

## TOPLU KONUT ALANLARININ CBS-ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ: BAKIRKÖY İLÇESİ

M. Yalçın<sup>1</sup>, F. Batuk<sup>2</sup>

Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa, İstanbul. <sup>1</sup>mustafayalcin86@gmail.com, <sup>2</sup>batuk@yildiz.edu.tr

### ÖZET

*Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV), belirli bir amaç için birden çok ölçütü bir arada değerlendirmek ve bu ölçütlerin ortaklaşa etkilerinin sentezini yaparak bir karar mekanizması oluşturmaktır. ÇÖKV ile karar vericiler tarafından seçilen ölçütlerin birbirleriyle etkileşimini sağlamak amacıyla yine karar vericiler tarafından düşünülen önceliklere ve ölçütlerin önemine göre ağırlıklar verilip, alternatifler arasından uygun olanlara ya da en uygun olana karar verme konusunda fikir elde edilir. Ölçütlerin normalleştirilmesi ve verilen ağırlıkların bilimsel yöntemlerle düzenlenmesi sağlanır. Hazırlanan veriler farklı alternatiflerle birebir ilişkilendirilir, alternatifler birbirleriyle karşılaştırılarak, istenen amaca uygun olarak karar verme olanağı ortaya konur. Bu çalışmada, farklı ölçütlerin ortaklaşa oluşturduğu etkiler değerlendirilmiş ve toplu konut yer seçimi problemi üzerine mekansal karar analizi gerçekleştirilmiştir. ÇÖKV yöntemi, coğrafi bilgi sistemleri(CBS) ortamına entegre edilerek, belirlenen ölçütler ve bir tutarlılık oranı çerçevesinde kullanılacak en uygun arazinin farklı alternatifler içerisinde seçilmesi sağlanmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Toplu Konut Yer Seçimi, ÇÖKV, CBS

## LOCATION SELECTION FOR MASS BUILDINGS WITH GIS-MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHOD: BAKIRKOY DISTRICT

### ABSTRACT

*Multi Criteria Decision Making Method (MCDM) is a method which evaluates a combination of multiple criteria for a specific purpose and makes a synthesis of the effects of these criteria jointly to create a decision mechanism. Criteria are chosen by decision makers and those are given weights according to their priority and importance by decision makers with MCDM. In this way, ideas about to decide which alternatives are appropriate or which is the best among those alternatives are obtained. Normalization of criteria and arrangement of the weights with scientific methods are provided. Prepared data is associated with different alternatives and decision making is provided according to the desired objectives by comparing the alternatives with each other. In this study, jointly effects of different criteria were evaluated and spatial decision analysis was conducted for housing site selection problem. MCDM method was integrated into the geographic information systems (GIS) environment, thus the most suitable area was selected among different areas according to desired or undesired criteria within a consistent framework.*

**Keywords:** Site Selection, MCDM, GIS

## 1. GİRİŞ

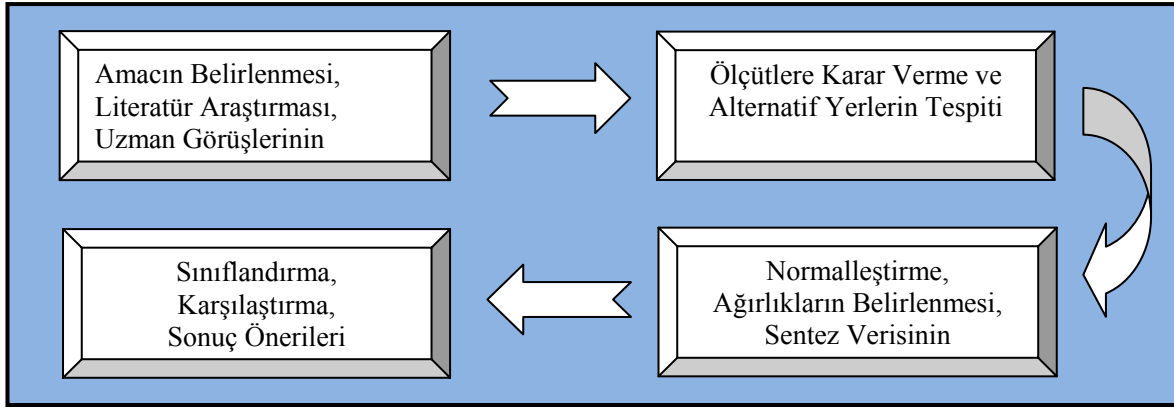
Mekânı konu alan karar problemleri çoklu, birbirleri arasında oransız ve karmaşık değerlendirme ölçütlerini ve amaca uygun alternatifler setini içermektedir (Malczewski, 2006). ÇÖKV'nin genel amacı karar verici ya da karar verici grup için çelişkili ve birbirine rakip ölçütlerin bulunduğu ortamda, bir dizi alternatif arasından en iyi alternatifin seçimi için yardımcı olmaktır (Pietersen, 2006). ÇÖKV'in CBS ile entegre kullanımı, mekansal optimizasyon teknikleri ile ilgili kararlara katılımı sağlar. Ayrıca, CBS karar vericilere tasarım ve plan geliştirme de ek olanaklar da sağlar (Eastman vd, 1993; Malczewski, 1999; Jankowski vd, 2001; Ascough vd, 2002). CBS-ÇÖKV yaklaşımı pek çok problem için özellikle de bir konuya uygun arazilerin seçimi için kolaylıkla kullanılmaktadır (Malczewsky, 2006).

Yer seçimi, bir arazi kullanımı türü için belirli bir alanın uygunluğunu belirlemede bir dizi kapsamlı faktörler setini ve çeşitli hedeflerin dengelemesini gerektirir. Toplu konut yer seçimi; demografik, fiziksel, ekonomik, sosyal politikalar ve çevresel disiplinlerden gelen faktörleri içermektedir (Shalab vd., 2006). 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 (Doğramacı S., 2009). Bu çalışmada, CBS tabanlı ÇÖKV yöntemi kullanılarak Bakırköy İlçesi sınırları içerisinde yapılacak toplu konut projesi için yer seçimi gerçekleştirilmiştir.

## 2. YÖNTEM VE VERİLER

Çalışmada öncelikle konuyla ilgili literatür araştırması yapılmış, uzman görüşleri alınmış ve çalışma alanı ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Daha sonra sırasıyla ölçütlere karar verme, alternatif seçimi, verilerin toplanması, düzenlenmesi, normalleştirme, ağırlıkların belirlenmesi, sentez verisinin oluşturulması aşamaları gerçekleştirilmiştir. Oluşan sentez verisi üzerinden sınıflandırma ve karşılaştırmalar yapılarak sonuç önerileri belirlenmiştir (Şekil 1). Ağırlık matrisi MS Excel ortamında oluşturulmuş, diğer işlemler ArcGIS ortamında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada yapı adası, bina, yol, sınır ve yoğunluk verileri kullanılmıştır. Bu veriler; 2002 – 2003 yılları arasında yapılan İstanbul Deprem Master Planı (İDMP) projesinde kullanılan verilerdir. Temelde 1/1000 ölçekli halihazır haritalara dayanan bu veriler, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) İDMP projesinde YTÜ ekibince tekrar düzenlenmiştir.



Şekil 1. İş akış şeması

## 3. UYGULAMA

Uygulamada, çalışma alanı olarak İstanbul'a bağlı Bakırköy İlçesi verileri kullanılmıştır. İş akışının düzenli olarak sürdürülmesi ve yapılan işlem adımlarının kontrollü olarak izlenebilmesi için Model Builder uygulaması geliştirilmiştir (Şekil 2).

### 3.1. Ölçütlerin Belirlenmesi ve Alternatif Seçimi

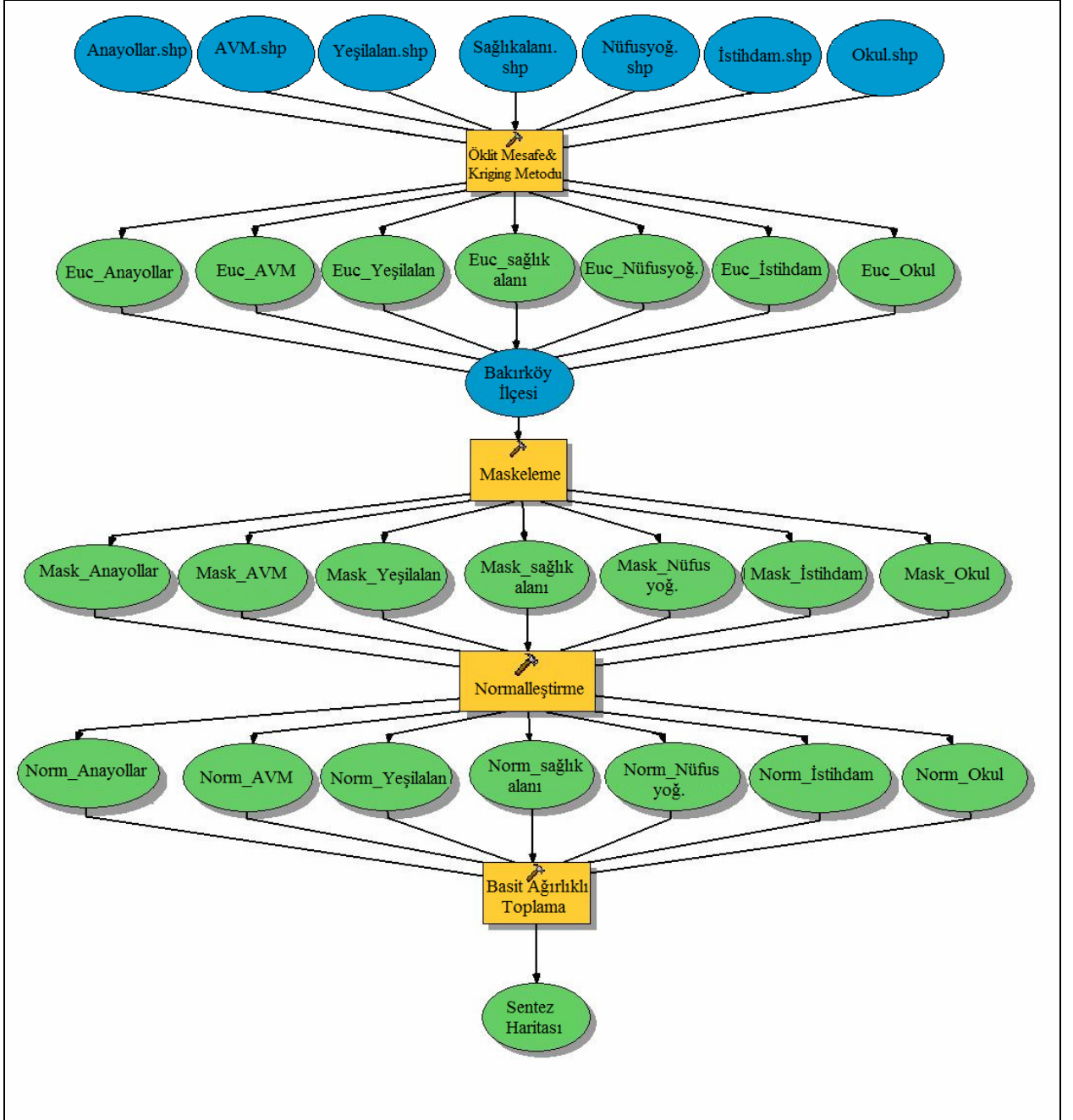
Yapılan araştırmalar ve uzman görüşleri sonucunda ölçütler; ana yollara, sağlık alanlarına, alışveriş merkezlerine (AVM), yeşil alanlara ve okullara yakınlık, nüfus ve iş istihdamının yoğunluğu olarak belirlenmiştir. Yapılacak toplu konut projesi sosyal donatıları da beraberinde getireceğinden yeşil alanlara, okullara ve sağlık alanlarına uzaklık ölçütlerine verilen önem azalmış bundan dolayı bu ölçütlere verilmesi gereken ağırlıklar düşürülmüştür.

Alternatif alan olarak 10 farklı yer seçilmiştir. Bakırköy ilçesi sınırları içerisinde alternatif alanlar için yeterli ve gerekli alan bulunamadığından, çalışmada daha önce yapılmış olan toplu konut alanları kullanılmıştır.

### 3.2. Dönüşümler

Ölçüt katmanlarının alternatiflerle ilişkilendirilip mesafe ve yoğunluk ile ilgili analizlerin yapılabilmesi için öklit mesafesi ve kriging metodu kullanılmıştır. Öklit mesafesi metodu ile ölçütlerin alternatiflere olan uzaklıkları, piksel değerlerine atanarak mevcut vektör veriler raster veri haline dönüştürülmüştür. Oluşan raster verilerin piksel boyutları 20 m alınmıştır. Alternatiflerin AVM, anayol, hastane, yeşil alan ve okul ölçütlerine olan uzaklıkları bu araç ile hesaplanmıştır.

İş istihdamı ve nüfus yoğunluğu ile ilgili veriler, bina bilgilerinden türetilmiş ve nokta haline dönüştürülmüştür. Piksel boyutu 20m alınarak, kriging enterpolasyonu yapılmıştır. Bakırköy ilçe sınırı da vektör-raster dönüşümü ile raster veri haline dönüştürülmüştür.



Şekil 2. Model Diyagramı

### 3.3. Normalleştirme

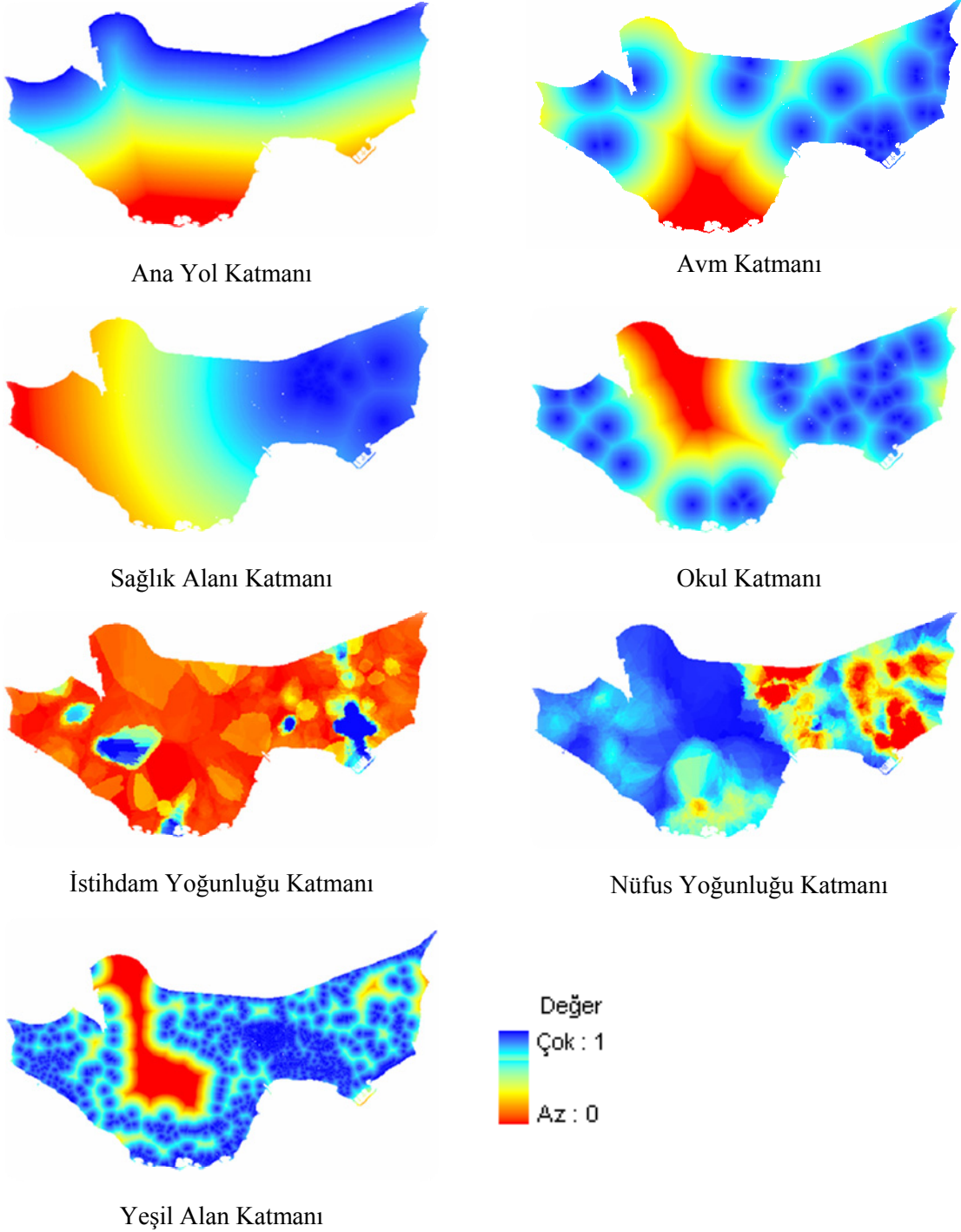
Ölçütleri, ağırlıklarıyla beraber bir arada analiz edebilmek için, ölçüt katmanları en büyük değer yöntemi kullanılarak normalleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Normalleştirme işlemi ile her ölçüt katmanındaki pikseller 0 ile 1 arasında değişen değerler almıştır.

Sağlık alanları, ana yollar, yeşil alanlar, okullar, AVM'lere yakınlık ölçütleri için ilgili objelere yaklaştıkça piksel değerlerinde artım, ilgili objelerden uzaklaştıkça piksel değerlerinde azalma olması sağlanmıştır. Nüfus yoğunluğu ölçütü için ilgili obje ve üzerindeki yoğunluğa göre uzaklaştıkça piksel değerlerinde artma yaklaştıkça piksel değerlerinde azalma sağlanmıştır. Bu ölçüt katmanlarında gerekli normalleştirmelerin sağlanabilmesi için formül (1) kullanılmıştır.

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

İş istihdam yoğunluğu ölçütü için obje ve yoğunluğa göre ilgili objeye yaklaştıkça piksel değerlerinde artma, ilgili objelerden uzaklaştıkça piksel değerlerinde azalma sağlanmıştır. Bu ölçüt katmanı için formül (2) kullanılmıştır. Her bir ölçüt katmanı için oluşan normalleştirilmiş ölçüt katmanları Şekil 3’de gösterilmiştir.

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (2)$$



Şekil 3. Normalleştirilmiş ölçüt katmanları

### 3.4. Normalleştirilen Verilerin Alternatiflerle İlişkilendirilmesi

Normalleştirilen verilerin belirlenen alternatif alanlar içerisinde kalan piksel değerleri ilgili ölçüte yakınlık veya uzaklığına göre alternatif alan içerisinde birbirinden farklılık göstermektedir. Bu durumda her bir alternatif alan için ortak bir piksel değeri tanımlamak gerekmiştir. Bunun için alternatif alanlar içerisinde kalan piksel değerleri istatistikî işleme tabi tutulmuştur. Bu işlemin sonucunda alternatif alanlar içerisinde kalan bütün pikseller aynı değere sahip olmuştur.

### 3.5. Ağırlıkların Belirlenmesi

Kullanılan ölçütleri önem durumuna göre analiz etmek için, her ölçütün ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Ağırlık değerlerinin hesaplanabilmesi için ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. İkili karşılaştırma yöntemi ile öncelikle karar vericiler tarafından her bir ölçütün diğer ölçütlerle olan önem durumunu gösteren ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıklar oluşturulmuştur (Tablo 3).

**Tablo 3.** İkili karşılaştırma matrisi

	Ana Yol	AVM	Yeşil Alan	Okul	Sağlık	Nüfus Yoğ.	İstihdam Yoğ.	Ağırlık
Ana Yol	1	5	7	9	7	5	3	0,41
AVM	0.20	1	3	5	5	3	0.33	0,14
Yeşil Alan	0.14	0.33	1	3	0.33	0.33	0.20	0,05
Okul	0.11	0.20	0.33	1	0.33	0.20	0.14	0,03
Sağlık	0.14	0.20	3	3	1	0.33	0.20	0,06
Nüfus Yoğ.	0.20	0.33	3	5	3	1	0.33	0,10
İstihdam Yoğ.	0.33	3	5	7	5	3	1	0,22

### 3.6. Sonuçların Oluşturulması

Ağırlıkların ölçüt katmanları ile ilişkilendirilip, sonuç verinin oluşabilmesi için basit ağırlıklı toplama (BAT) yöntemi kullanılmıştır. Normalleştirilmiş ölçüt katmanları değerleri ilgili ağırlık değerleriyle çarpılmış ve bu çarpımların toplamı alınarak sonuç veri oluşturulmuştur. Matematiksel ifadesi (3) formülünde gösterildiği gibidir.

$$U(a) = \sum_{j=1}^n w_j g_j(a) \quad (3)$$

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). Tablo 4'de BAT ile hesaplanan alternatiflerin değerleri gösterilmiştir.

**Tablo 4.** BAT ile hesaplanan alternatiflerin değerleri

Alternatifler	Sonuç
1	0.644282
4	0.636356
8	0.629699
6	0.629429
9	0.625839
10	0.614053
5	0.612828
7	0.574758
3	0.407964
2	0.285688

### 3.7. Sınıflandırma ve Karşılaştırma

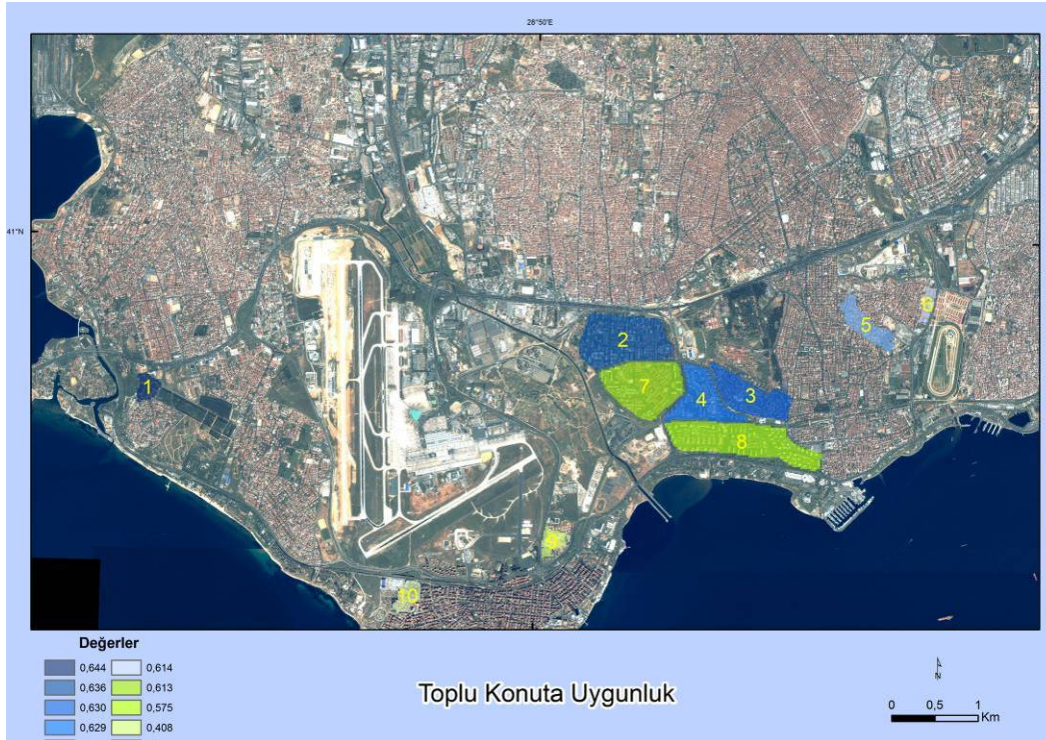
Oluşan sonuç verinin açık ve anlaşılır şekilde olabilmesi için sınıflandırma yapılmıştır. Oluşan sınıflar için farklı renklendirmeler yapılarak sonuç katman üzerinde daha açık ve anlaşılır veri bütünlüğü oluşturmuş, alternatif alanlar hakkında daha rahat yorum yapabilme özelliği kazandırılmıştır ( Şekil 4).

Oluşan sentez verileri ve sınıflandırmalar alternatif alanlar hakkında karşılaştırma yapma imkanı doğurmuştur. Bu karşılaştırmalar neticesinde sırasıyla 1. Alternatif, 4.Alternatif, 8. Alternatif, 6.Alternatif, 9.Alternatif, 10.Alternatif, 5.Alternatif, 7.Alternatif, 3.Alternatif, 2.Alternatif olmuştur. Bu karşılaştırmalara göre toplu konut yapımı için en uygun yer 1.Alternatifin bulunduğu alan en elverişsiz olan yer ise 2. Alternatifin bulunduğu alan olmuştur.

## 4. SONUÇLAR

Karar verme probleminin günümüzde bilimsel temellere dayandırılmasıyla daha objektif ve doğru kararlar alınabilmesi sağlanmıştır. Amaçlara ne derece ulaşılabilirdiğini görmek, problem üzerinde istenilen amaca en uygun olanı ÇÖKV ile değerlendirilen seçenekler için birçok ölçüt göz önünde bulundurularak ağırlık, görelî önem veya üstünlükler belirlenmiştir. Bu sayede karmaşık ve kapsamlı konularda birden çok ölçütün bir arada ahenkli, etkin ve birbiri ile çelişmeyecek şekilde sentezinin yapılp amaca en uygun kararlar alınabilmesi sağlanmıştır.

Çalışmada, ÇÖKV ile CBS aracılığıyla sosyal donatıları da beraberinde getirecek olan ticarî amaçlı toplu konut projesi için farklı alternatifler arasından en uygun yerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bakırköy ilçesi sınırları içerisinde yapılması planlanan toplu konut projesi için farklı alternatifler belirlenip içerisinde en uygun yere karar verme süreci işlenmiştir. Çeşitli yöntemler ve matematiksel formüller bir hiyerarşi içinde kullanılarak alternatifler içerisinde en uygun olanına karar verilmiştir. Örnek bir uygulama ile gerçekleştirilen yöntem ülkemizde yer seçimi ile ilgili bir çok kararda kullanılabilir.



Şekil 4. Alternatiflere göre sınıflandırma haritası

## KAYNAKLAR

Ascough, J.C., Rector, H.D., Hoag, D.L., McMaster, G.S., Vandenberg, B.C., Shaffer, M.J., Weltz, M.A., Ahjua, L.R., 2002. Multicriteria spatial decision support systems: overview, applications, and future research directions, *Proceedings of The International Environmental Modelling And Software Society*, Lugano, Switzerland, 175–180.

- Doğramacı S.**, 2009, Coğrafi bilgi sistemi destekli çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile toplu konut yer seçimi. *Yüksek lisans tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Eastman, J.R., Kyem, P.A.K., Toledano, J. And Jin, W.**, 1993. GIS and decision making, *Explorations in Geographic Information System Technology*, 4 (Geneva: UNITAR).
- Jankowski, P., Nyerges, T.**, 2001. *Geographic Information Systems For Group Decision Making: Towards A Participatory*, *Geographic Information Science*, Taylor & Francis, New York.
- Malczewski, J.**, 2006, GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 703–726.
- Malczewski, J.**, 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, Wiley, New York.
- Pietersen, K.**, 2006, Multiple criteria decision analysis (MCDA): A tool to support sustainable management of groundwater resources in South Africa, *Water SA*, 32 (2), 119-127.
- Shalabi, M.A., Mansor S., Ahmed, N., Shiriff, R.**, 2006, GIS based multicriteria approaches to housing site suitability assessment, *Shaping the Change XXIII FIG Congress 2006*, October 8-13, Munich, Germany.
- Wong, G.**, 1999. Multi-criteria Decision-aid for building professionals, *The Journal of Building Surveying*, 1 (1), pp 5-10.