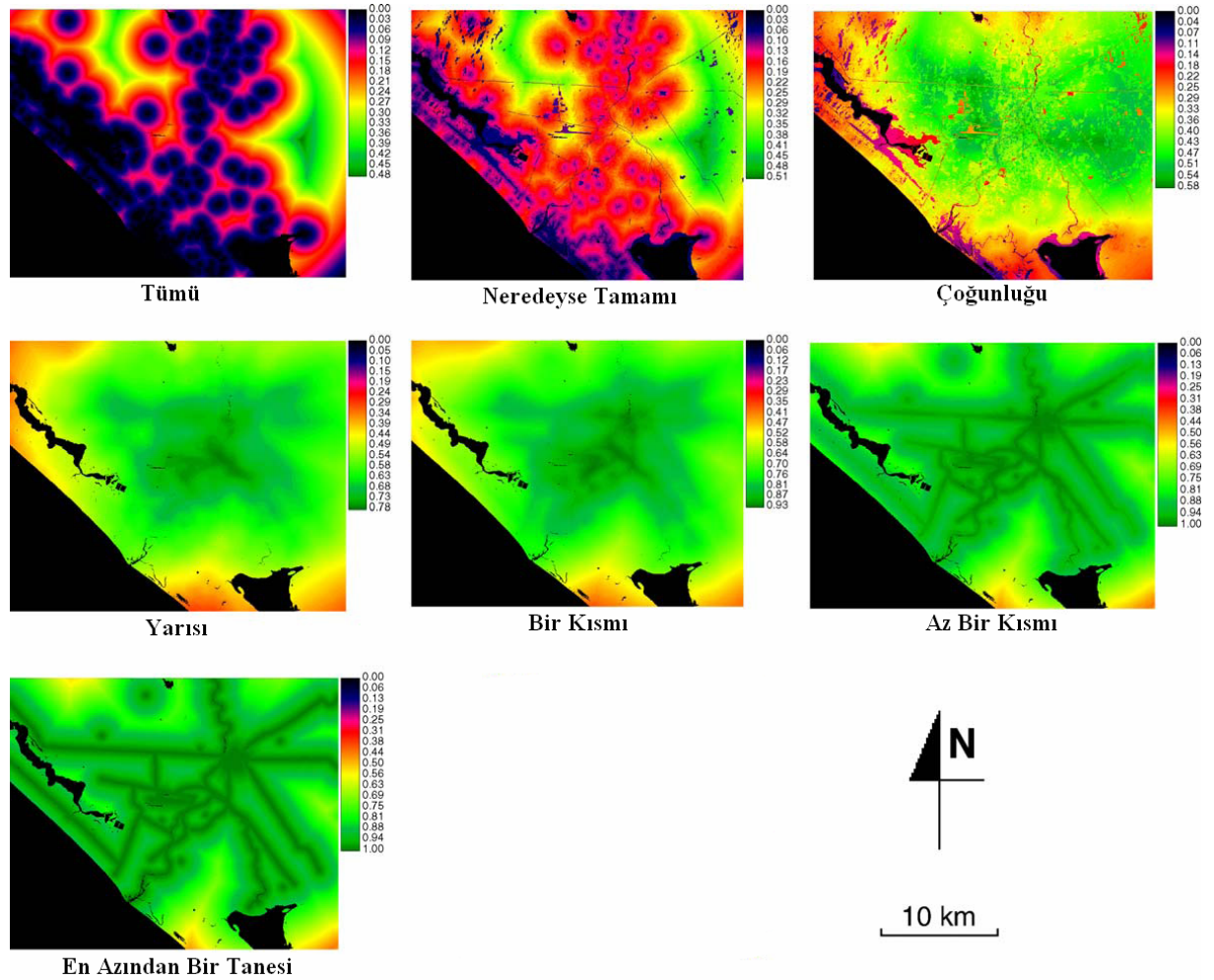
α	Sözel nicelikler	SAO ağırlıkları	VEYA	VE	CBS işlemleri
$\alpha \rightarrow 0$	En azından bir tanesi	$v_i = 1; v_j = 0$	1	0	SAO (VEYA, MAX)
$\alpha = 0,1$	En azından bir kısmı	*	*	*	SAO
$\alpha = 0,5$	Bir kısmı	*	*	*	SAO
$\alpha = 1$	Yarısı (özdeşlik)	$v_j = 1/n$	0,5	0,5	SAO (BAT)
$\alpha = 2$	Çoğunluğu	*	*	*	SAO
$\alpha = 10$	Neredeyse tamamı	*	*	*	SAO
$\alpha \rightarrow \infty$	Tümü	$v_n = 1; v_i = 0$	0	1	SAO (VE, MIN)

Sıralı ağırlıklı ortalamanın hesaplanabilmesi için daha önceden elde edilmiş ağırlıklara ihtiyaç vardır. Bölüm 3.4.1’de anlatıldığı şekilde sıralama yöntemiyle elde edilen ağırlık değerleri, varsayımsal ölçüt değerleriyle işleme sokulduğunda, Çizelge 2.8’deki sonuçlar elde edilmektedir. Burada SAO’nun en uç noktadaki örnekleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.8 Sıralı ağırlıklı ortalamanın hesaplanması

j	Ölçüt değerleri α_{ij}	Ölçüt sıralaması r_i	Ölçüt ağırlıkları w_i	Sıralı ölçüt değerleri z_{ij}	Sıralı ölçüt ağırlıkları u_i	$\left(\sum_{k=1}^j u_k\right)^\alpha$	$\left(\sum_{k=1}^j u_k\right)^\alpha - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k\right)^\alpha$	$\left(\sum_{k=1}^j u_k\right)^\alpha - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k\right)^\alpha$
(a) En az bir tanesi ($\alpha = 0,0001$)								
1	0,2	2	0,290	0,8	0,073	1,000	1,000	0,800
2	0,3	3	0,164	0,5	0,018	1,000	0,000	0,000
3	0,0	1	0,455	0,3	0,164	1,000	0,000	0,000
4	0,8	4	0,073	0,2	0,290	1,000	0,000	0,000
5	0,5	5	0,018	0,0	0,455	1,000	0,000	0,000
Σ			1,000		1,000		1,000	0,800
(b) Özdeşlik ($\alpha = 1$)								
1	0,2	2	0,290	0,8	0,073	0,073	0,073	0,058
2	0,3	3	0,164	0,5	0,018	0,091	0,018	0,009
3	0,0	1	0,455	0,3	0,164	0,255	0,164	0,049
4	0,8	4	0,073	0,2	0,290	0,545	0,290	0,058
5	0,5	5	0,018	0,0	0,455	1,000	0,455	0,000
Σ			1,000		1,000		1,000	0,175
(c) Tümü ($\alpha = 1000$)								
1	0,2	2	0,290	0,8	0,073	0,000	0,000	0,000
2	0,3	3	0,164	0,5	0,018	0,000	0,000	0,000
3	0,0	1	0,455	0,3	0,164	0,000	0,000	0,000
4	0,8	4	0,073	0,2	0,290	0,000	0,000	0,000
5	0,5	5	0,018	0,0	0,455	1,000	1,000	0,000
Σ			1,000		1,000		1,000	0,000

Bu hesaplamaların çalışma bölgesindeki tüm noktalar için tekrarlanması halinde ortaya α değişkenine bağlı yeni sentez haritaları çıkmaktadır. Şekil 2.7’de, Malczewski’nin 2006’da gerçekleştirdiği bir karar verme uygulamasında hedefe en uygun bulunan bölgelerin, ölçütlerin doğrulanma oranlarına göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 2.7 Bulanık mantıkla oluşturulan sözel niceliklere bağlı sentez haritaları (Malczewski, 2006)

2.2. ÇÖKV'nin Toplu Konut Yer Seçiminde Kullanımı

İnşa edilecek yeni konutlar için yer seçimi, içinde pek çok farklı değişken ve ölçütü barındıran oldukça kompleks bir karar problemidir. Arazi koşullarının imara uygunluğu ya da çevre koşullarının konut sakinlerinin memnuniyeti için yeterli niteliklere sahip olup olmadığını sorgulamak gibi çeşitli amaçlarla, arazi ve çevresine ait pek çok farklı coğrafi ve coğrafi olmayan veri toplanmalıdır. Farklı cinsteki bu verilerden tek başlarına bir çıkarım

yapmak, yanıltıcı sonuçlar doğuracağı için, hepsini tek bir model içinde harmanlamak suretiyle karar vericiyi en doğru sonuca ulaştırma çabası, ÇÖKV işlemlerini, konut için yer seçimi problemlerinin vazgeçilmez bir ögesi haline getirmiştir.

ÇÖKV yöntemiyle saptanan konut alanı uygunluk kararları, tüm verilerin sayısal dönüşümlerden geçirilerek tek bir birime dönüştürülmesi ve sonrasında bir dizi matematiksel işleme tabi tutulmasıyla elde edilirler. Bu da karar vericiye, gerçekleştirdiği çalışmanın her safhasına geri dönerek gerekli düzeltmeleri yapabilme imkanını tanımaktadır.

Ölçüt ağırlıkları belirlenirken karar verici tarafından yapılan subjektif değerlendirmeler, problemin tanımlanması, ölçütlerin belirlenmesi ve ağırlıkların hesaplanması aşamalarıyla ilgili olarak yapılacak yoğun araştırmaları ve uzman görüşüne danışmayı zorunlu kılmaktadır.

3. UYGULAMA

3.1. Karar Probleminin Tanımlanması

CBS verilerinden faydalanılarak, İstanbul Anadolu yakasında inşa edilecek lüks bir toplu konut için yer seçiminde, konut çevresinden memnuniyet odaklı bir ÇÖKV uygulaması gerçekleştirilmiştir. En az 7 ha'lık bir alana kurulması planlanan toplu konutun, site içi güvenliğe, geniş yeşil arazi kullanımına, yeterli otopark alanına, yürüyüş yollarına ve çocuk parkı gibi sosyal donatılara sahip olacağı varsayılmaktadır.

3.2. Yöntem ve Veriler

Çalışma bölgesi, İstanbul Anadolu yakasının Şile haricinde kalan ilçelerinden oluşan 110.313 ha'lık bir alanı kaplamaktadır. Yazılım olarak, coğrafi verilerin işlenebilmesi ve çıkarım yapmaya olanak tanıyan ArcGIS (v9.2) programından faydalanılmıştır.

Bu yazılım aracılığıyla, araziyle ilgili, uygulamanın amacına yönelik ölçütler hakkındaki gerekli bilgileri toplayabilmek için, bölgenin ana arter, arazi kullanımı sınır haritaları ve uydu görüntü verilerine başvurulmuştur.

- Bina verisi olarak, 2004 yılı İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Topoloji Projesi verileri kullanılmıştır. Bu veriler İstanbul Deprem Master Planı Projesinde YTÜ Yerleşim ekibi tarafından yeniden düzenlenmiştir.
- Anayol verisi olarak, 2002 yılı Japan International Cooperation Agency (JICA)-İBB Projesi'ne ait, İBB yönetim sınırlarını kapsamakta olan yol verisi kullanılmıştır.
- Yapı adaları, park, vb. arazi kullanımına yönelik sınır verileri olarak, 2004 yılı İBB Topoloji Projesi'ne ait arazi kullanımı verisinden faydalanılmıştır. Bu veriler İstanbul Deprem Master Planı Projesinde YTÜ Yerleşim ekibi tarafından yeniden düzenlenmiştir.
- Uygu görüntüsü olarak, IKONOS adlı uyduya ait görüntü verileri kullanılmıştır.
- İstanbul, il ve ilçe sınır verileri kullanılmıştır.

İBB Topoloji Projesi verileri, 1/1000-1/5000 ölçekle halihazır haritalar kullanılarak hazırlanmıştır. 1/5000 ölçekli verilerden raster veri üretilirken genel yaklaşım piksel büyüklüğünün 20-50 m aralığında seçilmesidir (BÖHHÜY, 2005). Bu çalışmada bu yaklaşıma dayanılarak piksel büyüklüğü 50 m olarak kullanılmıştır.

Uygulamada gerçekleştirilen tüm dönüşüm ve katmanlar arası matematiksel işlemler, ArcGIS yazılımının “Model Builder” aracından faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan

“Toplu Konut Modeli”ne ait model diyagramı ve bu modelde gerçekleştirilen işlemlerin sıralandığı “Model Raporu” Ek 1 ve Ek 2’de sunulmuştur.

3.2.1 Ölçütlerin Belirlenmesi

Klasik ÇÖKV uygulamalarında, toplu konutlar için konut çevresinden memnuniyet odaklı yer seçimindeki en büyük öncelik merkeze yakınlık koşulu olarak değerlendirilmektedir. Ancak günümüzde, kentleşme, kapitalistleşme ve modernleşme süreçleri, kentsel alanlarda yapısal dönüşümleri ortaya çıkarırken, konut alanlarının ve sakinlerinin fiziksel ve toplumsal çevre algısını da değişime uğratmıştır (Yıldırım vd, 2004). Bu değişimde etkili olan faktörler, merkezdeki yoğun nüfus artışı, çarpık kentleşmeden kaynaklanan estetik yoksunluğu, gürültü, kirlilik, yeşil alanların yetersizliği, yükselen suç oranları, çocuklarını daha nezih bir çevrede büyütmeye arzusu, depreme dayanıksız yapılaşma ile ilgili kaygılar ve konfor arayışıdır (Kellekci vd, 2006).

Konut çevresinden memnuniyet hakkında kendisiyle yapılan birebir görüşmelerde, taşınmaz yatırım projeleri ve taşınmaz değerlemesi konularında uzman olan ve halen Y.T.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü’nde öğretim üyeliğine devam eden Doç. Dr. Hülya DEMİR’in, genel anlamda yaptığı ölçüt sıralaması, ulaşım olanakları ve kamusal alanlara yakınlık ve her türlü kirlilikten uzaklık şeklinde olmuştur. Burada kamusal alanlar havalimanı ve alışveriş merkezleri gibi her çeşit cazibe merkezini içermektedir. Ayrıca Demir, konutun kendisiyle ilgili olarak da, imar planında inşaata uygun gözüken yerlere ve deprem yönetmeliğine uygun bir biçimde inşa edilmiş olan konutların, bireylerdeki depreme dair korkuları gidererek ayrıca bir memnuniyet sağladığını belirtmiş, ancak üst-orta sınıfa hitap eden inşaat firmalarının bu gibi koşulları hedef kitleye zaten sağlamakta olduğunu da eklemiştir (Demir, 2008).

Y.T.Ü. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Berna DİKÇINAR SEL ise konuya doğrudan sosyo-ekonomik açıdan yaklaşarak, konut ve komşuluk çevresinin özelliklerinin hanehalkının tercihlerindeki önemini ve bireylerin kendileriyle benzerlik gösteren insan gruplarıyla beraber yaşamak istediklerini vurgulamıştır. Bunlar daha izole, daha huzurlu ve daha güven içinde hissetme ihtiyacının bir sonucudur. Artacak ulaşım maliyetlerini karşılamayı göze alabilen bir kitle, kent merkezlerini terk etmekte, daha kaliteli bir yaşam sürdürülebileceğine inanılan merkez dışındaki toplu konutlara yönelmektedir (Sel, 2008).

Sel'e göre, konut için yer seçiminde en önemli ölçüt olan kolay ulaşılabilirliği, kirlilikten uzak olma ve kültür, eğitim ve sağlık gibi sosyal donatı alanlarına yakın olma koşulları takip etmektedir. Ayrıca Sel, bu sayılan ihtiyaçlardan hepsinin özünde sınıf ayrımı gözetmeksizin, insanların genel yaşam gereksinimlerini temsil etmekte olduğunu belirtmiştir.

Konut çevresinden yüksek derecede memnuniyet, planlı yerleşim ve topluluğa sağlanan imkanlarla ilişkilidir. Planlı bir yerleşimde rekreasyon alanları, yerleşmenin sosyal-fiziksel özellikleri, ulaşım ve erişilebilirlik, sosyal donatılar, çocuk oyun alanları, kültür ve eğlence aktiviteleri ve güvenlik, konut çevresi kalitesinden memnuniyete pozitif etki etmektedir (Kellekci vd, 2006).

Bu nedenle otomobile daha bağımlı bir hayat sürdürmenin maliyetini karşılayabilecek gelir düzeyine sahip olan üst ve orta-üst sınıfa yönelik toplu konut yer seçimlerinde, ulaşım olanaklarının gelişimi sonucu, merkeze yakınlığın bir koşul olarak aranmasından vazgeçilmiştir. Kent dışındaki yeni kurulan lüks toplu konutlarda, depreme dayanıklılık, çeşitli sosyal donatılarla rekreasyon alanlarını kendi bünyesinde barındırma, güvenlik, estetik ve konfor gibi çeşitli hususlarda sağlanan memnuniyet, üst gelir düzeyine hitap edecek olan bir toplu konutun yer seçiminde öncelikli ölçüt olarak merkeze yakınlık koşulunun yerini, merkeze kolay ulaşımı sağlayan anayollara yakınlık koşulunun almasına neden olmuştur (Sel, 2008).

İnşa edilen toplu konutların, hedef kitleye vaat ettiği bir husus da, kirlilikten uzak bir ortamda, konut sakinlerinin hem kendileri hem de çocukları için daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilme güvencesidir. Bu nedenle toplu konut alanı seçilirken, katı ve sıvı atıkların toplanıp işlenerek arıtıldığı tesislere uzak olma koşulu aranmaktadır.

Yakın olma koşulunun arandığı diğer bir obje ise, alışveriş merkezleridir (AVM). Günümüzde yalnızca market alışverişinin gerçekleştirilebileceği bir alan olmaktan çıkan AVM'ler, bünyelerindeki hiper marketler, sinema salonları, restoranlar, spor tesisleri ve dinlenme alanları gibi sosyal donatılar sayesinde, insanların içinde eskisinden çok daha fazla vakit geçirmeye başladıkları mekanlar haline gelmişlerdir. Bu özellikleri nedeniyle çevrelerindeki arsaların pirim yapmaya başlamasına ve yeni yatırımlar konusunda ilgi odağı olmasına sebebiyet veren AVM'ler, tek başlarına bir cazibe merkezi haline gelmişlerdir.

Toplu konutlarda oturacak olan hedef kitlenin çoğunluğunu oluşturan çekirdek ailelerin konut yeri seçimlerine etki eden hususlardan bir diğeri de kaliteli eğitim alanlarına yakınlıktır. Bu nedenle toplu konut alanlarının çevrelerinde ilköğretim okulları ve liselere

yakın olma koşulu aranmaktadır. Ancak ülkemizde, özellikle devlete ait ilköğretim kurumlarının eğitim kalitesi bakımından yetersiz görülen imajından ötürü, üst ve üst-orta sınıf mensupları, çocuklarını genellikle özel okullara göndermektedirler.

Sağlık hizmetlerinden faydalanılan hastanelere yakın olma koşulu da yine konut sakinlerinin hem kendileri hem de çocukları için sahip olmak istedikleri bir güvencedir. Özellikle acil durumlarda, konuta en yakın hastaneye ulaşım süresi hayati önem taşıyabilmektedir.

Uzun planlama süreçleri ve yatırımların neticesinde inşa edilen havalimanlarına yakın olma koşulu da, konut yeri seçiminde belirleyici bir unsur olarak önemini korumaktadır. Havalimanları, bölgedeki kent dokusunu, talebin artması yönünde etkilemektedirler. Havalimanına ulaşabilmek için yapılan karayolu seyahatlerinin süre bakımından uzunluğu, tüm seyahatin konforunu etkilemektedir. Örneğin, uçakla 1 saat içinde Antalya'dan İstanbul'a gelebiliyorken, havalimanından çıkarak oturdukları konuta ulaşmalarının da yine 1 saati bulması, özellikle sık seyahat eden kişilerde memnuniyetsizliğe neden olmaktadır.

Yukarıda açıklanan tüm sebeplerden ötürü, bu çalışmada toplu konut çevresinden memnuniyet ölçütleri olarak, anayollara, havalimanına, özel okullara, hastanelere, alışveriş merkezlerine yakınlık ve katı/sıvı atık arıtma tesislerine uzaklık koşulları aranacaktır.

Depreme dayanıklılık, güvenlik, geniş yeşil alan kullanımı, havuz, park, yürüyüş alanı ve çocuk oyun alanları gibi sosyal donatılara sahip olmak, üst tabakaya hitap eden toplu konutlarda bulunması gereken mutlak öğeler haline gelmiştir (Demir, 2008).

3.2.2 Verilerin Hazırlanması

Verilerin, bir ÇÖKV işleminde kullanılabilir hale getirilmeleri amacıyla, birtakım işlemler gerçekleştirilmiştir. Bunlar, çalışma bölgesinin sınırları içinde kalan verilerin saptanması, ölçütler hakkındaki veriler üzerinde yapılan sorgulamalar ve güncelleştirme çalışmalarıdır.

- **Yol Verileri**

Çalışma bölgesi olan İstanbul Anadolu yakasındaki anayollar, bilgisayar ortamında, IKONOS uydu görüntüleri kullanılarak güncelleştirilmiştir. Verinin Avrupa yakası, Boğaziçi Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'ne ait kısımları silinmiştir.

- **Bina Verileri**

ArcGIS ortamında İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakalarına ait veriler ayrıştırılmış, ve Anadolu yakasına ait veri üzerinde yapılan öznitelik sorgulamaları neticesinde AVM, hastane, özel okullar, katı ve sıvı atık arıtma tesislerine ait binalar, sırasıyla "AVM", "hastane", "özelokul" ve "atıkarıtma" adlarıyla, "shp" formatındaki ayrı ayrı katmanlar halinde kaydedilmiştir. Yapılan sorgulamalarda kullanılan "OBJE_ID" öznitelik değerleri,

İBB Topoloji verilerine ait “top_ytu.excel” adlı veri listesi yardımıyla belirlenmiştir. Bu değerler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Kullanılan verilere ait OBJE_ID değerleri

Veriler	OBJE_ADI	OBJE_ID
AVM	Alışveriş merkezi	171
hastane	Devlet Hastanesi	111
	Kurum Hastanesi	112
	Özel Hastane	113
	SSK Hastanesi	114
	Üniversite Hastanesi	115
	Vakıf Hastanesi	116
ilkogretim	İlköğretim Özel	30
	İlköğretim Vakıf	31
	Lise Özel	34
	Lise Vakıf	35
atıkaritma	Atıksu Arıtma Tesisi	124
	Çöp Arıtma Tesisleri	125

“AVM” verisi, ArcGIS’e ait “Feature To Point” aracı yardımıyla “AVM__nokta” adlı nokta verisine dönüştürülmüştür. Bazı AVM’ler birden çok binadan oluştukları için, nokta verisindeki aynı adı taşıyan verilerden yalnızca bir tanesi seçilerek diğerleri silinmiş, seçilen noktalar temsil ettikleri AVM’lerin tam orta noktasına gelecek şekilde yeniden konumlandırılmıştır. AVM__nokta verisi, yapılan araştırmalar doğrultusunda, yeni açılan alışveriş merkezlerinin de üzerine ilave edilmesiyle güncelleştirilmiştir.

“Hastane” verisinde küçük çaplı poliklinikler ve sağlık ocaklarının ayrıştırılması amacıyla, 400 metre karenin üzerinde yüzölçümüne sahip olan hastaneler sorgulanarak kaydedilmiştir. Ardından “hastane” verisi, “Feature To Point” aracı yardımıyla “hastane__nokta” adlı nokta verisine dönüştürülmüştür. Her hastanenin yalnızca tek bir nokta ile temsil edilmesi amacıyla “hastane__nokta” verisi AVM__nokta verisinde yapılan ile aynı mantıkla yeniden düzenlenmiştir.

“Özelokul” verisi “Feature To Point” aracı yardımıyla “ozelokul__nokta” adlı nokta verisine dönüştürülmüştür. Her bir okulun yalnızca tek bir nokta ile temsil edilmesi amacıyla “ozelokul__nokta” verisi AVM__nokta verisinde yapıldığı gibi yeniden düzenlenmiştir.

“Atıkarıtma” verisi “Feature To Point” aracı yardımıyla “atıkarıtma__nokta” adlı nokta verisine dönüştürülmüştür. Her atık arıtma tesisinin yalnızca tek bir nokta ile temsil edilmesi amacıyla “atıkarıtma__nokta” verisi AVM__nokta verisinde yapılan ile aynı mantıkla yeniden düzenlenmiştir.

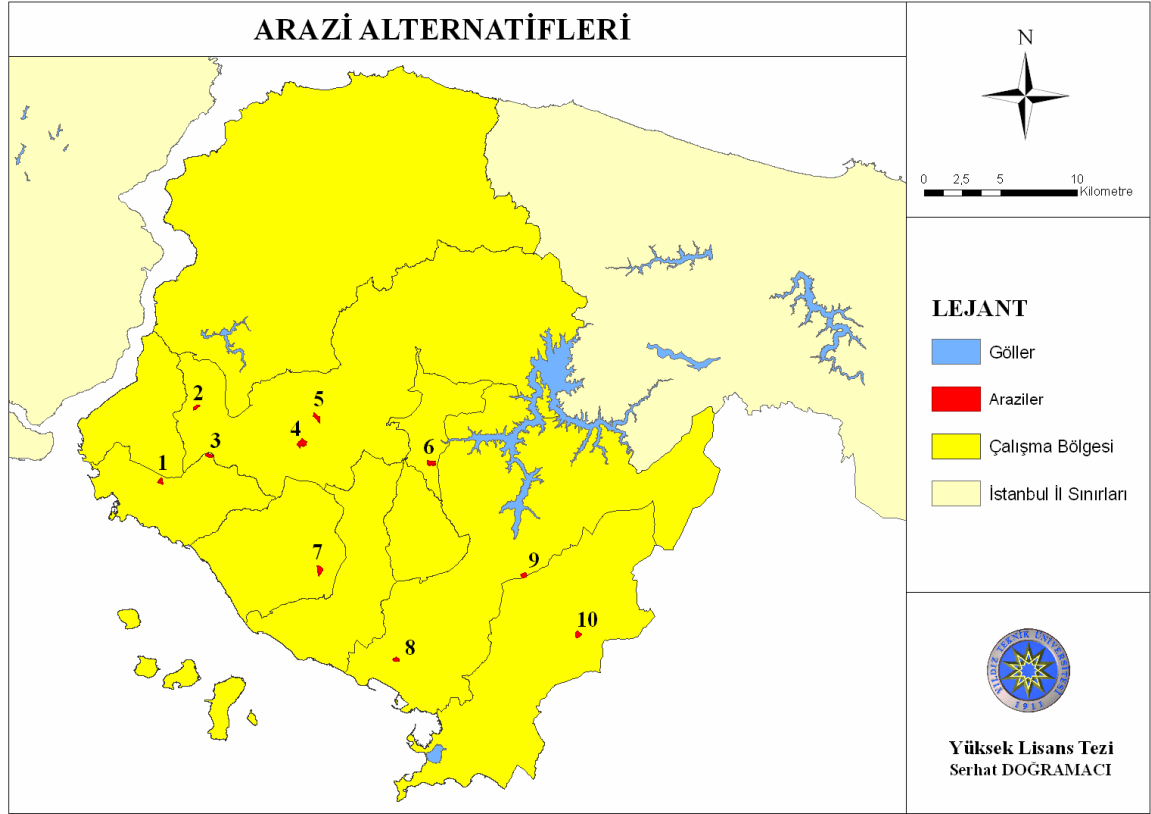
- **Sınır Verisi**

İstanbul’a ait ilçe sınırları haritasında öncelikle Avrupa yakası Anadolu’dan ayrılarak silinmiştir. Daha sonra Anadolu yakasındaki Şile ilçesine ait sınırlar da, bu ilçenin, çalışma alanının dışında bırakılması amacıyla silinmiştir.

- **Boş Alanlar**

ArcGIS ortamında, öznetelikler tablosundaki “FONKSIYON” sütunu üzerinde yapılan sorgulamada, “B” kodunu taşımakta olan boş alanlar seçilerek “bos_alan.shp” adıyla yeni bir

katman olarak kaydedilmiştir. Elde edilen bu yeni veri üzerindeki alanlardan, yüzölçümü en az 70.000 m² olan toplam 10 adet arazi seçilerek tesis edilmiş ve “araziler.shp” adıyla kaydedilmiştir. Ardından, “Feature To Point” aracı yardımıyla “araziler_nokta” adlı nokta verisine dönüştürülmüştür. Seçilen bu araziler, yapılan uygulamada, ÇÖKV işleminin arasında seçim yapmaya çalışılan alternatiflerini oluşturmaktadır. Alternatif arazilerin konumları ve çalışma bölgesinin sınırları Şekil 3.1’de gösterilmiştir (Bkz. Ek 3).



Şekil 3.1 Çalışma bölgesinde belirlenen arazi alternatifleri

3.3 Dönüşümler

ÇÖKV’de arazi uygunluk koşulu aranırken veriler üzerinde, seyahat süresi, ulaşım maliyeti veya aradaki mesafelerin hesaplanmasına benzer dönüşümler yapmak gerekmektedir. Bu çalışmada Öklit mesafesi (Euclidean Distance) hesabından faydalanılmıştır.

3.3.1 Öklit Mesafesi Hesabı

Basitçe iki nokta arasındaki en kısa mesafenin hesaplanmasıdır. Bu nedenle en kısa mesafe hesabı olarak da adlandırılmaktadır. Bu uygulamada kullanılan ArcGIS “straight-line/Euclidean distance” aracında ise, çalışma bölgesi birbiriyle eşit alana sahip “m x n” adet piksele bölünmekte, ölçüt verilerinde bulunan p adet noktayla aralarındaki mesafeler hesaplanmaktadır. Daha sonra her bir piksel koordinatı için hesaplanmış olan farklı

değerlerden en küçük olanları seçilerek “m x n” pikselden oluşan bir raster verisi haline getirilir. Bu sayede çalışma bölgesindeki her bir noktanın, kendisine en yakın obje ile arasındaki mesafeleri ifade eden yeni bir veri elde edilmiş olmaktadır.

Çalışmadaki ölçütlerden; anayol, atık arıtma, havalimanı, hastane, okul ve AVM'lere ait vektör veriler, en kısa mesafe yöntemiyle, piksel kenar uzunluğu 50m olan raster verilere dönüştürülmüştür. Alternatifler ve objeler arasındaki mesafe değerlerinin çok basamaklı rakamlardan oluşmasından ötürü, ölçüt ağırlıklarıyla çarpılmaları halinde, ağırlığı yüksek olan ölçütlere ait piksel değerleri, diğerlerinden orantısız bir biçimde daha yüksek piksel değerleri alarak, sentez verisinden sağlıklı bir çıkarım yapmayı imkansız hale getirecektirler. Bu nedenle ölçüt katmanlarının herhangi bir işleme sokulmadan önce normalleştirilmeleri gerekmektedir.

3.3.2 Normalleştirme

Ölçüt katmanlarının normalleştirilmesi esnasında, girdi verisindeki oranları koruyabilen bir yöntem olmasından ötürü, 2. bölümde Normalleştirme başlığı altında anlatılan En Büyük Değer yöntemine başvurulmuştur. Tüm ölçüt katmanlarına ait en büyük piksel değerleri Çizelge 3.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Ölçüt katmanlarına ait en büyük piksel değerleri

Ölçütler	En büyük değerler (m)
Anayol	23.541,293
Havalimanı	37.947,660
Okul	20.705,373
Hastane	22.442,203
AVM	25.965,602
Atık Arıtma	23.675,516

ArcGIS Map Algebra aracı yardımıyla, yakın olma koşulunun arandığı, anayollar, hastane, AVM, okullar ve havalimanı katmanlarında formül (3.1)’de gösterilen işlem uygulanmıştır. Burada en büyük değer olarak her bir katmandaki öklit mesafelerini gösteren piksel değerlerinden en büyük olanlar x^{max} olarak işleme sokulmuştur. Bu sayede yakınlık koşulu aranan objelere en yakın olan noktalar için 1’e, en uzak olan noktalar için de 0’a yaklaşan yeni piksel değerleri atanmıştır. Yapılan işlemin sonucu olarak, objelere en uzak mevkide olan piksel veya pikseller doğrudan “0” değerini almaktadır.

$$x'_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (3.1)$$

Katı ve sıvı atık arıtma tesislerinin konumlarıyla ilgili olan “atıkarıtma” katmanını üzerinde ise formül (3.2)’deki işlem uygulanmıştır. “atıkarıtma” katmanını, Çizelge 3.2’te belirtilen ve arıtma tesislerine en uzak noktanın sahip olduğu piksel değerine bölünmüştür. Bunun sonucunda arıtma tesislerine konum olarak en yakın noktalar için 0’a, en uzak noktalar için de 1’e yaklaşan yeni piksel değerleri atanmıştır. Konum olarak arıtma tesisine en uzak olan piksel veya pikseller, “1” değerini almıştır.

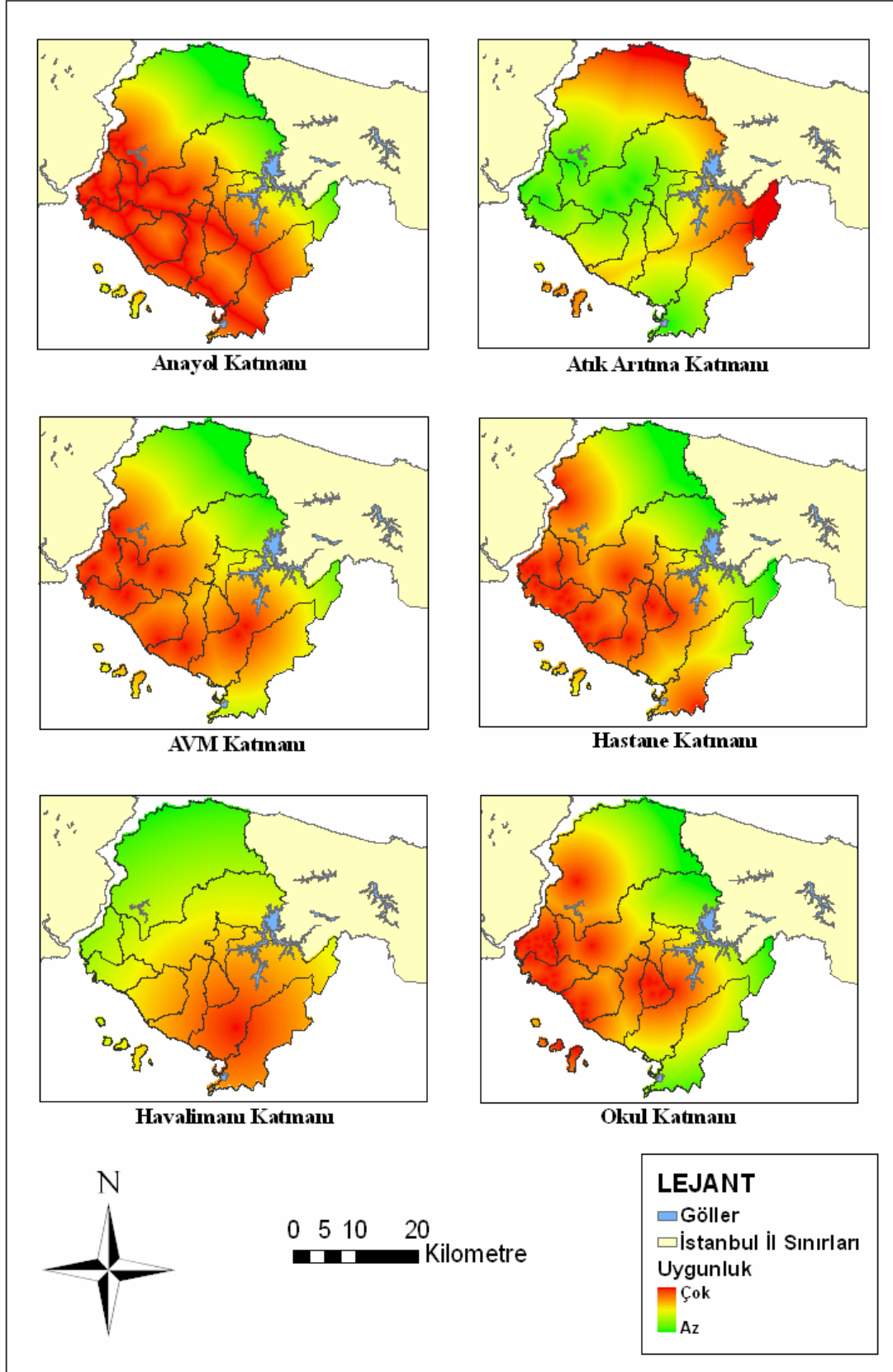
$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (3.2)$$

Ölçüt katmanları, oranlar korunacak şekilde normalleştirilerek, [0,1] değer aralığında yeni öznitelik değerleri almıştır. Bu sayede yakınlık ve uzaklık koşulları sebebiyle farklı dağılımlar gösteren ve birbirleriyle işleme sokulmak için çok daha elverişli duruma gelen normalleştirilmiş ölçüt katmanları, sentez haritasının oluşturulması için gerekli işlemler için hazır hale getirilmiş olur. Ölçüt katmanlarıyla bunların normalleştirilmiş hallerinin grafik görünümü birbiriyle aynıdır, çünkü dönüşüm yapılırken oranları koruyan en büyük değer yöntemi kullanılmıştır. Seçilen alternatiflerin aldıkları normalleştirilmiş ölçüt katman değerleri Çizelge 3.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Alternatiflerin normalleştirilmiş ölçüt katmanlarındaki değerleri

ID	Anayol	Havalimanı	Arıtma Te.	Okul	Hastane	AVM
1	0,991504	0,410149	0,093356	0,986339	0,975091	0,953624
2	0,987615	0,391300	0,112707	0,902803	0,930040	0,949600
3	0,980418	0,458659	0,190086	0,895154	0,892018	0,912663
4	0,986400	0,564533	0,034831	0,894572	0,882423	0,943924
5	0,946394	0,546076	0,088802	0,846413	0,882360	0,895782
6	0,843388	0,697402	0,245802	0,827797	0,820376	0,694249
7	0,952984	0,723333	0,321881	0,779597	0,870759	0,879357
8	0,973728	0,872082	0,318342	0,646652	0,792608	0,826690
9	0,959422	0,856469	0,562425	0,791033	0,770617	0,907068
10	0,901265	0,807622	0,509291	0,539746	0,561430	0,720612

Normalleştirilmiş ölçüt katmanları Şekil 3.2’de gösterilmiştir (Bkz. Ek 4, Ek 5, Ek 6, Ek 7, Ek 8 ve Ek 9).



Şekil 3.2 Öklit mesafe değerlerinden oluşan normalleştirilmiş ölçüt katmanları

3.4. Ağırlıkların Belirlenmesi

Toplu konuta uygun yer seçimiyle ilgili belirlenmiş olan ölçütlerin ağırlık değerleri, ikili karşılaştırma yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmada yapılan araştırmaya dayanılarak, ölçütler arasında bağıl önem karşılaştırmaları yapılmıştır (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5). Ağırlıkların hesabı için, ikili karşılaştırma matrisinin her sütunundaki değerler toplanarak matristeki her eleman sütun toplamına bölünür. Sonuç matris, normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisidir. Normalleştirilmiş matrisin her satırındaki elemanların ortalaması hesaplanarak ölçütlerin bağıl ağırlıkları bulunur. Buna göre anayollara, havalimanına, okullara, hastanelere, alışveriş merkezlerine yakınlık ve atık arıtma tesislerine uzaklık ölçütleri için belirlenen ağırlıklar, sırayla 0.3721, 0.1196, 0.0800, 0.0540, 0.1616 ve 0.2127 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.4 Değerlendirme ölçütlerinin ikili karşılaştırma matrisi

	Anayollar	Havalimanı	Arıtma Te.	Okullar	Hastaneler	AVM
Anayollar	1,000	3,000	2,000	4,000	5,000	4,000
Havalimanı	0,333	1,000	0,500	2,000	3,000	0,333
Arıtma Te.	0,500	2,000	1,000	3,000	3,000	2,000
Okullar	0,250	0,500	0,333	1,000	2,000	0,500
Hastaneler	0,200	0,333	0,333	0,500	1,000	0,333
AVM	0,250	3,000	0,500	2,000	3,000	1,000
	2,533	9,833	4,667	12,500	17,000	8,167

Çizelge 3.5 Bağıl ölçüt ağırlıkları

	Oran Matrisi						w
Anayollar	0,395	0,305	0,429	0,320	0,294	0,490	0,3721
Havalimanı	0,132	0,102	0,107	0,160	0,176	0,041	0,1196
Arıtma Te.	0,197	0,203	0,214	0,240	0,176	0,245	0,2127
Okullar	0,099	0,051	0,071	0,080	0,118	0,061	0,0800
Hastaneler	0,079	0,034	0,071	0,040	0,059	0,041	0,0540
AVM	0,099	0,305	0,107	0,160	0,176	0,122	0,1616
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

İkili karşılaştırmalarda tutarlılığın belirlenmesi amacıyla TO hesaplanmış ve 0.045 olarak bulunmuştur. Bu değer 0.10 dan küçük olduğu için yargılar tutarlıdır. Yapılan işlemlerin sonuçlarında elde edilen değerler aşağıdaki gibidir.

$$D = [A]x[W] = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.393 \\ 0.726 \\ 1.363 \\ 0.492 \\ 0.333 \\ 1.042 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} = \begin{bmatrix} 6.431 \\ 6.068 \\ 6.408 \\ 6.158 \\ 6.169 \\ 6.445 \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.4)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{37.679}{6} = 6.280 \quad (3.5)$$

$$TI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{0.280}{5} = 0.056 \quad (3.6)$$

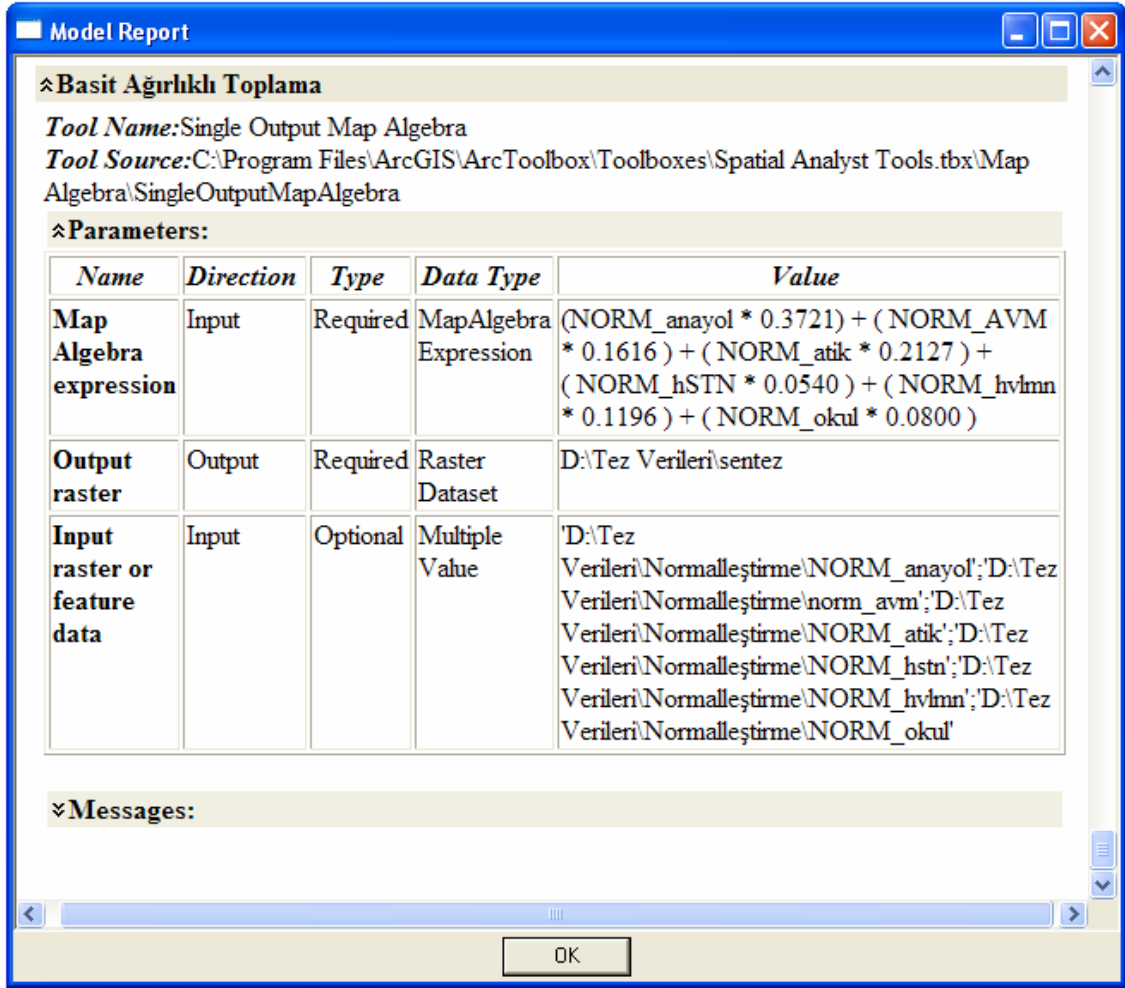
$$TO = \frac{TI}{TG} = \frac{0.056}{1.24} = 0.045 \quad (3.8)$$

3.5 Karar Çözümlemeleri

Toplu konut çevresinden en yüksek memnuniyetin sağlanabilmesi bakımından aralarında tercih yapılacak olan alternatiflerden hangisinin seçilmesi gerektiğini belirlemek için iki farklı yönteme başvurulmuştur. Bunlar basit ağırlıklı toplama yöntemi ve sıralı ağırlıklı ortalama yöntemleridir.

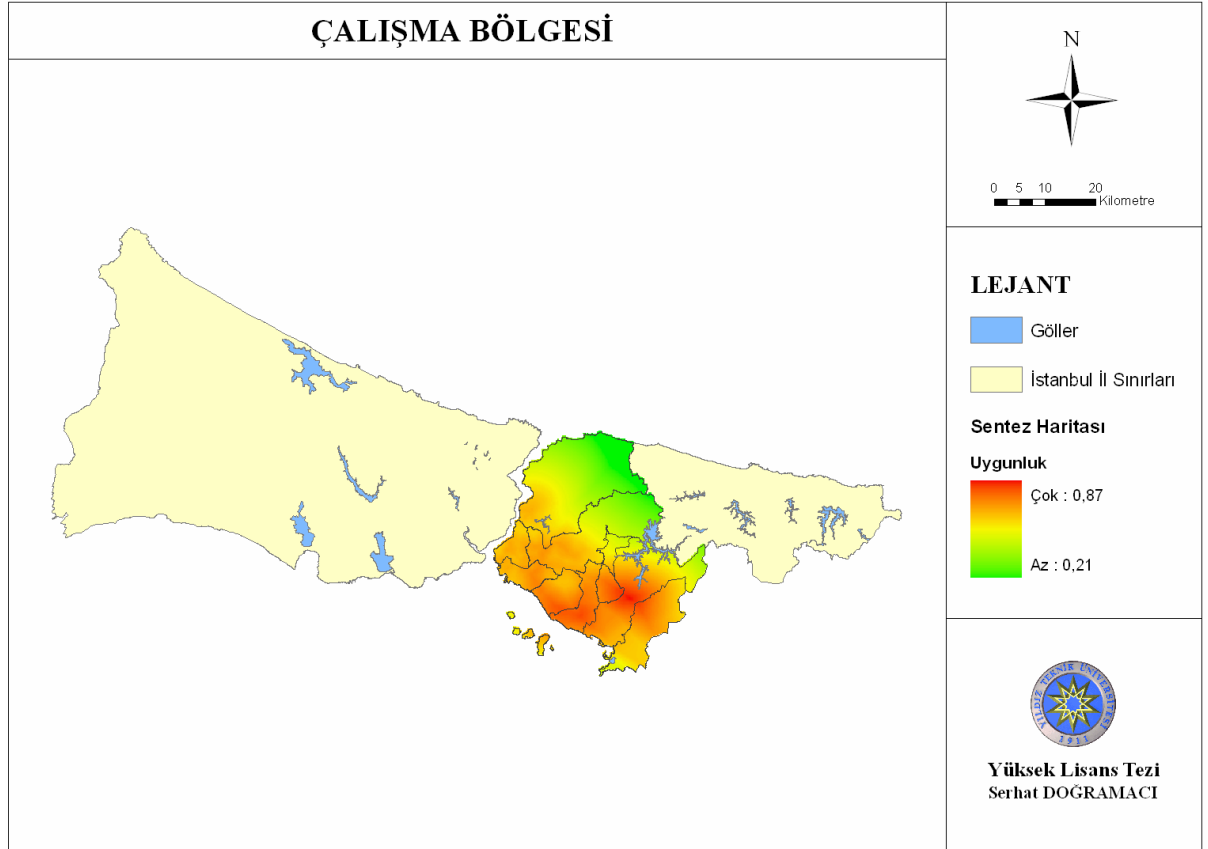
3.5.1 Basit Ağırlıklı Toplama Yöntemi

Bu yöntemde normalleştirilmiş ölçüt katmanları, ait oldukları ölçütlerin ağırlıklarıyla çarpılmış ve bu çarpımlar birbirleriyle toplanarak sentez haritasını oluşturmuşlardır. Şekil 3.2'de, oluşturulan toplu konut modelinin BAT çözümü adımlarında kullanılan verilerin dökümü ve işlem adımları gösterilmektedir.



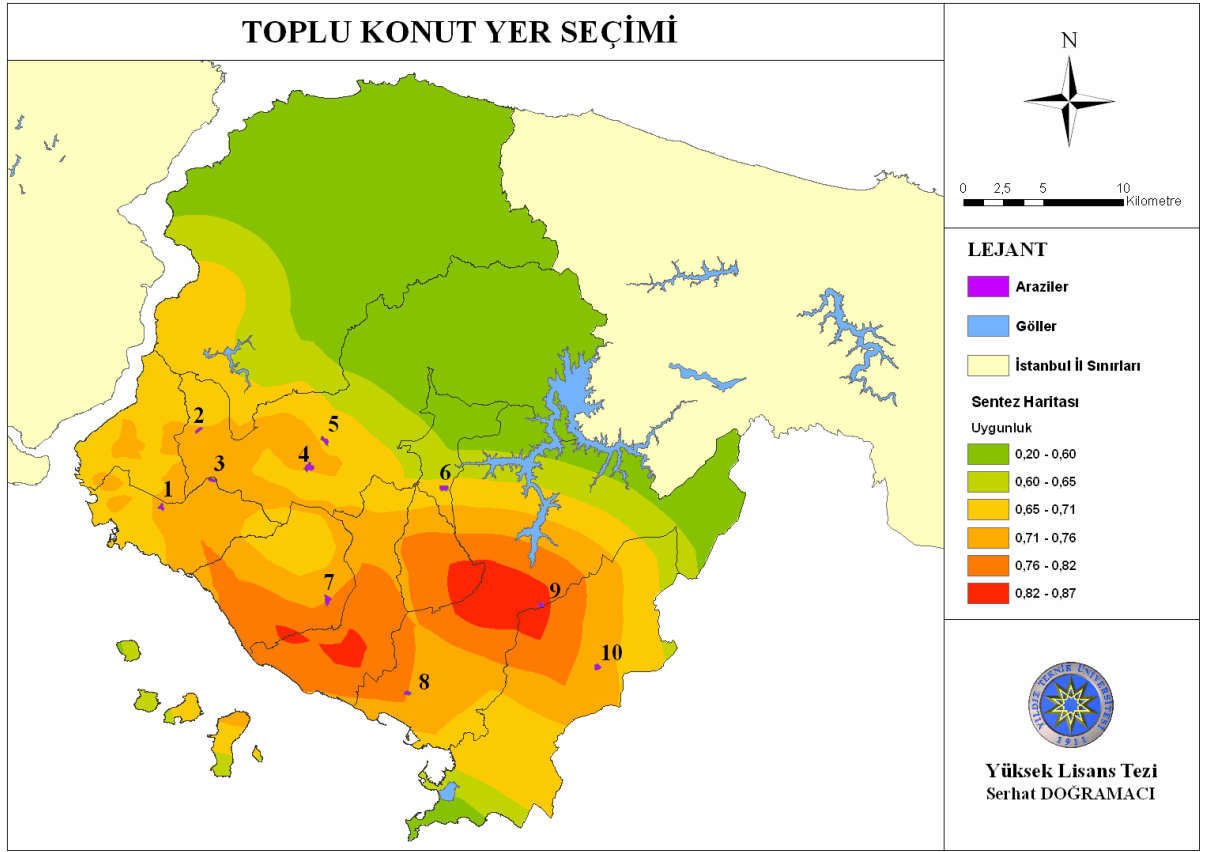
Şekil 3.3 BAT yönteminde kullanılan veriler ve işlemler

Şekil 3.3'te ifade edilen işlemlerin neticesinde elde edilen bu yeni katmandaki pikseller, (0,1) aralığında değerler almaktadırlar. 1'e yaklaşan değerler, toplu konut yer seçimine elverişli olan bölgeleri, 0'a yaklaşan değerler ise uygulamanın hedefleri doğrultusunda konut alanı olmaya elverişsiz bölgeleri temsil etmektedir. Şekil 3.4 basit ağırlıklı toplama yöntemi uygulanarak elde edilen sentez haritasını göstermektedir (Bkz. Ek 10 ve Ek 11).



Şekil 3.4 BAT yöntemi uygulanarak elde edilen sentez haritası

Sentez haritasının, eşit aralıklı olarak 6 kategoriden oluşacak şekilde yeniden sınıflandırılmış hali Şekil 3.5'te gösterilmektedir. Burada en yüksek değerlere sahip olan kırmızı bölgeler, konut alanı için en elverişli yerleri, en düşük değerli koyu yeşil bölgeler ise en elverişsiz yerleri göstermektedir (Bkz. Ek 12).



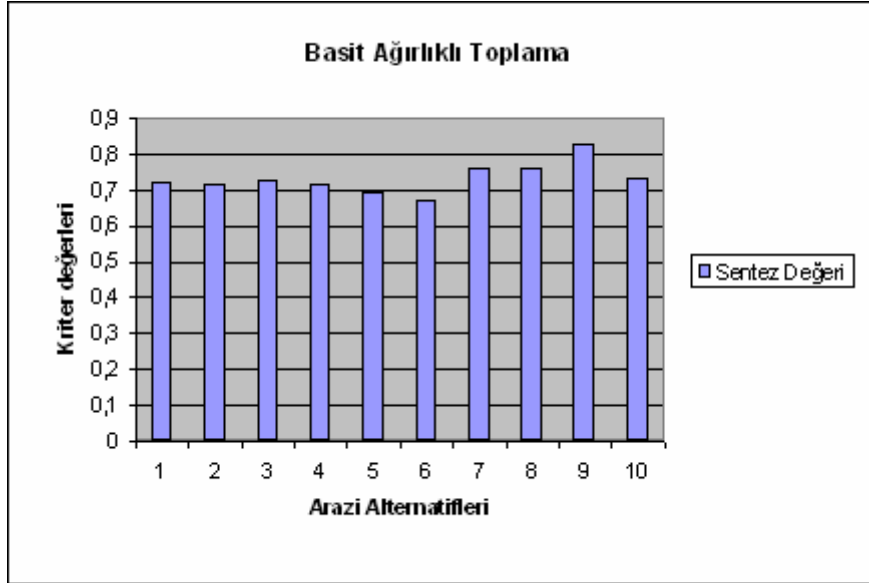
Şekil 3.5 Yeniden sınıflandırılmış sentez haritası

Alternatiflerin sentez değerleri ve bu değerlere göre konuta elverişlilik yönünden yapılan sıralamalar Çizelge 3.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 Alternatif arazilerin sentez haritası üzerinde aldıkları değerler ve sıralamaları

Alternatif No.	Sentez Değerleri	Sıralama
1	0,723517	6
2	0,714166	7
3	0,727368	5
4	0,713721	8
5	0,696471	9
6	0,672231	10
7	0,761073	3
8	0,762462	2
9	0,830540	1
10	0,730226	4

Buna göre 9 numaralı alternatif, konut çevresinden memnuniyet bakımından toplu konut inşası, diğer alternatifler arasından en elverişli olanıdır. Arazi alternatiflerinin sentez değer dağılımları, Şekil 3.6’da grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Alternatiflerin BAT yöntemiyle elde edilen sentez değer dağılımları

3.5.2. Sıralı Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Bazı çok ölçütlü karar problemlerinde karar vericiler, iyi bir alternatifin karar probleminde tanımlanan ölçütlerden kaç tanesini sağlaması gerektiğini belirtebilirler. Arazilere ait sentez değeri, arazilerin ölçüt değerleriyle ağırlıklarının çarpımının toplamına eşit olduğu için, yalnızca tek ölçüt ile ilgili çok yüksek bir değere sahip olan bir alternatif, pek çok ölçütte ortalama seviyede değerlere sahip olan diğer alternatiflerden daha yüksek sentez değerleri alabilmektedirler. Bu da karar verme işleminde yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle alternatif arazilerin tüm ölçütleri ne derece sağladıklarıyla ilgili fikir sahibi olabilmek için konuya bulanık mantıkla bakan ilave hesaplamalar yapılmalıdır.

Sıralı ağırlıklı ortalama hesabında kullanılacak olan girdi verisi, alternatiflerin normalleştirilmiş ölçüt katmanındaki, Çizelge 3.3’te gösterilmiş olan değerleridir. Bu değerlerle 2. bölümde anlatılan SAO hesapları gerçekleştirilir ve her alternatif için, belirlenen α değişkenine bağlı tek bir SAO değeri elde edilir.

Çizelge 3.7 1 numaralı arazi alternatifi için SAO hesabı

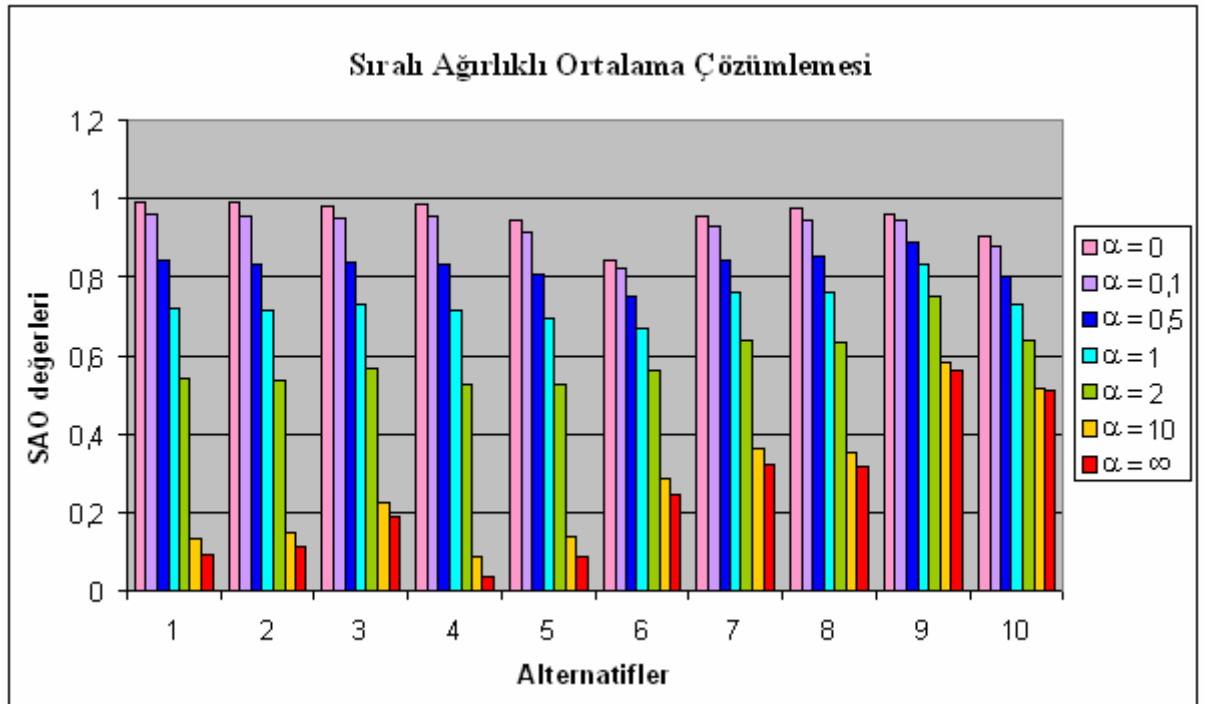
j	Ölçüt değerleri a_j	Ölçüt sıralaması I_j	Ölçüt ağırlıkları w_j	Sıralı ölçüt değerleri z_j	Sıralı ölçüt ağırlıkları u_j	$(\sum_{j=1}^n u_j)^{\alpha}$	$\frac{(\sum_{j=1}^n u_j)^{\alpha}}{(\sum_{j=1}^n u_j)^{\alpha}}$	$(\frac{(\sum_{j=1}^n u_j)^{\alpha}}{(\sum_{j=1}^n u_j)^{\alpha}})^{\frac{1}{\alpha}}$
(a) En azından bir tanesi ($\alpha = 0$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	1	1	0,9915
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	1	0	0
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	1	0	0
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	1	0	0
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	1	0	0
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0	0
Σ			1		1		1	0,9915
(b) En azından birkaç tanesi ($\alpha = 0,1$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0,9059	0,9059	0,8982
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0,9237	0,0178	0,0176
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0,9342	0,0105	0,0102
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0,9604	0,0262	0,025
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0,9764	0,016	0,0065
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0,0236	0,0022
Σ			1		1		1	0,9597
(c) Birkaçı ($\alpha = 0,5$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0,61	0,61	0,6048
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0,6724	0,0624	0,0615
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0,7114	0,039	0,0381
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0,8171	0,1057	0,1008
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0,8873	0,0702	0,0288
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0,1127	0,0105
Σ			1		1		1	0,8445
(d) Özdeşlik ($\alpha = 1$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0,3721	0,3721	0,3689
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0,4521	0,08	0,0789
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0,5061	0,054	0,0527
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0,6677	0,1616	0,1541
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0,7873	0,1196	0,0491
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0,2127	0,0199
Σ			1		1		1	0,7235
(e) Çoğu ($\alpha = 2$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0,1385	0,1385	0,1373
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0,2044	0,0659	0,065
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0,2561	0,0517	0,0505
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0,4458	0,1897	0,1809
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0,6198	0,174	0,0714
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0,3802	0,0355
Σ			1		1		1	0,5405
(f) Neredeyse tamamı ($\alpha = 10$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0,0001	0,0001	0,0001
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0,0004	0,0003	0,0003
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0,0011	0,0007	0,0007
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0,0176	0,0165	0,0157
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0,0915	0,0739	0,0303
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	0,9085	0,0848
Σ			1		1		1	0,1319
(g) Tümü ($\alpha = 10000$)								
1	0,991504	1	0,3721	0,991504	0,3721	0	0	0
2	0,410149	4	0,1196	0,986339	0,08	0	0	0
3	0,093356	2	0,2127	0,975091	0,054	0	0	0
4	0,986339	5	0,08	0,953624	0,1616	0	0	0
5	0,975091	6	0,054	0,410149	0,1196	0	0	0
6	0,953624	3	0,1616	0,093356	0,2127	1	1	0,0934
Σ			1		1		1	0,0934

α değişkenine verilen değerler, bu değerlerin sözcüksel ifadeleri ve 1 numaralı alternatif için yapılan çeşitli SAO hesapları Çizelge 3.7’de gösterilmiştir. Tüm alternatiflere ait SAO hesapları Çizelge 3.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8 α ’nın çeşitli değerleriyle yapılan alternatiflere ait SAO hesapları

Alternatifler	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 2$	$\alpha = 10$	$\alpha = \infty$
1	0,991504	0,959746	0,844521	0,723517	0,540524	0,131941	0,093356
2	0,987615	0,954604	0,836225	0,714166	0,533673	0,147378	0,112707
3	0,980418	0,949323	0,839079	0,727368	0,565310	0,222352	0,190086
4	0,986400	0,953718	0,836074	0,713721	0,529399	0,089082	0,034831
5	0,946394	0,916257	0,808191	0,696471	0,529383	0,136135	0,088802
6	0,843388	0,822516	0,748188	0,672231	0,560176	0,287001	0,245802
7	0,952984	0,929097	0,845144	0,761073	0,639931	0,360071	0,321881
8	0,973728	0,946903	0,853783	0,762463	0,634454	0,353480	0,318342
9	0,959422	0,943144	0,886427	0,830541	0,752039	0,583416	0,562425
10	0,901265	0,878396	0,801347	0,730226	0,640957	0,515088	0,509291

Bu değerler grafiğe yansıtıldıklarında Şekil 3.7’deki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3.7 Arazi alternatiflerine ait SAO hesap grafiği

Şekil 3.7’de, α ’nın 1 değerini aldığı turkuaz renkli kısımlar, BAT çözümlemesiyle eşdeğerdir. α ’nın 1 değerini alması, ikili karşılaştırma yöntemiyle belirlenen ağırlıkların

değişmeden işleme sokulmasını sağlamıştır. Buna göre 9 numaralı arazi karar için en elverişli alternatiftir. Sırayla 8 ve 7 numaralı araziler de, 2. ve 3. en elverişli alternatiflerdir.

α 'nın 0 değerini aldığı pembe kısımlarda ise, arazilerin kaç tane ölçütle ilgili yüksek değerler aldıklarının bir önemi yoktur. Çünkü MAX fonksiyonu sayesinde, tek bir ölçüt değeri bile yüksek olsa, o arazinin amaca oldukça elverişli olduğu çıkarımı yapılmaktadır. Buna göre sırayla 1, 2 ve 4 numaralı araziler en elverişli alternatiflerdir. Ancak, bu sıralama değerlendirilirken, α 'nın 0 değerini almasının, yanıltıcılığı en yüksek olan sonuçları ortaya çıkarmış olabileceği de gözden kaçırılmamalıdır.

α 'nın, ∞ 'a giden değerler alması halinde, MIN fonksiyonu uygulanmış olmaktadır. Bunun sonucunda da, alternatiflerin, ölçüt sorgulamalarının çoğundan yüksek değerler almış olma oranları sorgulanmıştır ve elde edilen dağılımlar Şekil 3.4'teki kırmızı renkli kısımlarla gösterilmiştir. Ayrıca α 'nın diğer ara değerleri de, sarı, yeşil, mavi ve mor renklerle grafiğe yansıtılmıştır. Buna göre, tüm ölçütler sorgulamalarından yüksek değerler almayı başarmış olan, sırayla 9, 10 ve 7 numaralı araziler, en elverişli alternatiflerdir.

3.6. Uygulama Bulguları ve Çözümleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Yapılan uygulamanın neticesinde, İstanbul Anadolu yakasında, Pendik ilçesinin Yenışehir ve Harmandere mahalleleri ile Kartal ilçesinin, E-5 otoyolundan başlayarak iç kısımlara doğru 2,5km'lik bir kısmı, toplu konut inşasına en uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Arazi alternatifleri, basit ağırlıklı toplam yöntemine göre sıralandığında, toplam 10 alternatif arasından açık farkla ilk 4 tanesinin, yukarıda bahsedilen alanlarda yer aldıkları görülmektedir. Alternatiflerin, BAT ve SAO yöntemleri ile elde edilen sentez değerlerinin sıralaması Çizelge 3.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9 Alternatiflerin sentez değerlerinin sıralaması

Alternatif No.	BAT Sıralaması	SAO Sıralaması							
		$\alpha = 0$	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$	$\alpha = 2$	$\alpha = 10$	$\alpha = \infty$	Aritmetik Ort.
1	6	1	1	4	6	7	9	8	4
2	7	2	2	6	7	8	7	7	7
3	5	4	4	5	5	5	6	6	5
4	8	3	3	7	8	9	10	10	8
5	9	8	8	8	9	10	8	9	10
6	10	10	10	10	10	6	5	5	9
7	3	7	7	3	3	3	3	3	3
8	2	5	5	2	2	4	4	4	2
9	1	6	6	1	1	1	1	1	1
10	4	9	9	9	4	2	2	2	6

SAO yöntemine göre, tüm ölçütlerin birlikte sağlanabilmesi koşuluna ($\alpha = \infty$) dayanan bir sıralamada, sırayla 9, 10, 7 ve 8 numaralı alternatifler yine ilk sıralarda yer almışlardır. Ancak tüm ölçütlerin aynı anda sağlanması koşulu ortadan kaldırıldığında, diğer alternatiflerle aralarındaki SAO değer farkının dikkate değer oranlarda düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durumun açıklaması, Kartal ve Pendik ilçelerinin, havalimanının yakınında ve atık arıtma tesislerinin diğer alternatiflere kıyasla daha uzağında olmasıdır.

Konut ararken belirlenen tüm ölçütlerin aynı anda sağlanması koşulunu gözetmeyen kimseler için, $\alpha < 1$ koşulundan elde edilen veriler doğrultusunda, sonuç kararı olarak daha farklı alternatifler de sunulabilir. Örneğin, havalimanına yakın olmak gibi bir koşul aramayan kimseler için, 1 ve 2 numaralı alternatiflerin de çevre memnuniyeti bakımından oldukça elverişli bulunabilmesi mümkündür.

Genel olarak yöntemlerin her ikisinden de, İstanbul Anadolu yakasındaki toplu konut yerleşkesi için en uygun bölgelerin, şehrin doğu yakasında ve sahil şeridinden güneye doğru konumlandıkları sonucu elde edilmiştir.

BAT yöntemi, SAO'ya göre karar vericinin belirlediği ağırlık değerlerine çok daha bağımlı kalmaktadır. Karar sürecini bu yöntem ile tamamlayan bir karar verici, seçeceği alternatif veya alternatifleri, büyük ölçüde yüksek ağırlık değerlerine sahip ölçütler doğrultusunda vermiş olmaktadır. Ancak bu, yanıltıcı faktörlerin etkisinde kalmış bir karar olabilir, çünkü seçilen alternatif, yüksek ağırlıklı ölçüt objelerinden yalnızca bir tanesine çok yakın, diğerlerine ise son derece uzak olması halinde bile oldukça yüksek sentez değerleri alabilmektedir.

SAO yönteminde ise, $\alpha = 1$ özel durumu doğrudan BAT yöntemiyle aynı alternatifleri sonuç olarak sunmakta, buna ilaveten belirlenen çeşitli sözcüksel bulanık ifadeler yardımıyla alternatiflerin kriterlerin hepsini birden sağlayıp sağlamadıklarına dair fikir sahibi de olunabilmektedir.

Sonuç olarak BAT yöntemi, karar vericinin belirlediği ölçüt ağırlıkları, ideal olmaya ne derece yakın olursa olsunlar, alternatiflerin arazideki konum özelliklerinden kaynaklanabilecek yanlış kararlarla mücadele edebilmek konusunda, bulanık mantık temelli SAO yöntemine göre daha yetersiz kalmaktadır. BAT yöntemini karar vericiler için SAO'ya göre daha cazip kılan ise, işlem adımlarının sadeliğidir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Hayatın her alanında verilen kararlar, azami faydaya ve en doğru sonuca ulaşmayı hedeflerler. Ancak insanlar tarafından varılan yargılar çoğunlukla sezgisel oldukları için, geleceği şekillendirecek kararların, daha objektif temellere dayandırılması gerekmektedir. O nedenle ÇÖKA, tüm işlemleri matematiksel olarak modelleyerek bilimsel sonuçlara varabilmesinden ötürü, karar verme süreçleri için vazgeçilmez bir önem kazanmıştır.

Coğrafi verilerden faydalanan C-ÇÖKA uygulamalarında, grafik veya grafik olmayan farklı özneliliklere sahip pek çok veri, bilgisayarlardan faydalanılarak, tek bir yerde toplanıp hızlıca işleme sokulabilmektedir. Bu da karar vericilere, uygulama üzerinde istenen sayıda değişiklik yapabilme, varsa işlem aralarındaki hataları düzeltebilme ve farklı çözüm yöntemlerini irdeleyebilme özgürlüğünü sunmaktadır. Bu sayede insanların yaşam kalitelerini arttıracak olan planlama, risk yönetimi ve personel seçimi gibi mekansal ve mekansal olmayan pek çok farklı karar probleminde, subjektif yargılardan kaynaklanan insan hatalarını asgari düzeye indirmek mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada, ÇÖKV’de yaygın olarak kullanılan çözümleme yöntemlerinden BAT ve SAO’nun, mekansal bir karar verme sürecine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bunu sağlayabilmek için, çalışma bölgesi olarak seçilen İstanbul Anadolu yakasında, konut çevresinden memnuniyet odaklı bir toplu konut yer seçimi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Problemin tanımı, ölçütlerin saptanması, ikili karşılaştırma metoduyla ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi, verilerin hazırlanması, öklit mesafe hesabı, normalleştirme ve ölçüt katmanlarından faydalanarak sonuca giden çözümleme yöntemlerinin tüm işlem adımları ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. BAT ve SAO yöntemlerinin, aynı problem tanımı için sundukları farklı çözüm önerileri birbiriyle karşılaştırılmıştır.

BAT yönteminde, yalnızca karar verici tarafından belirlenen ağırlıklarla işlem yapılarak, hızlı bir biçimde karar verisine ulaşılmaktadır. SAO yönteminde ise karar vericinin, ağırlıklar belirlenirken verilmesi gereken pek çok alt karar esnasında da hata yapabileceği gerekçesiyle, ağırlık odaklı değil, alternatiflere ait normalleştirilmiş ölçüt değerlerinin sıralamasını baz alan bir karar mekanizması oluşturulmaktadır. Tek bir soruya pek çok farklı yanıt üretmesinden ötürü, SAO yönteminde karar verisi olarak, BAT’ın sonuçları kadar tutarlı olduğu iddia edilemeyen, daha bulanık bakış açıları sunulmaktadır.

Hızlı işlem adımları ve mantığa yatkınlığı sayesinde, ÇÖKA’da en fazla başvuru alan çözümleme yöntemi olan BAT, ölçüt ağırlıklarından kaynaklanabilecek hataları sonuca

doğrudan yansıttığı için, hazırlık aşamasında yapılan ağırlıkların belirlenmesi işleminin, kesinlikle uzman görüşü ve mevcut bilimsel verilere dayandırılarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ölçütlerin kendi aralarındaki bağıl ağırlıklarıyla ilgili yeterli bilgiye ulaşılamaması halindeyse, SAO yöntemine başvurulabilir. Ayrıca SAO, BAT yönteminin ürettiği sonuç kararının doğrulamasını yapmak için de kullanılabilir. Bu çalışmada gerçekleştirilen C-ÇÖKA destekli toplu konut yer seçiminde, iki yöntemle elde edilen arazi sıralamalarındaki ilk 3 alternatifin birbiriyle örtüştüğü gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aly, S., Vrana, I. (2008). Evaluating the knowledge, relevance and experience of expert decision makers utilizing the Fuzzy-AHP. *Agricultural Economics*. Vol.54, p.529-535. (İnternet Adresi: <http://www.agriculturejournals.cz/uniqueFiles/02779.pdf>)
- BÖHHÜY, (2005). Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 15/07/2005. Resmi Gazete No: 25876.
- Chhetri, P., Akbar, D., Stimson, R.J., Western, J. (2007). Developing Perceived Quality of Life Indices: An Application of Ordered Weighted Average Operators. *Studies in Regional Science*, Vol.37, No.2, p.553-572. (İnternet Adresi: http://region.hse.tut.ac.jp/jsrsai/srs/vol37no2/37_553abst.pdf)
- Cho, E.J. ve Song, Y. (2008). The role of employment subcenters in residential location Decisions. *Journal of Transport and Land Use* 1:2, p. 121–151. (İnternet Adresi: <https://www.jtlu.org/index.php/jtlu/article/viewPDFInterstitial/65/32>)
- Dağdeviren, M., Yüksel, İ., (2007). Personnel Selection Using Analytic Network Process. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Yıl: 6 Sayı:11, s. 99-118. (İnternet Adresi: <http://www.iticu.edu.tr/Kutuphane/dergi/fl11/M00180.pdf>)
- Demir, H., (2008). - 11.04.2008 tarihinde yapılan sözlü görüşme.
- Eldin, N.N. ve Eldrandaly, K.A., (2004). A Computer-aided System For Site Selection of Major Capital Investments. 1st ASCAAD International Conference, e-Design in Architecture Dhahran. (İnternet Adresi: <http://www.ascaad.org/conference/2004/pdfs/paper1.pdf>)
- Farkas, A., (2007). The Analysis of the Principal Eigenvector of Pairwise Comparison Matrices. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol.4, No.2. (İnternet Adresi: http://bmf.hu/journal/Farkas_10.pdf)
- Ginevicius, R., Podvezko, V., (2008). Multicriteria Graphical-Analytical Evaluation of the Financial State of Construction Enterprises. *Technological and economic development of Economy. Baltic Journal on Sustainability*. 14(4): 452–461. (İnternet Adresi: http://www.tede.vgtu.lt/upload/ukis_zurn/r.ginevicius_v.podvezko_452-461.pdf)
- Joerin, F. ve Musy, A., (2000). Land management with GIS and multicriteria analysis. *Intl. Trans. in Op. Res.* 7, p.67-78. (İnternet Adresi: http://www.geog.ubc.ca/courses/geog376/notes/background_docs/GIS_MCE_Land_Management.pdf)
- Karakurt, E., (2002). Küreselleşme ve küresel yerel süreçler etkileşiminde üst gelir grubu konut örneği: Bademli. *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Kellekci, Ö.L., ve Berköz, L., (2006). Konut ve çevresel kalite memnuniyetini yükselten faktörler. *İTÜ Dergisi*. Cilt:5, Sayı:2, Kısım:1, 165-176. (İnternet Adresi: http://www.itudergi.itu.edu.tr/tammetin/itu-a_2006_5_2_OL_Kellekci.pdf)
- Klir, G.J., ve Yuan, B., (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*.
- Klungboonkrong, P., Taylor, M.A.P., (1998). A Microcomputer-based System For Multicriteria Environmental Impacts Evaluation of Urban Road Networks. *Comput. Environ. and Urban Systems*, Vol. 22, No. 5, p. 425-446.

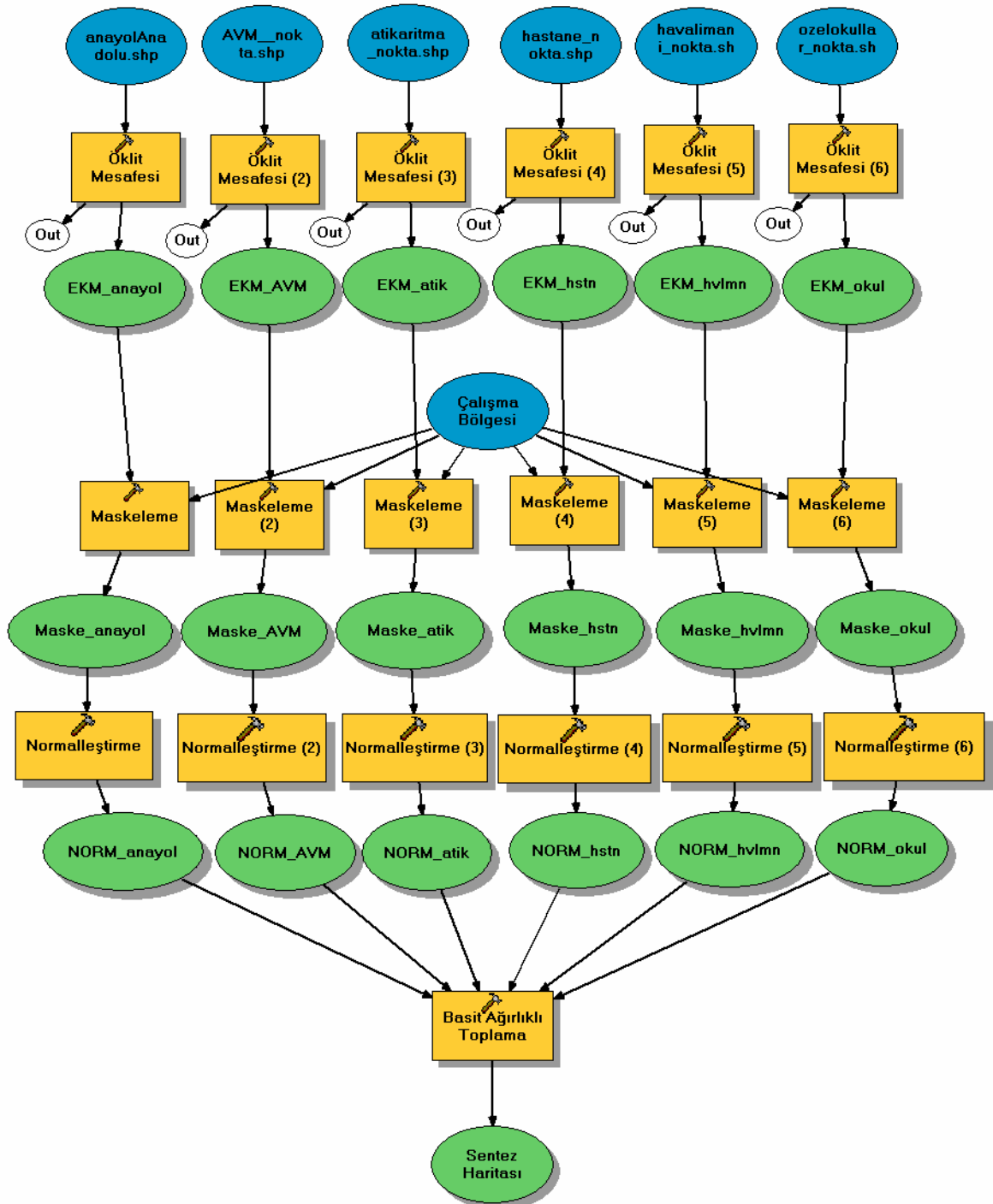
- Kuruüzüm, A., ve Atsan, N., (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, s.83-105. (İnternet Adresi: <http://www.akdeniz.edu.tr/iibf/dergi/Sayi01/Kuruuzum.pdf>)
- Leephakpreeda, T., (2000). Justification of Material Selections with Fuzzy Quantifiers and OWA Operators. Thammasat Int. J. Sc.Tech.Vol.5, No.2, May-August, p43-47. (İnternet Adresi: http://www.tijsat.tu.ac.th/issues/2000/no2/2000_V5_No2_5.PDF)
- Meyer, V., (2007). GIS-based Multicriteria Analysis as Decision Support in Flood Risk Management. Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Economics, Leipzig.
- Meyer, V., Haase, D., ve Scheuer, S., (2009). A multicriteria flood risk assessment and mapping approach. Flood Risk Management: Research and Practice - Samuels et al. Taylor & Francis Group, London. (İnternet Adresi: http://www.ufz.de/data/meyer_mca_oxford9509.pdf)
- Malczewski, J., (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, New York. s.15-195.
- Malczewski, J., (2002). Fuzzy Screening for Land Suitability Analysis. Geographical & Environmental Modelling. Vol.6, No.1.
- Malczewski, J., (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Elsevier Progress in Planning, Ontario. (İnternet Adresi: http://www.snr.arizona.edu/rnr/rnr419/malczewski_2004.pdf)
- Malczewski, J., (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.
- Pietersen, K., (2006). Multiple criteria decision analysis (MCDA): A tool to support sustainable management of groundwater resources in South Africa. Water SA Vol. 32 No. 2 April 2006 p.119-127. (İnternet Adresi: <http://www.wrc.org.za/downloads/watersa/2006/April%2006/1764.pdf>)
- Rinner, C., ve Raubal, M., (2004). Personalized Multi-Criteria Decision Strategied in Location-Based Decision Support. (İnternet Adresi: http://www.geog.ucsb.edu/~raubal/Publications/RefJournals/rinner+raubal_JGIS04.pdf)
- Ondrus, J., Bui, T. ve Pigneur, Y., (2005). A Multi-Actor , Multi-Criteria Approach for Technology Selection When Designing Mobile Information Systems. Mobile Information Systems II. Springer Boston. Volume 191/2005. p.271-278. (İnternet Adresi: <http://www.hec.unil.ch/yp/Pub/05-mobis.pdf>)
- Özsoy, A., ve Altaş, E., (2002). Konutta kalite: Kalite tanımı ve bina performansı yaklaşımı. İnşaat Dünyası, Sayı 225. (İnternet Adresi: <http://www.bilesim.com.tr/tr/index.nsf?lf=/tr/leftbarfuarcilik.html&rf=http://www.bilesim.com.tr/mistportal/showmakale.nsf?xd=524.xml>)
- Öztürk, D., ve Batuk, F., (2007). Criterion Weighted in Multicriteria Decision Making., Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences. Vol.25/1. (İnternet Adresi: <http://www.sigma.yildiz.edu.tr/2007-1-9-tam.pdf>)
- Özyörük, B., ve Özcan, E.C., (2008). Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek. C.13, S.1 s.133-144. (İnternet Adresi: <http://iibf.sdu.edu.tr/dergi/files/2008-1-7.pdf>)

- Tkach, R. J. ve Simonovic, S. P., (1997). A new approach to multi-criteria decision making in water resources. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis* 1 (1): 25-43.
- Sayar, Y., ve Süer, D., (2004). Küreselleşme Sürecinde Konut Alanlarının Oluşumu ve Kentsel Mekana Etkileri: İZMİR-ÇİĞLİ ÖRNEĞİ. *Mimarlık Dergisi*, Genel Merkez Yayını, sayı: 319. (İnternet Adresi: <http://old.mo.org.tr/mimarlikdergisi/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=39&RecID=802>)
- Sel, B. D., (2008). - 18.04.2008 tarihinde yapılan sözlü görüşme.
- Shalabi, M.A., Bin Mansor, S., And Bin Ahmed, N., Shiriff, R., (2006). GIS Based Multicriteria Approaches to Housing Site Suitability Assessment. (İnternet Adresi: http://www.fig.net/pub/fig2006/papers/ts72/ts72_05_alshalabi_etal%20_0702.pdf)
- Saparauskas, J., Zenonas Turskis, Z., (2006). Evaluation of Construcion Sustainability by Multiple Criteria Methods. *Technological and Economic Development of Economy*. Vol XII, No 4, 321–326. (İnternet Adresi: http://www.tede.vgtu.lt/upload/ukis_zurn/10_2006_nr4.pdf)
- Taha, H., (1997). *Operations Research: An Introduction*. Prentice Hall, New Jersey.
- Wong, G., (1999). Multi-criteria Decision-aid for building professionals. *The Journal of Building Surveying*. vol. 1 (1). pp 5-10. (İnternet Adresi: <http://sunzi1.lib.hku.hk/hkjo/view/31/3100003.pdf>)
- Yıldırım, U., ve Ateş, N., (2004). Konut Sakinlerinin Fiziksel ve Toplumsal Çevre Algılamaları : Kahramanmaraş Örneği. *Yönetim ve Ekonomi*, Cilt:11 Sayı :2, s166-183. (İnternet Adresi: <http://www.bayar.edu.tr/~iibf/dergi/pdf/C11S22004/uyna.pdf>)

EKLER

Ek 1	Toplu Konut Yer Seçimi Model Diyagramı
Ek 2	Model Diyagramının Raporu
Ek 3	Arazi Alternatifleri
Ek 4	Anayollara Yakınlık Haritası
Ek 5	Atık Arıtma Tesislerine Uzaklık Haritası
Ek 6	Okullara Yakınlık Haritası
Ek 7	Havalimanına Yakınlık Haritası
Ek 8	Hastanelere Yakınlık Haritası
Ek 9	Alışveriş Merkezlerine Yakınlık Haritası
Ek 10	Çalışma Bölgesi
Ek 11	Toplu Konut Yer Seçimi Sentez Haritası
Ek 12	Toplu Konut Yer Seçimi Sınıflandırılmış Sentez Haritası

Ek 1 Toplu Konut Yer Seçimi Model Diagramı



Ek 2 Model Diyagramına Ait Rapor

Model Report

Variables

anayolAnadolu.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\anayolAnadolu.shp

Output direction raster

Data Type:Raster Dataset

Value:

AVM__nokta.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\AVM__nokta.shp

Output direction raster (2)

Data Type:Raster Dataset

Value:

atikaritma_nokta.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\atikaritma_nokta.shp

Output direction raster (3)

Data Type:Raster Dataset

Value:

hastane_nokta.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\hastane_nokta.shp

Output direction raster (4)

Data Type:Raster Dataset

Value:

havalimani_nokta.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\havalimani_nokta.shp

Output direction raster (5)

Data Type:Raster Dataset

Value:

ozelokullar_nokta.shp

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\ozelokullar_nokta.shp

Output direction raster (6)

Data Type:Raster Dataset

Value:

EKM_anayol

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_anayol

Çalışma Bölgesi

Data Type:Feature Layer

Value:D:\Tez Verileri\ilceler.shp

Maske_anayol

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_anayol

NORM_anayol

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_anayol

EKM_AVM

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_avm

Maske_AVM

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_AVM

NORM_AVM

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\norm_avm

EKM_atik

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_atik

Maske_atik

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_atik

NORM_atik

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_atik

EKM_hstn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_hstn

Maske_hstn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hstn

NORM_hstn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hstn

EKM_hvlnn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_hvlnn

Maske_hvlnn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hvlnn

NORM_hvlnn

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hvlnn

EKM_okul

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_okul

Maske_okul

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_okul

NORM_okul

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_okul

Sentez Haritası

Data Type:Raster Dataset

Value:D:\Tez Verileri\sentez

Processes

Öklit Mesafesi

Tool Name:Euclidean Distance

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst
Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\anayolAnadolu.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_anayol
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Öklit Mesafesi (2)

Tool Name:Euclidean Distance

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst
Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\AVM__nokta.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_avm
Maximum distance	Input	Optional	Double	

Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Öklit Mesafesi (3)

Tool Name:Euclidean Distance

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\atikaritma_nokta.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_atik
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Öklit Mesafesi (4)

Tool Name:Euclidean Distance

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\hastane_nokta.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_hstn
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Öklit Mesafesi (5)

Tool Name:Euclidean Distance

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst

Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\havalimani_nokta.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_hvImn
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Öklit Mesafesi (6)**Tool Name:**Euclidean Distance**Tool Source:**C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst
Tools.tbx\Distance\EucDistance

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster or feature source data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ozelokullar_nokta.shp
Output distance raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_okul
Maximum distance	Input	Optional	Double	
Output cell size	Input	Optional	Analysis cell size	50
Output direction raster	Output	Optional	Raster Dataset	

Maskeleme**Tool Name:**Extract by Mask**Tool Source:**C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst
Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_anayol
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp

Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_anayol
----------------------	--------	----------	----------------	---

Normalleştirme

Tool Name:Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	1 - (Maske_anayol / 23541,292969)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_anayol
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_anayol'

Maskeleme (2)

Tool Name:Extract by Mask

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafelekm_avm
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_AVM

Normalleştirme (2)

Tool Name:Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	1 - (Maske_AVM / 25965,601563)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\norm_avm
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_AVM'

Maskeleme (3)**Tool Name:**Extract by Mask**Tool Source:**C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_atik
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_atik

Normalleştirme (3)**Tool Name:**Single Output Map Algebra**Tool Source:**C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	Maske_atik / 23675,515625
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_atik
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_atik'

Maskeleme (4)**Tool Name:**Extract by Mask**Tool Source:**C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_hstn
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hstn

Normalleştirme (4)**Tool Name:**Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	1 - (Maske_hstn / 22442,203125)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hstn
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hstn'

Maskeleme (5)

Tool Name:Extract by Mask

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\EKM_hvlnn
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hvlnn

Normalleştirme (5)

Tool Name:Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	1 - (Maske_hvlnn / 37947,660156)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hvlnn
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_hvlnn'

Maskeleme (6)

Tool Name:Extract by Mask

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Extraction\ExtractByMask

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Input raster	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\EnKisaMesafe\ekm_okul
Input raster or feature mask data	Input	Required	Composite Geodataset	D:\Tez Verileri\ilceler.shp
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_okul

Normalleştirme (6)

Tool Name:Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	1 - (Maske_okul / 20705,373047)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_okul
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Maskeleme\Maske_okul'

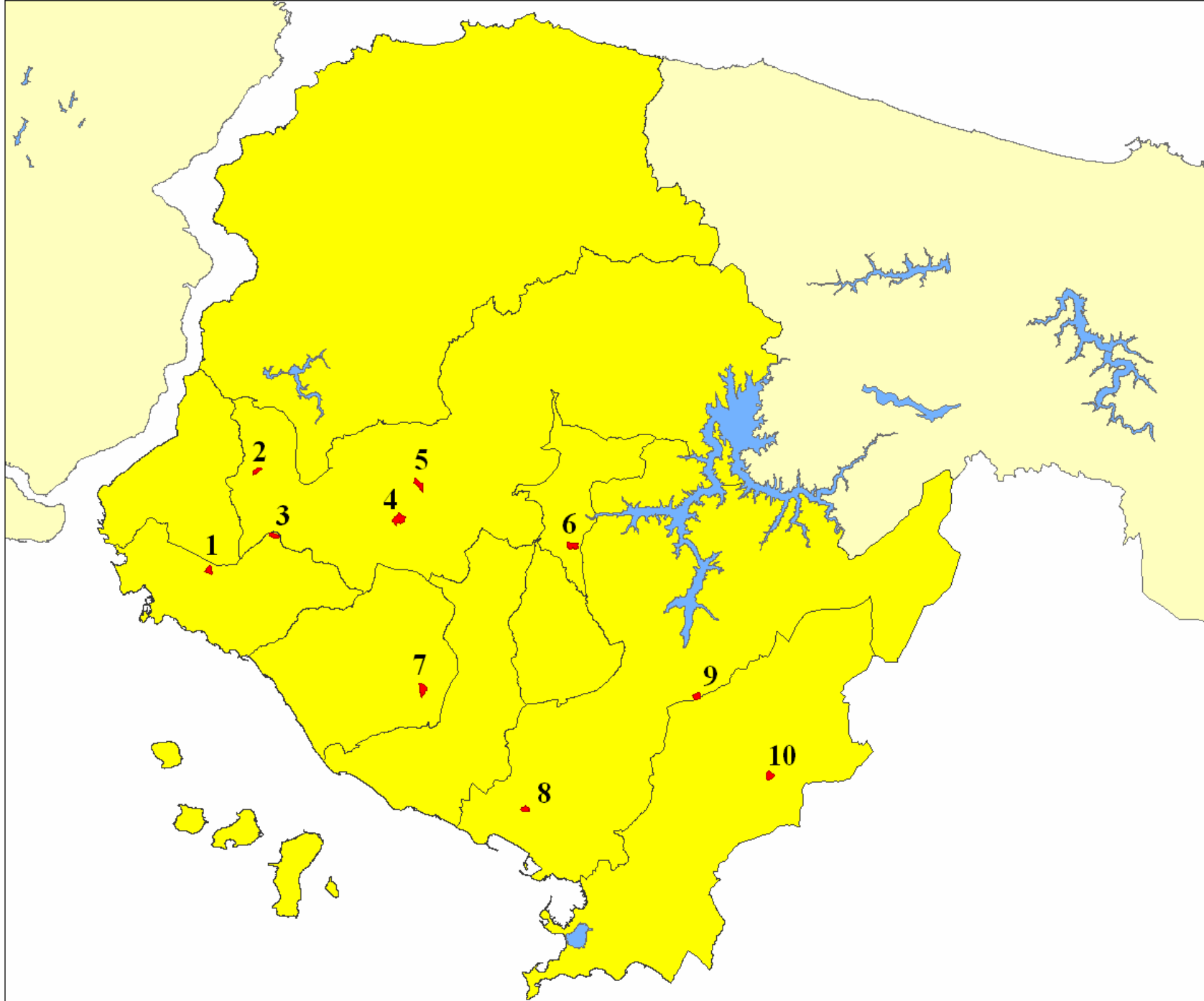
Basit Ağırlıklı Toplama

Tool Name:Single Output Map Algebra

Tool Source:C:\Program Files\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Spatial Analyst Tools.tbx\Map Algebra\SingleOutputMapAlgebra

Name	Direction	Type	Data Type	Value
Map Algebra expression	Input	Required	MapAlgebra Expression	(NORM_anayol * 0.3721) + (NORM_AVM * 0.1616) + (NORM_atik * 0.2127) + (NORM_hSTN * 0.0540) + (NORM_hvImn * 0.1196) + (NORM_okul * 0.0800)
Output raster	Output	Required	Raster Dataset	D:\Tez Verileri\sentez
Input raster or feature data	Input	Optional	Multiple Value	'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_anayol';'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\norm_avm';'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_atik';'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hstn';'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_hvImn';'D:\Tez Verileri\Normalleştirme\NORM_okul'

ARAZİ ALTERNATİFLERİ



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

-  Göller
-  Araziler
-  Çalışma Bölgesi
-  İstanbul İl Sınırları



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

ANAYOLLARA YAKINLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

— Anayollar

Göller

İstanbul İl Sınırları

Normalleştirilmiş Anayol

Katmanı

Yakınlık

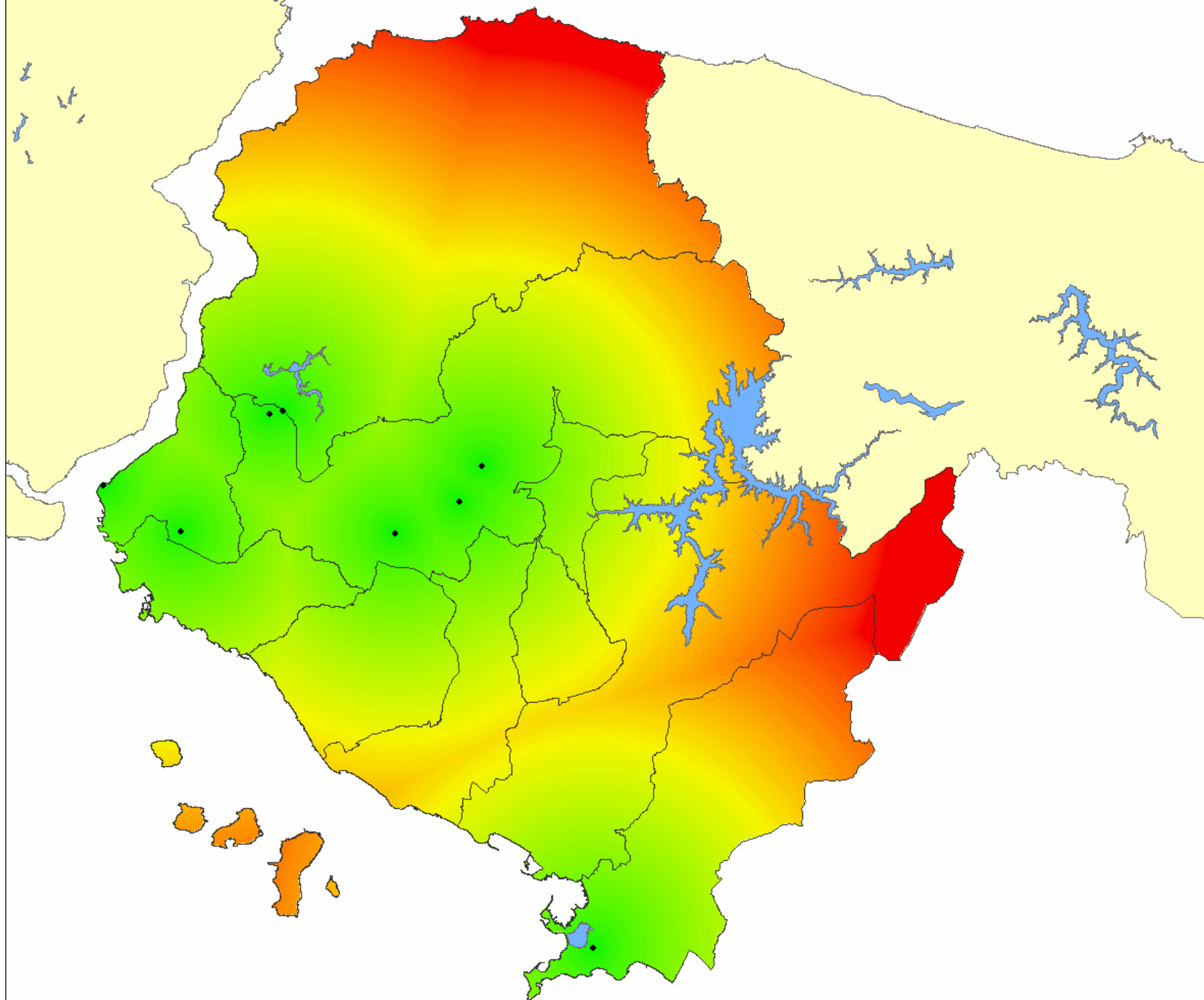
Çok : 1

Az : 0



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

ATIK ARITMA TESİSLERİNE UZAKLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

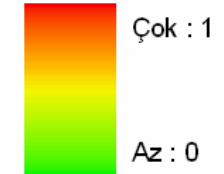
- Atık Arıtma Tesisleri

Göller

İstanbul İl Sınırları

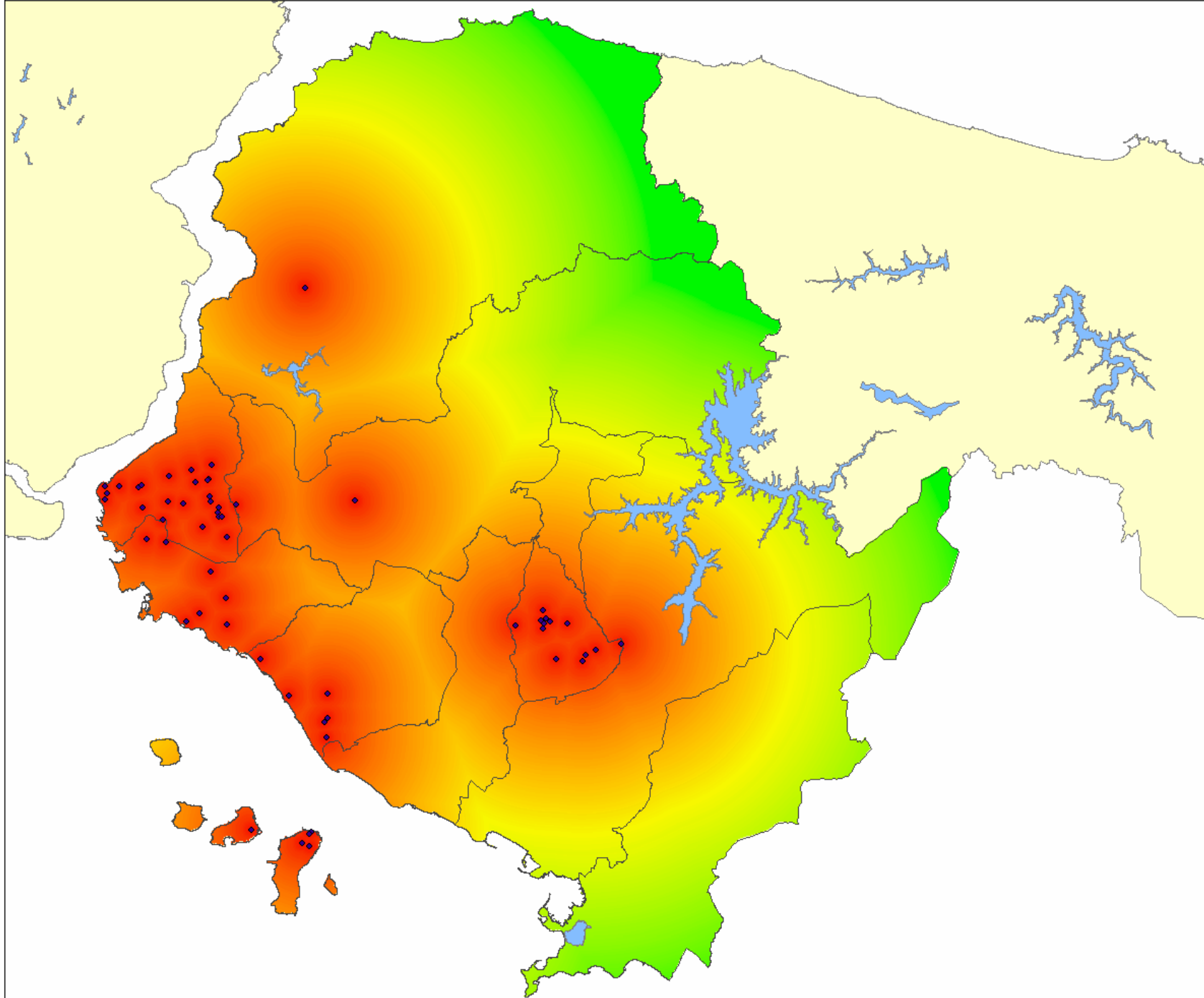
Normalleştirilmiş Atık Arıtma
Katmanı

Uzaklık



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

OKULLARA YAKINLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

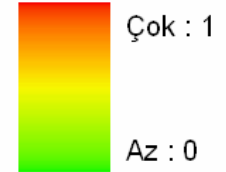
• Özel Okullar

Göller

İstanbul İl Sınırları

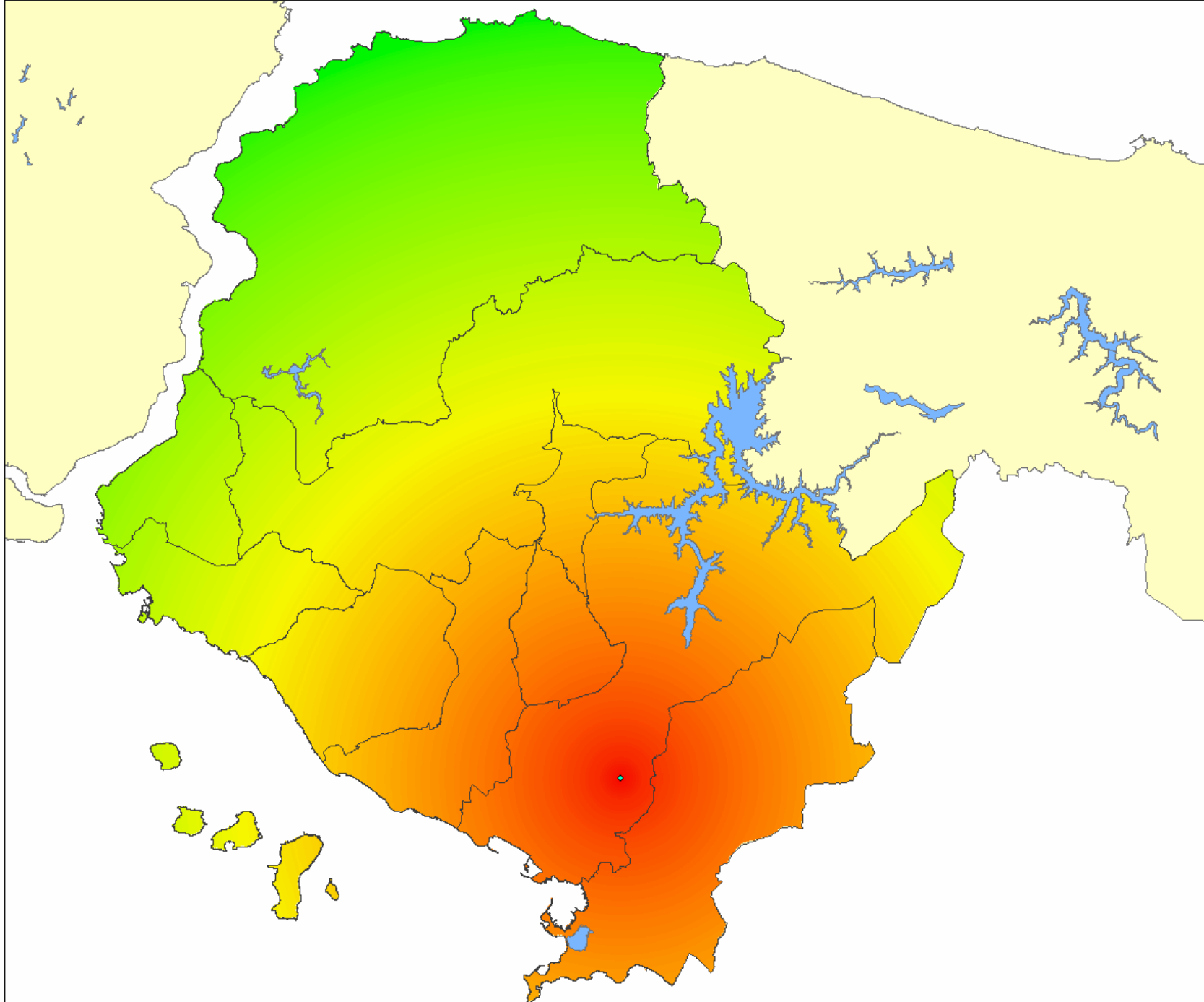
Normalleştirilmiş Okul
Katmanı

Yakınlık



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

HAVALİMANINA YAKINLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

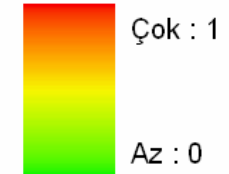
• Havalimanı

Göller

İstanbul İl Sınırları

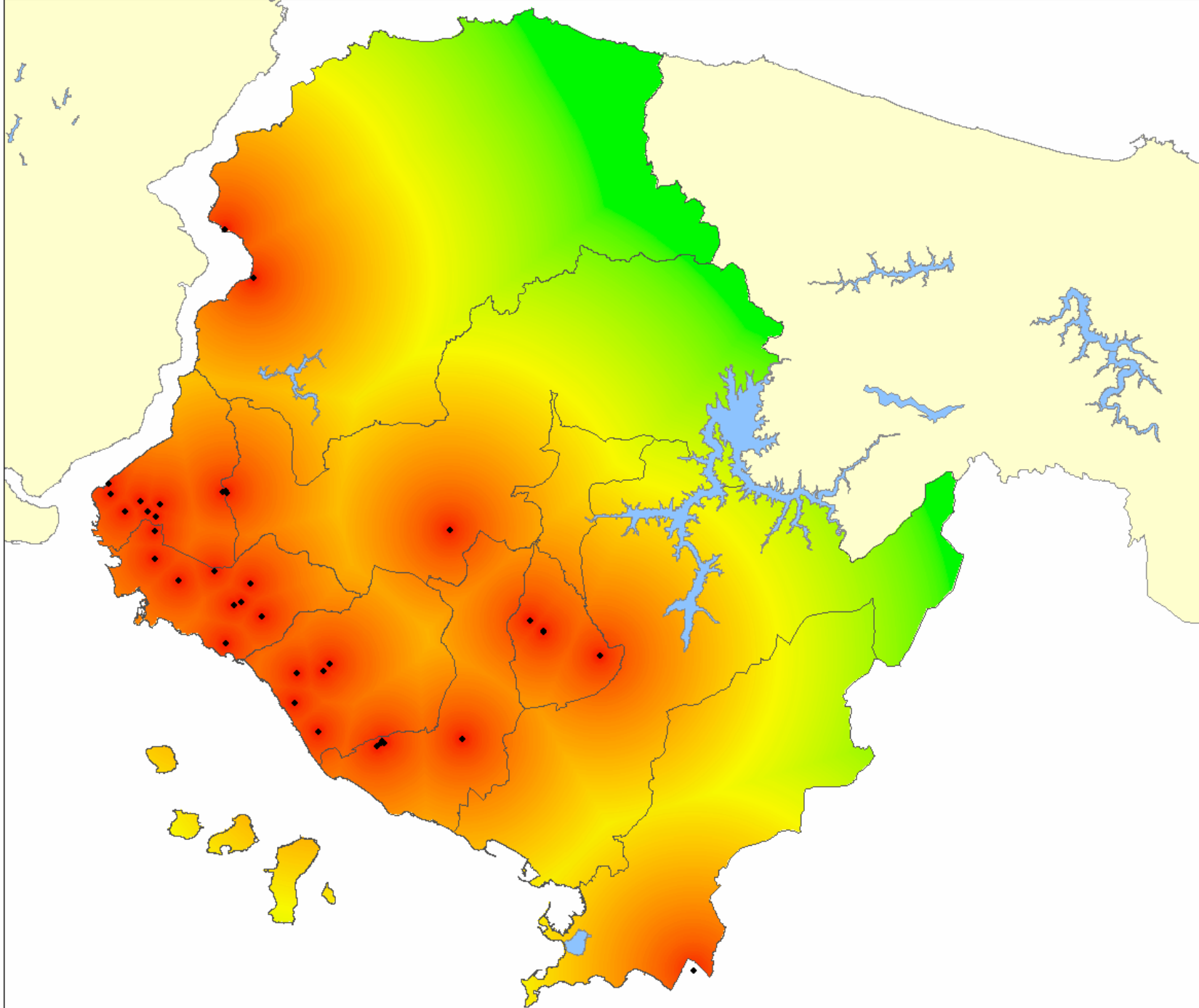
Normalleştirilmiş Havalimanı
Katmanı

Yakınlık



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

HASTANELERE YAKINLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

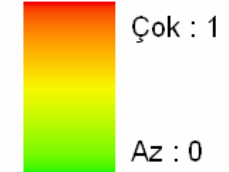
• Hastaneler

Göller

İstanbul İl Sınırları

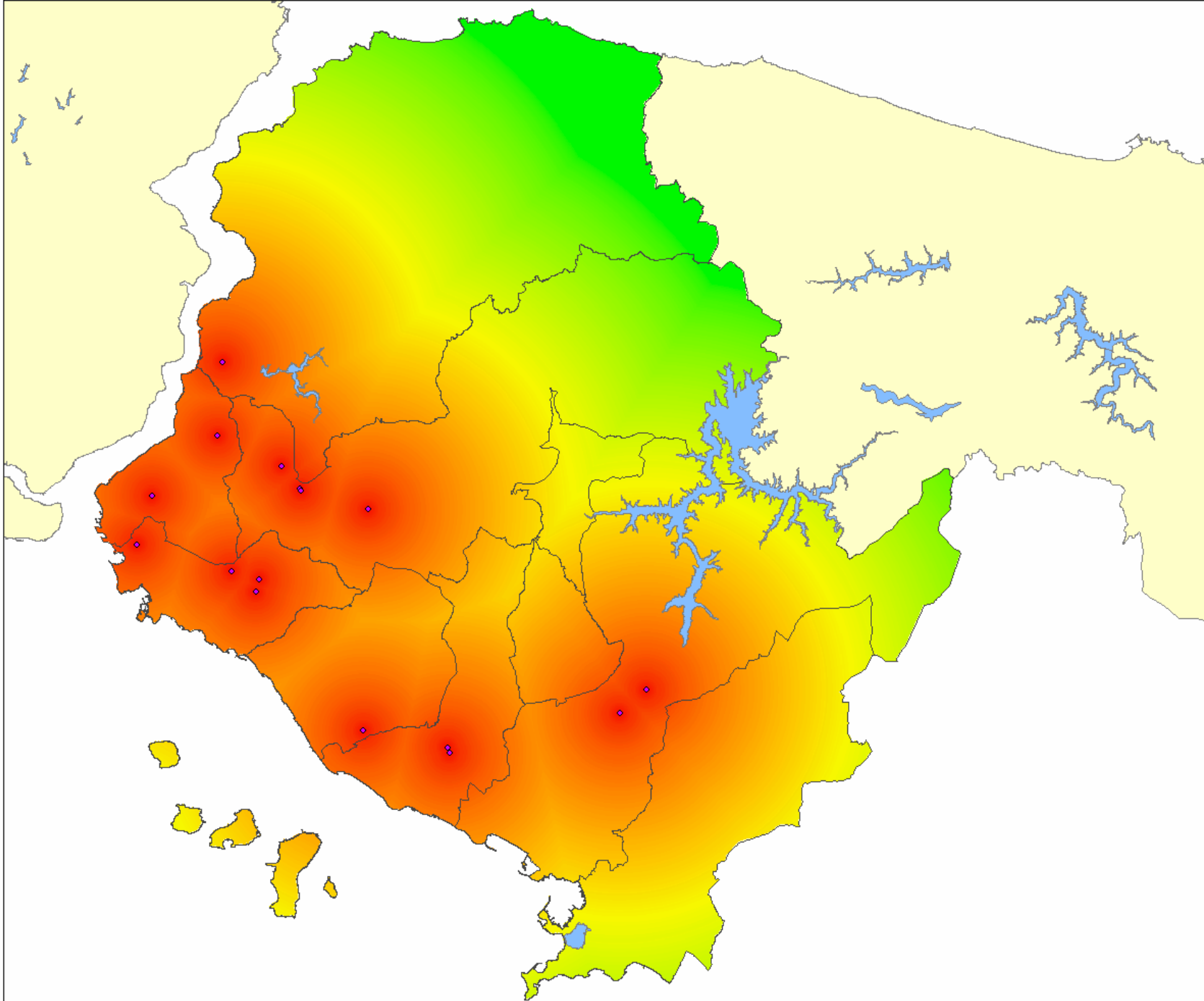
Normalleştirilmiş Hastane
Katmanı

Yakınlık



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

ALİŞVERİŞ MERKEZLERİNE YAKINLIK



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

◆ Alışveriş Merkezleri

Göller

İstanbul İl Sınırları

Normalleştirilmiş AVM Katmanı

Yakınlık

Çok : 1

Az : 0



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

ÇALIŞMA BÖLGESİ



0 5 10 20
Kilometre

LEJANT

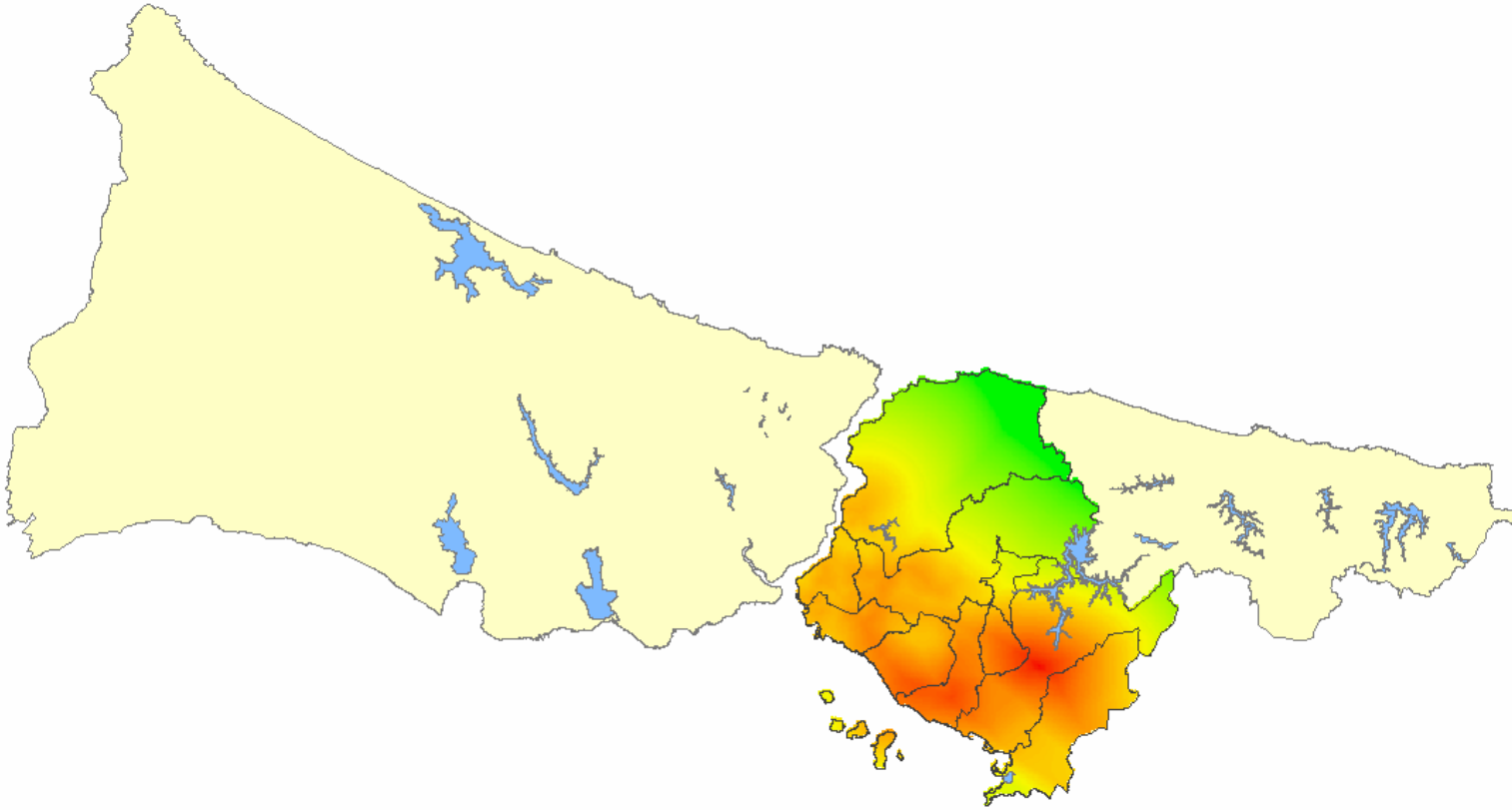
 Göller

 İstanbul İl Sınırları

Sentez Haritası

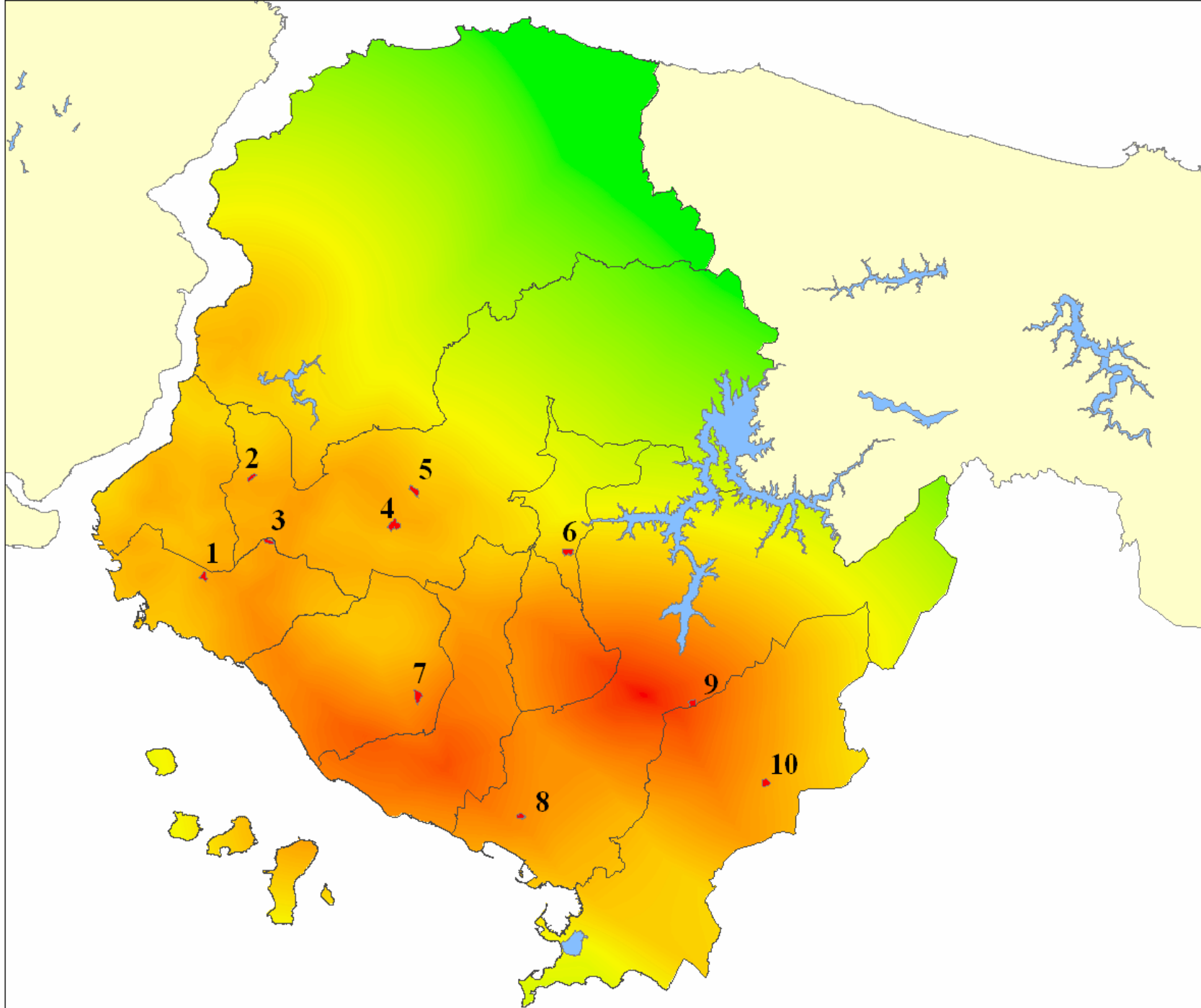
Uygunluk

 Çok : 0,87
Az : 0,21



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

TOPLU KONUT YER SEÇİMİ



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

 Araziler

 Göller

 İstanbul İl Sınırları

Sentez Haritası

Uygunluk

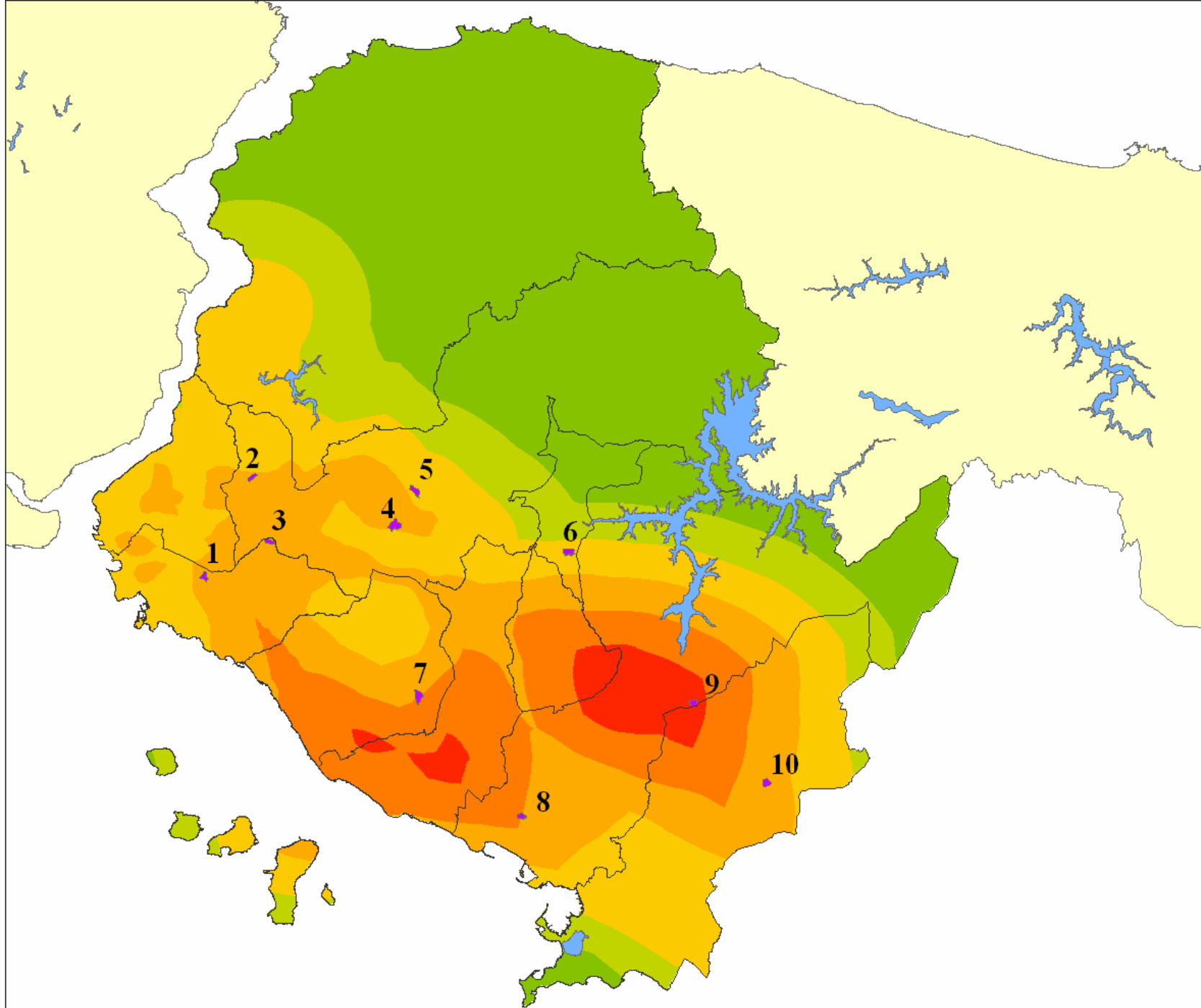
 Çok : 0,87

 Az : 0,21



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

TOPLU KONUT YER SEÇİMİ



0 2,5 5 10
Kilometre

LEJANT

-  Araziler
-  Göller
-  İstanbul İl Sınırları

Sentez Haritası

Uygunluk

-  0,20 - 0,60
-  0,60 - 0,65
-  0,65 - 0,71
-  0,71 - 0,76
-  0,76 - 0,82
-  0,82 - 0,87



Yüksek Lisans Tezi
Serhat DOĞRAMACI

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	01.12.1981	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1992-1999	Vefa Anadolu Lisesi
Lisans	2001-2005	Yıldız Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-2009	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Programı