

## **Yatırım Amaçlı Konut Seçiminde AHP ve ARAS Yöntemlerinin Uygulanması**

### *Application of AHP and ARAS Methods in Housing Selection for Investment*

**Tayfun Öztaş\* - İrfan Ertuğrul\*\* - Abdullah Özçil\*\*\* - Gülin Zeynep Altay\*\*\*\***

#### **Özet**

Konut fiyatları incelendiğinde fiyat düzeylerinin istikrarlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Konut fiyatlarındaki artış, konutların yatırım amaçlı kullanımını arttırmaktadır. Bu amaçla Denizli ilinde yatırım amaçlı konut satın alınması analiz edilmiştir. Birden fazla alternatif arasından amaçlara en uygun olan alternatifin seçilmesi çoklu kriterli karar verme yöntemleri ile yapılabilmektedir. Bu çalışmada yatırım amaçlı konut seçiminde AHP ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır. AHP yöntemi ile konut seçiminde etkili olan kriterlerin ağırlıkları karar vericilerin değerlendirmelerine göre belirlenmiştir. Belirlenen ağırlıklar kullanılarak ARAS yöntemi yardımıyla seçilen alternatifler sıralanmıştır ve optimal alternatif seçilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Yatırım; Konut Fiyat Endeksi; Çoklu Kriterli Karar Verme; AHP; ARAS.*

#### **Abstract**

When housing prices are analyzed, it is seen that the price level has increased steadily. Increase in the housing prices raises using of housings for investment. For this reason purchasing of housing for investment in Denizli was analyzed. Selecting of the optimal alternative among the more than one alternative is made with Multi-Criteria Decision Making Methods. In this paper AHP and ARAS methods were used for housing selection for investment. Weights of criteria which have an important role on housing selection were determined with AHP method according to decision makers' evaluations. Selected alternatives were ranked with ARAS method using determined weights and then optimal alternative was selected.

**Keywords:** *Investment; House Price Index; Multi-Criteria Decision Making; AHP; ARAS.*

#### **1.Giriş**

İnşaat sektörü Türkiye'nin ekonomik anlamda büyümesinde önemli rol oynayan sektörlerden birisidir. İnşaat sektörü dolaylı olarak üretim ve istihdamı arttırdığından dolayı özellikle sanayisi gelişmemiş illerde bölge halkının ekonomik faaliyetlere katılmasını sağlamaktadır. İnşaat sektörünün faaliyet alanı olarak ilk akla gelen konut ile sınırlı değildir. Türk inşaat sektörü yıllar içerisinde yoğun bir teknik ve uzmanlık bilgisi isteyen baraj, santral, köprü vb. alanlarda da ilerleme kaydetmiştir (Emlak Konut GYO, 2014: 53).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan iktisadi faaliyet kollarına göre cari fiyatlarla gayri safi yurt içi hâsıla raporuna göre inşaat sektörünün yıllara göre büyüme hızı Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde yıllar bazında alıcı fiyatlarıyla Türk Lirası cinsinden GSYH'de artış gözlemlenmektedir; ancak büyüme hızında 2000 yılından itibaren bazı yıllarda aksi söz konusu olsa da bir düşüş eğilimi göze çarpmaktadır. Benzer şekilde inşaat

---

\* Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi İşletme Bölümü, toztas@pau.edu.tr

\*\* Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi İşletme Bölümü, iertugrul@pau.edu.tr

\*\*\* Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi İşletme Bölümü, aozcil@pau.edu.tr

\*\*\*\* Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi İşletme (İngilizce) Bölümü, gzeynepa@pau.edu.tr

sektörü incelendiğinde 2009 yılı haricinde artış gözlemlenmektedir. Sektörün büyüme hızı incelendiğinde ise GSYH kadar düzenli olmasa da genel itibarıyla bir azalış söz konusudur. İnşaat sektörü ile GSYH arasındaki ilişkinin düzeyini belirlemek için bu iki değişken arasındaki korelasyon %84 olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle iki değişken arasında güçlü sayılabilecek pozitif bir ilişki olduğu yorumu yapılabilmektedir.

**Tablo 1.** Yıllara göre GSYH ve inşaat sektörü büyüme hızları

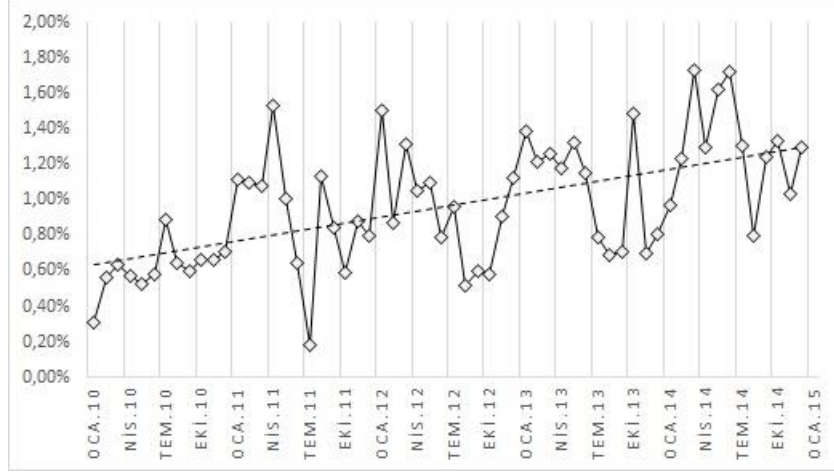
	GSYH*	GSYH Büyüme Hızı	İnşaat Sektörü Değeri	Sektör Büyüme Hızı
<b>1998</b>	70 203 147 160	-	4 085 861 042	-
<b>1999</b>	104 595 915 540	48,99%	5 687 700 824	39,20%
<b>2000</b>	166 658 021 460	59,34%	8 405 525 875	47,78%
<b>2001</b>	240 224 083 050	44,14%	10 702 029 406	27,32%
<b>2002</b>	350 476 089 498	45,90%	14 707 328 659	37,43%
<b>2003</b>	454 780 659 396	29,76%	18 405 464 200	25,14%
<b>2004</b>	559 033 025 860	22,92%	24 660 999 858	33,99%
<b>2005</b>	648 931 711 811	16,08%	28 694 133 986	16,35%
<b>2006</b>	758 390 785 210	16,87%	35 849 263 172	24,94%
<b>2007</b>	843 178 421 420	11,18%	41 013 267 389	14,40%
<b>2008</b>	950 534 250 716	12,73%	44 657 644 372	8,89%
<b>2009</b>	952 558 578 826	0,21%	36 577 636 585	-18,09%
<b>2010</b>	1 098 799 348 446	15,35%	45 669 500 016	24,86%
<b>2011</b>	1 297 713 210 117	18,10%	57 751 313 559	26,45%
<b>2012</b>	1 416 798 489 819	9,18%	62 156 828 152	7,63%
<b>2013</b>	1 567 289 237 901	10,62%	69 557 490 072	11,91%
<b>2014</b>	1 749 782 267 330	11,64%	79 743 527 843	14,64%

\*Alıcı fiyatlarıyla, (Kaynak: TÜİK)

İnsanların satın aldıkları mal ve hizmetlerin fiyatları çeşitli nedenlerle sürekli olarak değişmektedir. Bu nedenle belirli bir maliyet ve standartta tüketim yapmaktan zevk alan bir kişi, aynı standardı yeni fiyatlarla sürdürebilmek için ne kadarlık bir maliyete neden olacağını bilmek isteyecektir (Afriat ve Milana, 2009: 4). Fiyatlardaki değişim seviyesinin bilinmek istenmesi fiyat endeksi kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Günlük hayatta fiyat endeksleri sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, enflasyonu ölçen Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) hemen hemen herkesin bildiği bir kavramdır. Konut piyasalarındaki dinamikleri takip etmek için kullanılan fiyat endeksi Konut Fiyat Endeksi olarak isimlendirilmektedir. Getiri açısından bakıldığında konut fiyatları direkt olarak ulaşılabilen bir bilgi değilken; bir hisse senedinin fiyatı herkes tarafından rahatlıkla ulaşılabilen bir bilgidir (Eichholtz, 1997: 175). Bu açıdan konut fiyat endeksleri yatırımcıya konut fiyatlarının değişime ile ilgili bilgi vermesi açısından oldukça önemlidir. Türkiye’de aylık konut fiyat endeksi düzenli bir şekilde Merkez Bankası tarafından yayınlanmaktadır. Merkez Bankası tarafından yayınlanan Ocak 2010- Ocak 2015 dönemi konut fiyat endeksindeki aylık değişimler Şekil 1’de gösterildiği gibidir.

Türkiye Konut Fiyat Endeksi’nin aylık değişimleri incelendiğinde değişimin negatif bölgeye hiç düşmemesi nedeniyle fiyat düzeyinde sürekli bir yükseliş olduğu sonucu çıkmaktadır. Fiyat endeksinin hareket yapısı incelendiğinde ise birkaç dönemde dalgalanma gözlemlense de fiyat düzeyinde bir artış eğilimi olduğu trend doğrusu yardımıyla da görülebilmektedir. Bu göstergeler altında yatırım yapmak isteyen bir kişinin bu amaçla konut

satın almasının mantıklı olduğu dűřünülmektedir. Bu nedenle yatırım amacıyla satın alınacak konut seçilirken optimal seçeneğin belirlenebilmesi için çoklu kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılmıştır.



**şekil 1.** Türkiye konut fiyat endeksindeki aylık değişimler (Kaynak: TCMB)

Çalışmanın geri kalan kısmında sırasıyla ikinci bölümde seçim yapmak için kullanılacak kriterler, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve ARAS yöntemleri tanıtılmıştır, uünde bölümde ise Denizli ilinde bir uygulama yapılmıştır. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada yatırım yapmak amacıyla konut satın alınması durumunda AHP ve ARAS yöntemleriyle karar verme sűreci ele alınmıştır. Karar verme sűrecinde alternatif olarak belirlenen konutlar Denizli ilinde bulunmaktadır. Alternatif olarak belirlenen konutlarla ilgili bilgiler konu hakkında faaliyet gösteren emlakçılar aracılığıyla elde edilmiştir. Karar verme sűrecinde optimal alternatifini belirleyecek kriterler ve bu kriterlerin seçilme nedenleri aşağıda gösterildiği gibidir.

- Konutun bűyűklűđű: Evin metrekare cinsinden net kullanım alanını gösteren bir ldűdűr. Gűnűműzde aileler, evin her ferdine ait bir oda olmasını istemektedir. Bu nedenle de műmkűn olduđunca geniř ev satın alma isteđinde bulunmaktadırlar.
- Ortak giderler: Konutun bulunduđu bina veya site ile ilgili her bir konuta eřit olarak dűřen sabit giderlerdir. Bu giderler genel olarak aydınlatma, bakım, temizlik, evre dűzenlemesi, ısınma, gűvenlik ve personel giderlerinden oluřmaktadır. Konut sahipleri olabildiđince fazla hizmet almak isterken, bu hizmetlerin maliyetinin en dűřűk seviyede olmasını isterler. Deđerlendirmeler Tűrk lirası cinsinden yapılmıřtır.
- Bina yařı: Satın alınan konutta zaman içerisinde yıpranmalar yařanacađından dolayı binanın yařı arttıkça tařıyıcı sistemlerinde, elektrik-su-dođalgaz tesisatlarında problemler artacaktır. Bu tűr problemler konut sahibinin sűrekli olarak tamirat masraflarıyla karřılařmasına ya da bina gűvenliđi konusunda sorunlar yařamasına neden olacaktır. Yatırımcılar bu nedenle konut satın alırken műmkűn olduđunca bina yařı kűűk konutları tercih etmektedirler. Bina yařı yıl bazında deđerlendirilmiřtir.

- Şehir merkezine olan uzaklık: Günümüzde şehirler konut yapılabilecek boş arazi imkânı, çekim merkezi gibi nedenlerle çok farklı bölgelerde yaşam merkezlerine sahip olmaktadır. Bu nedenle çeşitli noktalara yakınlığa bakılarak bir konutun diğerine göre avantajlı olduğu söylenebilir. Çalışmada karşılaştırma olarak şehir merkezine uzaklık seçilmiştir; çünkü insanlar resmi/özel işleri için şehir merkezlerine gitmek zorunda kaldığından her bir alternatif için objektif bir ölçüm değeri elde etmek istenilmiştir. Şehir merkezine uzaklık kilometre cinsinden ele alınmıştır.
- Fiyat: Yatırımcıların, konut satın alınırken ödeyeceği değerdir. Konutun büyüklüğü, binanın yaşı, konutun bulunduğu kat, şehir merkezine uzaklık, konutun bulunduğu çevrenin sunduğu sosyal imkânlar, ulaşım olanakları gibi konular fiyat üzerinde son derece etkilidir. İnsanlar davranışsal olarak satın almak istedikleri mal veya hizmetlerin minimum maliyetli olmasını isterler. Bu nedenle de seçimi yapılacak konutun minimum maliyetli olması gerekmektedir. İncelemeler yapılırken Türk lirası para birimi olarak kullanılmıştır.

### **2.1. AHP Yöntemi**

AHP yöntemi, T.L. Saaty tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Yöntem, karmaşık problemler karşısında anlaşılması kolay, uygulaması karmaşık olmayan ortak bir yöntem olmamasına tepki olarak geliştirilmiştir (Bhushan ve Rai, 2004: 15). AHP yöntemi genel olarak göreceli ölçüm için geliştirilmiş bir teori ve metodolojidir. Göreceli ölçümde niceliklerin tam ölçümünden ziyade nicelik arasındaki oranlar incelenir (Brunelli, 2015: 1).

Yöntem genel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada karara ilişkin amaçlar, kriterler, kısıtlar ve alternatifler belirlendikten sonra hiyerarşik şekilde düzenlenir. İkinci aşamada hiyerarşinin her seviyesinde ilişkili bileşenler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır. Üçüncü aşamada ise hiyerarşinin bütün seviyelerindeki ikili karşılaştırmaların sonuçları çözüm algoritması ile birleştirilir. Bu şekilde alternatif planların göreceli önemliliği elde edilmiş olur (Saaty, 1988: 110). Bu özelliklerden dolayı AHP yöntemi alternatifleri değerlendirmek için karar vericileri girdileri puanlara (fayda ölçümlerine) dönüştürmüş olur. AHP yöntemi işletmelerde, ekonomide birden fazla karar vericinin ve kriterin bulunduğu karmaşık durumlarda kullanılan güçlü bir yönetim aracıdır. Kullanıcıların yönetsel kararlara güvenmesi, yöntemin algı farklılıklarını (tutarsızlıkları) uzlaştırması ve kolay kullanılabilir ticari yazılımların bulunması yöntemin avantajlarından (Handfield vd., 2002: 75).

AHP yönteminin literatürde çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Yöntemin kullanıldığı değişik alanlardaki çalışmalar incelenecek olursa, doğrusal programlama ile tedarikçi seçiminde (Ghodsypour ve O'Brien, 1998: 201), çevresel kriterler bağlamında tedarikçi değerlendirilmesinde (Handfield vd., 2002: 72), bulanık mantık yardımıyla havayolu hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde (Tsaur vd., 2002: 108), yemek hizmeti sunan şirketlerin karşılaştırılmasında (Kahraman vd., 2004: 173), işletmelerde kurumsal kaynak planlaması için sistem seçiminde (Wei vd., 2005: 48), bakım stratejisinin belirlenmesinde (Bevilacqua ve Braglia, 2000: 75) ve nakit akışı modellemesinde (Zayed ve Liu, 2014: 175) vb. konularda kullanılmaktadır.

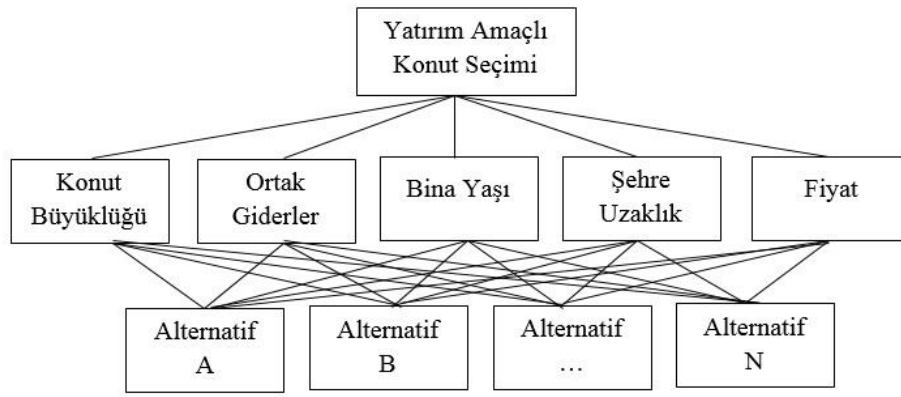
AHP yönteminin bir karar verme sürecinde izlediği metodoloji adımları şu şekilde sıralanabilir (Bhushan ve Rai, 2004: 15-17):

1. Adım: Problem hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler şeklinde hiyerarşik olarak ayrıştırılır. Problemi hiyerarşik bir şekilde ayrıştırılabilmek bir karar verme sürecinin en önemli ve en yaratıcı aşamasıdır. Bu aşama AHP yönteminin temel sürecidir. Hiyerarşi, herhangi bir seviyedeki bileşenlerin hemen alt seviyedeki bileşenlerle ilişkisini

göstermektedir. Şekil 2’de konut seçiminde  $N$  adet alternatif olması durumunda problemin hiyerarşik yapısı gösterilmiştir.

2. Adım: Hiyerarşik yapıdaki bileşenler karar vericiler tarafından eşit, çok az güçlü, güçlü, çok güçlü ve aşırı güçlü olarak ikili karşılaştırılan alternatiflere ait ölçüm değerleri toplanır. Bu değerlendirmeler her kriter için yapılmaktadır.

3. Adım: İkinci adımda yapılan değerlendirmeler sayısal değerlere dönüştürülür. Bu dönüşüm bir kare matriste toplanır. Matrisin köşegen elemanları 1 değerine sahip olmaktadır. Eğer matrisin  $i$ . satırındaki eleman  $j$ . sütunundaki elemandan belirli bir kriterde daha iyi ise  $(i,j)$  değeri 1’den büyük olmalıdır; aksi takdirde  $j$ . Sütundaki eleman  $i$ . satırdaki elemandan daha iyi olacaktır. Matrisin  $(j,i)$  elemanının değeri  $(i,j)$  elemanının değerinin tersine eşitir. Değerlendirmeler ve bu değerlendirmelerin matematiksel karşılıkları Tablo 2’de gösterildiği gibidir.



**Şekil 2.** Problemin hiyerarşik yapısı

4. Adım: Alternatiflerin, kriter ya da alt kriterlere göre ağırlıklarını belirleyebilmek için normalize edilmiş özvektör ve özdeğerler hesaplanır. Normalleştirme işlemi bir sütundaki değerin, bulunduğu sütundaki değerlerin toplamına bölünmesi ile bulunmaktadır (Ömürbek vd., 2013: 107).

**Tablo 2.** Karşılaştırma değişkenlerinin sayısal karşılıkları

Değerlendirme	Sayısal Değer
Eşit	1
Çok Az Güçlü	3
Güçlü	5
Çok Güçlü	7
Çok Aşırı Güçlü	9
Ara Değerler	2, 4, 6, 8
Karşılaştırmadaki İkinci Elemanın Birinci Elemana Göre Baskınlığı	Ters değerler

5. Adım: Karşılaştırmaları nesnel bir hale getirmek ve tutarsızlıkları giderebilmek için tutarlılık indeksi hesaplanır. Eğer hesaplanan tutarlılık indeksi başarılı kabul edilmezse karşılaştırmalar için kullanılan cevaplar gözden geçirilmelidir. Tutarlılık indeksi Eşitlik (2.1)’de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \quad (2.1)$$

Eşitlik (2.1)'de  $\lambda_{\max}$  karar matrisinin en büyük özdeğerini göstermektedir. Tutarlılık indeksi, rastgelelik indeksine (RI) oranlanarak, tutarlılık oranı bulunur. Bu oranın 0,1 değerinden küçük olması önerilmektedir. Rastgelelik indeks değerleri Tablo 3'te gösterildiği gibidir.

**Tablo 3.** Rastgelelik İndeks Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

(Kaynak: Aydın vd., 2009: 75)

6. Adım: Her bir alternatifin değeri, alt kriterlere ait ağırlıklarla çarpılarak her bir kritere göre yerel değeri bulunur. Daha sonra ise yerel değerler kriterlerin ağırlıklarıyla çarpılarak global değerlere ulaşılır.

## 2.2. ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi 2010 yılında Zavadskas ve Turskis tarafından tanımlanan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. ARAS yöntemi, bir fayda fonksiyonu yardımıyla bir alternatifin karmaşık görelî etkinliğini belirleyebilir. Bu etkinlik, görelî etki değerine ve kriterlerin ağırlığına göre belirlenmektedir (Zavadskas ve Turskis, 2010: 163). Yöntem, incelenen alternatifleri açıklayan normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış kriter puanlarının toplamının, optimal alternatifi belirleyen normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin toplamına oranı karşılıklı karşılaştırılan alternatifler tarafından ulaşılan optimallik derecesini verir (Turskis ve Zavadskas, 2010: 426).

ARAS yöntemi kendisine binalar için uygun temel tipi seçiminde (Zavadskas vd., 2010: 129), inşaatlardaki proje müdürlerini değerlendirmede (Zavadskas vd., 2012: 510), bina ve insan çevresini yenileme alternatiflerini değerlendirmede (Tupenaite vd., 2010: 264), marka genişlemesi politikası için ürün geliştirmede (Zamani vd., 2014: 412), sera gazı salınımını azaltmak için çayırarda gübreleme yönetiminde (Balezentiene ve Kusta, 2012: 2), tarihi binaları korumada alternatif önceliklerinin belirlenmesinde (Kutut vd., 2014: 290) vb. konularda kullanılmaktadır.

ARAS yönteminin hesaplama yapmak için kullandığı aşamalar şu şekildedir (Zavadskas ve Turskis, 2010: 163-165):

1. Adım: Karar matrisi  $X$  oluşturulur. Matrisin satırları  $m$  adet uygun alternatif değerini, sütunlar ise  $n$  adet makul kriter değerini ifade etmektedir. Karar matrisi Eşitlik (2.2)'de gösterildiği gibidir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (2.2)$$

Eşitlik (2.2)'de gösterilen  $X$  matrisinde  $x_{ij}$ ; alternatif  $i$ 'nin kriter  $j$ 'ye göre performansını göstermektedir;  $x_{0j}$  ise kriter  $j$ 'nin optimal değerini göstermektedir. Eğer kriterlerin optimal değeri bilinmiyorsa  $x_{0j}$  değeri Eşitlik (2.3) yardımıyla belirlenebilir.

$$x_{0j} = \max_i x_{ij}, \text{ eğer } \max_i x_{ij} \text{ tercih edilebilirse,}$$

$$x_{0j} = \min_i x_{ij}^*, \text{ eğer } \min_i x_{ij}^* \text{ tercih edilebilirse,} \quad (2.3)$$

2. Adım: Ölçümlerden kaynaklı birim farklılıkları yorumlamaları zorlaştırdığından dolayı bu farklılıkları ortadan kaldırmak adına ölçüm değerleri normalize edilir. Normalizasyon işlemi maksimize edilecek özellikler için Eşitlik (2.4), minimize edilecek özellikler için Eşitlik (2.5) yardımıyla yapılmaktadır. Normalize edilmiş karar matrisi ise Eşitlik (2.6)'da gösterilmiştir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (2.4)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (2.5)$$

Eşitlik (2.5)'de minimize edilecek ölçüm değerleri standartlaştırılırken ölçüm değerleri iki aşamalı şekilde normalize edilmektedir.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \cdots & \bar{x}_{0j} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \cdots & \bar{x}_{ij} & \cdots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \cdots & \bar{x}_{mj} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}, j = \overline{1, n} \quad (2.6)$$

Normalize edilmiş karar matrisindeki ölçüm değerleri 0 ile 1 arasında yer alacağından dolayı kolaylıkla birbirleriyle karşılaştırılabilir olacaktır.

3. Adım: Uzmanlar tarafından belirlenen ağırlıklar yardımıyla normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış matris hesaplanır. Ağırlıklar 0 ile 1 arasında herhangi bir değeri alabilmektedir; ancak ağırlıklar hesaplamalar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğundan dolayı özenle seçilmesi gerekmektedir. Uzmanlar tarafından belirlenen ağırlıklar  $w_j$  ile gösterilir. Bu gösterim  $j$  kriterinin önemini göstermektedir ve bütün kriterlerin ağırlıklarının toplamı 1'e eşit olmalıdır. Normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış karar matrisi  $\hat{X}$ , Eşitlik (2.7) yardımıyla hesaplanır ve bu matris Eşitlik (2.8)'de gösterildiği gibidir.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; i = \overline{0, m} \quad (2.7)$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdots & \hat{x}_{0j} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \cdots & \hat{x}_{ij} & \cdots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \cdots & \hat{x}_{mj} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n} \quad (2.8)$$

4. Adım: Normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edildikten sonra optimallik fonksiyonu  $S$ , Eşitlik (2.9)'da gösterildiği gibi belirlenir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; i = \overline{0, m} \quad (2.9)$$

Eşitlik (2.9)'da gösterilen  $S_i$ ,  $i$  alternatifinin optimallik fonksiyonunun değerini göstermektedir. Bu değerlere göre en büyük değere sahip alternatif en iyi, en düşük değere sahip alternatif ise en kötü olarak değerlendirilir. Bu nedenle fonksiyon değerlerinden faydalanılarak bir sıralama yapılabilir. Karşılaştırmalar sonucunda her bir alternatifin fayda derecesi  $S_0$  ile karşılaştırılarak belirlenir. Her bir alternatifin fayda derecesi  $K_i$  ile gösterilmek üzere, Eşitlik (2.10)'da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = \overline{0, m} \quad (2.10)$$

Eşitlik (2.10) yardımıyla elde edilen sonuçlar artan şekilde sıralandığında alternatifler istenilen şekilde sıralanmış olacaktır. Bu sayede karmaşık alternatiflerin göreceli etkinlikleri fayda fonksiyonlarına göre belirlenmiş olacaktır.

### 3. Uygulama

Bu çalışmada, Denizli ilinin farklı bölgelerinde yer alan 5 farklı konut alternatif olarak seçilmiştir. Konutlar seçilirken karar vericileri en fazla yönlendireceği düşünülen fiyat kriterinin, alternatifler arasında çok geniş bir aralıkta olmamasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle de seçilen yatırım amaçlı satın alınması planlanan konutların fiyatları 400.000 ile 500.000 TL arasında değişmektedir. Alternatif olarak belirlenen konutlara ilişkin bilgiler Tablo 4'te gösterildiği gibidir.

**Tablo 4.** Alternatiflere ait ölçüm değerleri

	Konutun Büyüklüğü	Fiyatı	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı
Alternatif 1	220	430.000	200	4	7,4
Alternatif 2	190	500.000	0	20	5,6
Alternatif 3	270	430.000	100	13	5,4
Alternatif 4	197	405.000	185	0	3,5
Alternatif 5	260	500.000	350	0	11,2

Alternatiflere ilişkin bilgiler Tablo 4'e göre incelendiğinde konutların büyüklüğünün 190 ile 260 metrekare arasında, konutlara ait ortak giderlerin 0 ile 350 TL arasında, konutların bulunduğu binaların yaşlarının 0 ile 20 yıl arasında ve son olarak konutların Denizli şehir merkezine uzaklığının 3,5 ile 11,2 kilometre arasında değiştiği görülmektedir.



Uygulama için seçilen alternatifler AHP yöntemiyle incelenirken 8 yatırımcı adayı ile görüşülmüştür ve kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için Tablo 2’de gösterilen şekilde ikili karşılaştırmalar yapmaları istenmiştir. Bu karşılaştırmalara ilişkin sonuçlar Tablo 5’te gösterildiği gibidir.

Tablo 5 incelendiğinde köşegenlerin eşitlik durumundan dolayı 1’e eşit olduğu görülmektedir. Bunun dışında diğer karşılaştırmalar incelendiğinde; örneğin, konut büyüklüğünün fiyata göre öneminin 0,12 olduğu; buna karşılık fiyatın ise konut büyüklüğüne göre öneminin 8,25 değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu değerler AHP yönteminin 4. adımına göre normalize edildiğinde kriterlere ilişkin ağırlıklar, ağırlıklandırılmış toplam vektör ve özdeğerler elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 6’da gösterildiği gibidir.

**Tablo 5.** Kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi

	Konutun Büyüklüğü	Fiyatı	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı
Konutun Büyüklüğü	1,00	0,12	2,75	0,28	0,25
Fiyatı	8,25	1,00	8,50	3,50	4,63
Ortak Gider	0,38	0,12	1,00	0,12	0,23
Bina Yaşı	4,00	0,30	8,75	1,00	3,38
Şehir Merkezine Uzaklığı	4,25	0,22	4,50	0,32	1,00

Tablo 6’da gösterilen  $w_i$  değerleri kriterlerin önem derecelerini göstermektedir. Bu açıdan incelendiğinde konut seçiminde en önemli kriter fiyat iken, en az önemli kriter konutun büyüklüğü olarak değerlendirilmektedir. Burada elde edilen ağırlıklar ARAS yönteminde de kullanılacaktır. Ağırlıklandırılmış toplam vektör Tablo 5’deki değerler ile kriter ağırlıklarının matris çarpımı ile hesaplanmaktadır. Özdeğerler ise ağırlıklandırılmış toplam vektör değerlerinin  $w_i$  ağırlıklarına ayrı ayrı bölünmesi ile elde edilir ve bu değerlerin aritmetik ortalaması maksimum özdeğer  $\lambda_{max}$ ’ı 5,42 olarak vermektedir. Eşitlik (2.1) ve Tablo 3’teki  $n=5$  değerine karşılık gelen rastgelelik indeksi 1,12 ile tutarlılık oranı 0,09 olarak hesaplanmaktadır ve bu değer 0,10’dan küçük olması nedeniyle kriterlerin tutarlı oldukları yorumu yapılmaktadır.

**Tablo 6.** Normalize edilmiş ikili karşılaştırma değerleri

	Konutun büyüklüğü	Fiyatı	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı	$w_i$	Ağırlık. Toplam Vektör	
Konutun büyüklüğü	0,06	0,07	0,11	0,05	0,03	0,06	0,33	5,22
Fiyatı	0,46	0,57	0,33	0,67	0,49	0,50	2,87	5,69
Ortak gider	0,02	0,07	0,04	0,02	0,02	0,03	0,18	5,19
Bina Yaşı	0,22	0,17	0,34	0,19	0,36	0,26	1,44	5,61
Şehir Merkezine Uzaklığı	0,24	0,13	0,18	0,06	0,11	0,14	0,76	5,36

AHP yönteminde kriterler incelendikten sonra alternatifler her bir kritere göre aynı şekilde ikili karşılaştırıldığında Tablo 7’de gösterilen ağırlık değerleri ve tutarlılık oranları elde edilmiştir.

**Tablo 7.** Alternatiflere ilişkin ikili karşılaştırma değerleri

	Konutun Büyüklüğü	Fiyatı	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı
Alternatif 1	0,11	0,24	0,07	0,17	0,10
Alternatif 2	0,03	0,04	0,55	0,03	0,20
Alternatif 3	0,44	0,19	0,23	0,07	0,20
Alternatif 4	0,05	0,50	0,12	0,36	0,46
Alternatif 5	0,38	0,04	0,03	0,36	0,03
CR	0,10	0,06	0,07	0,08	0,04

Tablo 7’de gösterilen değerler 0,10 ve daha küçük değerlere sahip olduğundan dolayı bulunan değerlerin tutarlı oldukları yorumu yapılmaktadır. Tablo 6 ve Tablo 7’de bulunan ağırlık değerleri matris çarpımı yapıldığında AHP yönteminin genel sıralaması Tablo 8’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 8.** Alternatiflerin AHP yöntemine göre sıralaması

	Puan	Sıralama
Alternatif 1	0,19	2
Alternatif 2	0,08	5
Alternatif 3	0,18	3
Alternatif 4	0,42	1
Alternatif 5	0,14	4

Tablo 8’deki sonuçlar incelendiğine karar vericilerin değerlendirmelerine göre en iyi alternatifler sırasıyla 4-1-3-5-2 şeklinde bulunmuştur. Alternatiflerin özellikleri incelendiğinde Alternatif 4’ün en düşük maliyetli olmasından dolayı yatırımcının en yüksek getiri elde edebilmesi açısından yöntem sonucunun mantıklı olduğu yorumu yapılmaktadır.

Alternatifler ARAS yöntemiyle incelendiğinde karar matrisi Tablo 9’da gösterildiği gibi oluşturulmuştur.

**Tablo 9.** ARAS yöntemine ilişkin karar matrisi

	Konutun Büyüklüğü	Fiyatı*	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı
	max	min	min	min	min
w <sub>i</sub>	0,06	0,50	0,03	0,26	0,14
Optimal	270	405	0	0	3,5
	220	430	200	4	7,4
	190	500	0	20	5,6
	270	430	100	13	5,4
	197	405	185	0	3,5
	260	500	350	0	11,2

\*bin TL

Tablo 9’da gösterilen alternatiflere ilişkin optimal değerleri belirlemek için belirli bir standart olmadığından dolayı Eşitlik (2.3)’ten faydalanılmıştır. Eşitlik (2.4) ve Eşitlik (2.5) yardımıyla hesaplanan normalize edilmiş karar matrisi Tablo 10’da gösterildiği gibidir. Karar matrisinde minimize edilecek 0 değerli durumlar 1 olarak dönüştürülmüştür.

**Tablo 10.** Normalize edilmiş karar matrisi

wi		0,06	0,50	0,03	0,26	0,14
Optimal	0	0,19	0,18	0,49	0,30	0,25
	1	0,16	0,17	0,00	0,07	0,12
	2	0,14	0,15	0,49	0,01	0,15
	3	0,19	0,17	0,00	0,02	0,16
	4	0,14	0,18	0,00	0,30	0,25
	5	0,18	0,15	0,00	0,30	0,08

AHP yöntemiyle hesaplanan ağırlıklar yardımıyla ağırlıklandırılmış-normalize edilmiş karar matrisi ve Eşitlik (2.9) ve (2.10) yardımıyla hesaplanan optimalite fonksiyonu ve fayda dereceleri Tablo 11’de gösterildiği gibidir.

**Tablo 11.** ARAS yöntemine göre fayda dereceleri ve sıralamalar

	Konutun büyüklüğü	Fiyatı	Ortak Gider	Bina Yaşı	Şehir Merkezine Uzaklığı	S	K	Sıra
0	0,01201	0,09160	0,01723	0,07608	0,03487	0,23	1,00	
1	0,00978	0,08627	0,00009	0,01902	0,01649	0,13	0,57	3
2	0,00845	0,07419	0,01723	0,00380	0,02179	0,13	0,54	5
3	0,01201	0,08627	0,00017	0,00585	0,02260	0,13	0,55	4
4	0,00876	0,09160	0,00009	0,07608	0,03487	0,21	0,91	1
5	0,01156	0,07419	0,00005	0,07608	0,01090	0,17	0,75	2

Tablo 11 incelendiğinde sıralamanın optimal seçeneğin fayda derecesine göre yapıldığı görülmektedir. Bu durumda ARAS yöntemine göre alternatif sıralamasının 4-5-1-3-2 şeklinde olduğu görülmektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada TCMB tarafından yayınlanan Türkiye Fiyat Konut Fiyat Endeksi’ne göre konut fiyat düzeyinin artış eğiliminde olması nedeniyle konut satın almanın iyi bir yatırım olacağı düşüncesi oluşturmuştur. Bu nedenle Çoklu Kriterli Karar Verme Yöntemleri’nden AHP ile ARAS uygulama yöntemleri olarak seçilmiştir.

Çalışmada her iki yöntemin de teorik olarak tanıtımı yapıldıktan sonra Denizli il sınırları içerisinde farklı bölgelerde bulunan 5 farklı konut fiyat, ortak gider, bina yaşı ve şehir merkezine uzaklık kriterleri altında incelenmiştir. Uygulamada öncelikle AHP yöntemi sekiz farklı yatırımcının görüşleri ele alınmış olup; önem dereceleri belirlendikten sonra sonuçların tutarlı olması nedeniyle 4-1-3-5-2 nolu alternatiflerin sırasıyla en iyi alternatifler olduğu sonucu elde edilmiştir.

AHP yöntemi ile elde edilen objektif ağırlıklar daha sonra ARAS yöntemi ile uygulanmış olup yöntem metodolojisi izlendikten sonra fayda derecelerine göre en iyi alternatiflerin sırasıyla 4-5-1-3-2 şeklinde olduğu görülmüştür. Her iki yöntemin sonuçları incelendiğinde en iyi seçeneğin 4. Alternatif olarak bulunması nedeniyle yöntemlerin tutarlı olduğu ve bu şartlar ile bilgiler altında yatırım yapılabilecek optimal seçeneğin 4 nolu alternatif olduğu sonucuna varılmıştır.

### **Kaynakça**

- Afriat, S.N., Milana, C. (2009). *Economics and the Price Index*, Routledge, Oxford.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., Akçalı, E. (2009). “Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14/2, 69-86.
- Balezentiene, L., Kusta, A. (2012). “Reducing Greenhouse Gas Emissions in Grassland Ecosystems of the Central Lithuania: Multi-Criteria Evaluation on a Basis of the ARAS Method”, *The Scientific World Journal*, 2012, 11 pages, doi:10.1100/2012/908384.
- Bevilacqua, M., Braglia, M. (2000). “The Analytic Hierarchy Process to Maintenance Strategy Selection”, *Reliability Engineering & System Safety*, 70/1, 71-83.
- Bhushan, N., Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*, Springer-Verlag, London.
- Brunelli, M. (2015). *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*, Springer, Cham.
- Eichholtz, P.M.A. (1997). “A Long Run House Price Index: The Herengracht Index, 1628-1973”, *Real Estate Economics*, 25/2, 175-192.
- Emlak Konut GYO. (Aralık 2014). Gayrimenkul ve Konut Sektörüne Bakış, [http://www.emlakgyo.com.tr/\\_Assets/Upload/Images/file/EKGYO-Aral%C4%B1k-Konut-Raporu-Final.pdf](http://www.emlakgyo.com.tr/_Assets/Upload/Images/file/EKGYO-Aral%C4%B1k-Konut-Raporu-Final.pdf) (15.04.2015).
- Ghodsypour, S.H., O’Brien, C. (1998). “A Decision Support System For Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process And Linear Programming”, *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Handfield, R., Walton, S.V., Sroufe, R., Melnyk, S.A. (2002). “Applying Environmental Criteria to Supplier Assessment: A Study in The Application of The Analytical Hierarchy Process”, *European Journal of Operational Research*, 141/1, 70-87.
- Kahraman, C., Cebeci, U., Ruan, D. (2004). “Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey”, *International Journal of Production Economics*, 87/2, 171-184.
- Kutut, V., Zavadskas, E.K., Lazauskas, M. (2014). “Assessment of Priority Alternatives for Preservation of Historic Buildings Using Model Based on ARAS and AHP Methods”, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14/2, 287-294.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S., Helvacıoğlu, Ö.C. (2013). “Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11/21, 101-116.
- Saaty, T.L. (1988). What is the Analytic Hierarchy Process? (pp. 109-121). In: Mitra, G., Greenberg, H.J., Loostma, F.A., Rijkaert, M.J., Zimmermann, H.J. (eds), *Mathematical Models for Decision Support*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

- Tsaur, S.H., Chang, T.Y., Yen, C.H. (2002). "The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM", *Tourism Management*, 23/2, 107-115.
- Tupenaite, L., Zavadskas, E.K., Kaklauskas, A., Turskis, Z., Seniut, M. (2010). "Multiple Criteria Assessment of Alternatives for Built and Human Environment Renovation", *Journal of Civil Engineering and Management*, 16/2, 257-266.
- Turskis, Z., Zavadskas, E.K. (2010). "A New Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F). Case Study: The Analysis of Fuzzy Multiple Criteria in order to Select the Logistic Centers Location", *Transport*, 25/4, 423-432.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (2015). Türkiye Konut Fiyat Endeksi, <http://evds.tcmb.gov.tr/> (17.04.2015).
- Türkiye İstatistik Kurumu. İktisadi Faaliyet Kollarına Göre Cari Fiyatlarla Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (NACE Rev.2), [http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=2217](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=2217), (15.04.2015).
- Wei, C.C., Chien, C.F., Wang, M.J.J. (2005). "An AHP-based Approach to ERP System Selection", *International Journal of Production Economics*, 96/1, 47-62.
- Zamani, M., Rabbani, A., Yazdani-Chamzini, A., Turskis, Z. (2014). "An Integrated Model for Extending Brand Based on Fuzzy ARAS and ANP Methods", *Journal of Business Economics and Management*, 15/3, 403-423.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z. (2010). "A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making", *Technological and Economic Development of Economy*, 16/2, 159-172.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Vilutiene, T. (2010). "Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method", *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, X/3, 123-141.
- Zavadskas, E.K., Vainiūnas, P., Turskis, Z., Tamošaitienė, J. (2012). "Multiple Criteria Decision Support System for Assessment of Projects Managers in Construction", *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 11/2, 501-520.
- Zayed, T., Liu, Y. (2014). "Cash Flow Modeling for Construction Projects", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21/2, 170-189.

