



## Sürdürülebilir Konut Satın Alımının Çok Kriterli Karar Verme Metotlarıyla Değerlendirmesi ve Bir Uygulama

### An Assessment of Sustainable Housing Affordability using Multiple Criteria Decision Making Methods and an Application

Deniz İrem Yertutan<sup>1</sup> , Tahsin Çetinyokuş<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği ABD, Yenimahalle/Ankara, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Çankaya/Ankara, TÜRKİYE

**Başvuru/Received:** 03/02/2020

**Kabul / Accepted:** 11/12/2020

**Çevrimiçi Basım / Published Online:** 18/01/2021

**Son Versiyon/Final Version:** 18/01/2021

#### Öz

Konut alımı sadece ekonomik parametrelerle değerlendirilemeyecek kadar karmaşık bir konudur. Yaşam kalitesini ve toplumun sürdürülebilirliğini arttırmak için konutun çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği de dikkate alınmalıdır. Bu çalışma, hane halkı refah düzeyini etkileyen ekonomik, çevresel ve sosyal kriterleri dikkate alarak farklı yerleşim yerlerinin alım gücünün sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesinde bir metodolojinin uygulanmasını ele almaktadır. Konusunda uzman kişilere yapılan anketlerden elde edilen verilere dayanarak Türkiye’de seçilen 5 alternatif il, Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden (ÇKKV); düzeltilmiş AHP (Revised Analytic Hierarchy Process), TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), COPRAS (COmplex PROportional ASsessment) ve ELECTRE ((E)limination and Choice Translating Reality English) uygulamaları ile kıyaslanmıştır.

#### Anahtar Kelimeler

“Konut Alım Gücü, Sürdürülebilirlik, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), AHP, TOPSİS, COPRAS”

#### Abstract

Housing affordability, a very sophisticated issue, cannot be limited to the economic parameters. Environmental and social sustainability of housing also deserves importance so as to enhance life standards and maintain sustainability of societies. This study, therefore, focuses on the evaluation of the affordability of different settlements by taking economic, environmental and social criteria affecting the welfare of household level. Upon debates with area specialists selected 5 alternative cities in Turkey and also criteria to be applied in the evaluation process of these alternatives have been determined. Based on the data collated from surveys among Multiple Criteria Decision Making methods, the following methods namely Revised AHP, TOPSİS, COPRAS and ELECTRE are utilised to make evaluation.

#### Key Words

“Housing Affordability, Sustainability, Multiple Criteria Decision Making (MCDM), AHP, TOPSİS, COPRAS”

## 1. Giriş

Konut herkes için temel bir gereklilik olmakla birlikte tek başına konut sahibi olmak, iyi bir yaşam kalitesi sağlamak için yeterli olmamaktadır. Konut sahibi olmak hanehalkı refahını, hissedilen değer duygusunu, aileye ve topluma olan bağları pozitif yönde etkilemektedir. İş imkânlarının yoksunluğu, güvenlik endişesi ve temel hizmetlere erişimin kısıtlı olması hanehalkının hayat kalitesini düşürmektedir. Konutun çevresi ve çevre imkânları yaşam kalitesinin önemli belirleyicileri olarak kabul edilmektedir. Uluslararası alanda sürdürülebilir gelişme; şimdiki nesillerin ihtiyaçlarını dikkate alarak, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını öngörerek geleceği tehlikeye atmadan karşılanması olarak tanımlanır (Mulliner, 2012). Bu sebeple küresel ölçekte sürdürülebilirlik konusu önem kazanmaktadır.

Toplumların sürdürülebilirliği; mevcut ve gelecekteki çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak, yüksek yaşam kalitesi için doğal kaynakların etkin kullanımını sağlamak, daha iyi bir yaşam çevresi geliştirmek, sosyal bütünlük ve ekonomik refahı güçlendirmek suretiyle oluşturulabilir (Mulliner, 2012). Konutların karşılanabilirliği geleneksel olarak ekonomik kriterlerle tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Bunun sonucu olarak düşük maliyetli olan konutlar uygun fiyatlı olarak kabul edilir. Ancak bu konutun yer aldığı bölgenin çevresel ve ekonomik yaşam şartları konularında yeterli bilgi vermemektedir. Konut karşılanabilirliğinin sadece konut maliyetleri ve gelire birlikte değerlendirmekten ziyade hane halkının yaşam kalitesini de etkileyen daha geniş bir dizi kriterden etkilendiği düşüncesi oluşmuştur. Daha fazla ev sağlamaktan ziyade işyerleri, alışveriş mağazaları, hizmetlerin, ulaşımın ve yeşil alanların varlığı, başarılı toplumlar oluşturmak için önemli faktörlerdendir.

Başarılı toplumlar ve konutlandırma sistemi oluşturabilmek için sürdürülebilirlik ve satın alınabilirlik konularının birlikte ele alınması gerekmektedir (Mulliner vd., 2016; Maliene vd., 2013; Mulliner vd., 2015). Satın alınabilir konutun uygun fiyatlı olması toplum veya aile refahını sağlamak için tek başına yeterli bir ölçüt değildir. Bununla birlikte hane halkı; kaliteli, sağlam, temiz ve güvenli çevrelere sahip, iş yerlerine ve toplu taşıma araçlarına erişimi kolay konumlarda bulunan konutlara ihtiyaç duymaktadır. Ancak sürdürülebilir konut satın alımı sıklıkla ekonomik açıdan tek başına ele alınmaktadır. Diğer önemli konular olan; sürdürülebilirlik, konutun yerleşim yeri ve konut kalitesi kavramaları göz ardı edilmektedir.

Konut satın alma gücünü ölçmenin ve tanımlamanın uluslararası düzeyde en yaygın yolu konut maliyeti ve hane halkı geliri arasındaki ilişkinin karşılaştırılmasıdır. Başparmak kuralına göre, herhangi bir hane halkı, gelirinin belirli bir orandan daha fazlasını konut maliyetine harcıyorsa pahalı evde yaşadığı anlaşılmaktadır. Bu yaklaşım 19 yy da yapılan hane halkı bütçe çalışmalarındaki “bir aylık kira bedeli için bir haftalık maaşını öde” anlayışına dayanmaktadır (Mulliner vd., 2012).

Karşılanabilir konut problemi yalnızca bireyleri etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda ekonomi ve çevre gibi daha geniş toplumsal alanları da etkilemektedir. Bazı araştırmacılara göre “karşılanabilir konutu” tanımlamakta ve ölçmekte; hane halkı geliri ve giderinin kullanılmasının yeterli olmadığı düşünülmektedir (Hancock, 1993; Guitouni vd., 1998; Alkay vd., 2019).

Konut alım gücünün artırılması için konut maliyetlerinin tek başına ele alınmaması gerekmektedir. Aynı zamanda sürdürülebilir ve başarılı yaşam ortamları oluşturmak için tesislere erişiminde, konut ve tesislerin enerji verimliliğinde geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşımla, başarılı karşılanabilir konut politikaları için, sürdürülebilirlik ile hane halkı refahının uyumlu olduğu daha bütünsel bir değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma; sosyal, ekonomik ve çevresel yönlerinde dâhil olduğu birtakım kriterler göz önünde bulundurularak bir karşılanabilir konut değerlendirme metodolojisini test etmeyi amaçlamaktadır. Burada sürdürülebilir konut alınabilirliğinin değerlendirilmesi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden; Revize Edilmiş Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), TOPSIS, COPRAS ve ELECTRE yöntemleri uygulanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Konut Satın Alınabilirliği

Konut satın alınabilirliği genellikle 'uygun fiyatlı konut' olarak ifade edilir. Bazen 'konut satın almaya yeteneği olmak' ile birbirinin yerine kullanılabilir olsa da, 'uygun fiyatlı konut' terimi politika yapıcılar tarafından, dar veya orta gelirli aileler için piyasa şartlarında ki düşük kira veya fiyatlarda olan konutlara atıfta bulunmak için kullanılır (Whitehead, 2007). Uygun fiyatlı konutlar, hükümet önderliğindeki konut dernekleri veya özel müteahhitler tarafından işletilen projeler yoluyla genellikle piyasa değerinin altında fiyatlandırılan ve bu şekilde edinilebilen mülklere dir. Uygun fiyatlı konut tanımı hükümet ve yerel yönetim politikalarına bağlı olarak uluslararası platformlarda farklılık gösterebilmektedir.

“Devlet, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözetken bir planlama çerçevesinde, konut ihtiyacını karşılayacak tedbirleri alır, ayrıca toplu konut teşebbüslerini destekler” şeklinde bir sosyal konut politikasına sahiptir. (Anayasa 57. Maddesi Konut Hakkı) Hükümetin sosyal konut politikası; piyasa koşullarında konutların fiyatlarını karşılayamayan topluluklarda ev sahipliğini daha erişilebilir ve uygun fiyatlı hale getirmektir. Piyasada ki kiralık konutlar için ödenmesi gereken kira brüt gelirin yüzde 25'inden fazla olmamalıdır (Whitehead vd., 2009). Genel durum bu yönde olsa da gelişmiş ülkelerde, gelirin yüzde 25-35 oranlarında konuta harcanması makul olarak kabul edilmektedir. ABD Konut ve Kentsel Gelişim Bakanlığı brüt gelirin yüzde 30'undan fazlasının konut giderleri için harcanmadığı konutların ekonomik olduğunu değerlendirmektedir (Dacquistto vd., 2006).

Konut satın alınabilirliği kavramı iki farklı şekilde ölçülebilir. Bunlardan ilki hane halkı geliri ile konut maliyetleri arasındaki ilişkiyi, ikincisi konut maliyetleri karşılandıktan sonra kalan gelir ile konut standartları ve konut dışı tüketim konularını değerlendirmektir (Mulliner, 2012). İdeal bir satın alınabilirlik değerlendirilmesi, hanelerin konut maliyetlerini düşürmek için ulaşım, kamu hizmetlerine erişim, sağlık ve güvenlik gibi konulardan feragat ederek oluşturdukları dengeyi açıklar (Dacquistto vd., 2006). Bu bulgulara rağmen, araştırmalar genellikle konut satın alımı değerlendirmesinde hane halkının konutlara harcadıkları paraya karşılık olarak aldıkları konutun konumu, mahalle özellikleri gibi konuların dikkate alınması gerekirken yalnızca ekonomik kriterleri dikkate alınmaktadır (Fisher vd., 2009).

## 2.2. Konut ve Sürdürülebilir Konut Alımı

İnsanca yaşamanın bir gereği olarak daha nitelikli, güvenli, dayanıklı, erişilebilir, ekonomik olarak karşılanabilir, temel sosyal ve teknik hizmetleri sağlanmış konut ve konut çevrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede konut, Anayasamızın 57. maddesinde de belirtildiği gibi bir sosyal ve ekonomik hak olarak ele alınmakta, çağdaş yaşam çevrelerinin oluşturulması ile birlikte değerlendirilmektedir. Birleşmiş Milletler 'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında "2030'a kadar, herkesin yeterli, güvenli ve ekonomik olarak karşılanabilir konuta ve temel hizmetlere erişiminin sağlanması ile gelecek alanlarının iyileştirilmesi" hedeflenmektedir (www.unesco.org.tr, 2015). Kentlerde halen 980 milyon hanehalkının uygun konuta sahip olmadığı, buna 2030 yılına kadar 600 milyon hanehalkının da ekleneceği tahmin edilmektedir (www.unhabitat.org, 2016).

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) TÜİK' e ait 2017 yılı verilerine göre Türkiye nüfusu; 80 milyon 810 bin 525 kişi iken 2018-2080 dönemi nüfus projeksiyonlarına göre; 2023'te 86 milyon 907 bin 367 olan nüfusun 2040 yılında 100 milyon 331 bin 233 kişiye ulaşması öngörülmektedir. Bu durumda 2020 yılı itibarıyla önümüzdeki 3 yıl içinde nüfusumuzun yaklaşık 3 milyon kişi daha artacağı tahmin edilmektedir (www.tuik.gov.tr, 2018). Bununla birlikte, ülkemizdeki nüfus artışı, iller ve bölgeler arasında yaşanan göçler, afet riski, konut stokunun niteliği gibi unsurlar konut ihtiyacını artırmaktadır. Diğer bir yandan Türkiye İstatistik Kurumu'nun Hanehalkı Tüketim Harcamaları 2017 verilerine göre Türkiye'de kurumsal olmayan nüfus içinde 6 milyon hane kiracı statüsündedir (www.emlak.haber7.com.tr, 2018).

2018 yılında yayınlanan Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması raporuna göre Türkiye'de konut sahipliği oranı yüzde 59 olarak belirlenmiştir (www.tuik.gov.tr, 2018). Bu nedenle Türkiye'de konut sahipliği halen düşük olarak değerlendirilmektedir. Konut sahipliği kapsamında sahip olunan konutların nitelikleri de dikkate alındığında özellikle düşük gelir gruplarının sahip olduğu konutların önemli bir bölümü ruhsatsız, altyapı ve temel hizmetlere erişimden yoksun veya asgari yaşam standartlarının altında bulunan konutlardan oluşmaktadır. Bu nedenle ekonomik olarak karşılanabilir konut kavramının önemi artmaktadır. Sağlık faktörünü dikkate alan, engellerin kaldırıldığı, güvenliğin ön planda olduğu ve çevreyle uyumlu konut alanlarının yaygınlaştırılması için yasal, idari ve finansal mekanizmaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Düşük gelir grupları için konut üretimini desteklemek üzere iyileştirilmeler yapılması gerekliliği doğmaktadır. Kentsel gelişmişlik düzeyinin artırılması için daha yaşanabilir, ekonomik olarak karşılanabilir, dayanıklı, sürdürülebilir, tüm yaş ve gelir gruplarının ihtiyaçlarını karşılayan, insan odaklı konutu merkeze alan çevrelerin oluşturulması gerekmektedir.

Literatürde "housing affordability" olarak geçen Türkçe çalışmalarda "konut edinebilirliği" şeklinde anılan kavram bu çalışmada "konut satın alımı veya konut alım gücü" olarak geçecektir. Bazen konut satın almaya yeteneği olmak ile birbirinin yerine kullanılabilir olsa da, "uygun fiyatlı konut" terimi politika belirleyiciler tarafından, dar veya orta gelirli aileler için piyasa şartlarında ki düşük kirali konut veya düşük fiyatlı konutlara atıfta bulunmak için kullanılmaktadır (Whitehead, 2007). Konut politikaları konut ihtiyacı olanlar için iyi ve uygun fiyatlı konut sağlanması gibi hedefler barındırır. Konutun ekonomik kabul edildiği bir senaryoda konutun erişilebilir olması, hane halkı geliri ile o bölgede yer alan konut fiyatlarıyla belirlenir. Sunulan konutların, ortalama geliri olan insanlara düşük maliyetle ve taksitle karşılanması öngörülerek planlanmaktadır.

Türkiye'de ekonomik konut, kamu eliyle yapılan ve satılan, taksitler halinde ödemelerin yapıldığı ve taksitlerin bitimiyle özelleşen bir konut sağlama biçimine evrilmiştir. Bu konutlar özellikle alt ve orta gelir grubundan başlayarak her kesime hitap edebilen bir yelpaze ile sunulmuş ve sunulmaktadır.

Literatür analizi, satın alınabilirliğin nasıl tanımlanması ve ölçülmesi gerektiği konusunda akademisyenler ve uzmanlar arasında fikir birliği bulunmadığını ortaya koymaktadır. Linneman ve Megbolugbe'e (1992) göre uygun fiyatlı konutun doğru bir şekilde tanımlanmasının belirsiz olduğu vurgulanmaktadır. Dahası, Bramley'ye göre (1994) uygunluk tanımının net olmaması konutun karşılanabilirliğindeki belirsizlikleri yansıtmaktadır. Bu kaygılar ön plana çıktıktan sonra on yılı aşkın bir süredir Stone hem akademik hem de politika çevrelerinin uygun fiyatlı kavramıyla çeliştiği sonucuna varmıştır. Bununla birlikte, terim hala uluslararası alanda çoğunlukla anlamı pek dikkate alınmadan kullanılmaktadır. Buna göre konut karşılanabilirliği kavramının yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası seviyelerde akademik ve politik ortamlar tarafından önerilen konut tanımlarına ilişkin birçok farklı tanımı vardır (Linneman vd., 1992; Bramley, 1994; Stone, 2006). Birleşik Krallıkta konutta ekonomiklik konusunda resmi bir tanım bulunmamasıyla birlikte, Birleşik Krallık hükümetleri sıklıkla, satın alınabilirlik göstergesi olarak alt çeyrekteki ev fiyatlarının alt çeyrekteki kazançlara oranına değinmektedir (McCord vd., 2011; Mulliner, 2012).

Topluluklar ve Yerel Yönetimler Dairesi'nin Stratejik Konut Piyasası Değerlendirmeleri Uygulama Kılavuzu'na göre, konut sahibi olunması ancak tek haneli olmayan hane halkı için hane halkı yıllık brüt gelirin 3,5 katına, tek haneli hane halkı için hane halkı

yıllık brüt gelirinin 2,9 katına mal olması halinde uygun kabul edilebilmektedir (www.gov.uk, 2007). Ayrıca, hane halkının kiraladığı konut için ödenmesi gereken yıllık kira bedeli yıllık brüt gelirin yüzde 25'inden fazlasını oluşturmamalıdır (Whitehead vd., 2009). Avustralya ve Yeni Zelanda'da kişi başına düşen milli gelirin yüzde 40'ının altında yaşayan hane halkı için konut maliyeti brüt gelirinin yüzde 30'unu aştığı durumda uygun fiyatlılık konusu endişe yaratmaktadır (Stone vd., 2011). Ayrıca uygun fiyatlılık tamamen konut maliyetleri ve gelir hesaplamaları ile ilgili değildir. Konut edinme aynı zamanda konut sahipliğini koruma ve temel ihtiyaçları karşılamak için yeterli kalıcı gelir elde etme becerisini de içermektedir (www.wellington.govt.nz, 2005). Kanada'da gelirinin yüzde 30'undan fazlasını konutta harcayan aileler çekirdek konut ihtiyacına sahip aileler olarak kabul edilip tespit edilmeye çalışılmıştır (Gabriel vd., 2005).

Konut satın alabilme kriterleri, konut fiyatının gelire oranı gibi konutun finansal yüküne odaklanmaktadır (Whitehead, 1991). Konut satın alınabilirliği kavramı iki farklı şekilde ölçülebilir. Bunlardan ilki hane halkı geliri ile konut maliyetleri arasındaki ilişkiyi, ikincisi konut maliyetleri karşılandıktan sonra kalan gelir ile konut standartları ve konut dışı tüketim konularını değerlendirmektedir (Mulliner, 2012). İdeal bir satın alınabilirlik değerlendirmesi, hanelerin konut maliyetlerini düşürmek için ulaşım, kamu hizmetlerine erişim, sağlık ve güvenlik gibi konulardan feragat ederek oluşturdukları dengeyi açıklamaktadır (Belsky vd., 2005). Buna rağmen, araştırmalarda genellikle hane halkının konuta harcadığı paraya karşılık olarak konutun konumu, çevre özellikleri, faaliyetlere erişim gibi konuların dikkate alınması gerekirken yalnızca ekonomik kriterler dikkate alınmaktadır (Fisher, 2009). Diğer bir taraftan; konut herkes için temel bir gereklilik olmakla birlikte tek başına konut sahibi olmak iyi bir yaşam kalitesi sağlamak için yeterli olmamaktadır. Konut sahibi olmak, hane halkı refahını, hissedilen değer duygusunu, aileye ve topluma olan bağları pozitif yönde etkilemektedir. İş imkânlarının yoksunluğu, güvenlik endişesi ve temel hizmetlere erişimin kısıtlı olması hane halkının hayat kalitesini düşürmektedir. Kaliteli eğitime, iyi sağlık kuruluşlarına ve iş alanlarına daha kolay erişim sağlayan konutlarda ikamet etmek daha fazla fayda sağlama olasılığını arttırmaktadır. Konutun çevresi ve çevre imkânları yaşam kalitesinin önemli belirleyicileri olarak kabul edilmektedir.

Sürdürülebilir konut çevreleri için yedi anahtar bileşen tespit edilmiştir. Bunlar yönetim, ulaşım, hizmetlere erişim, çevre, ekonomi, sosyal ve kültürel yapıları konut çevreleridir. Bunlara ek olarak kapsayıcı, güvenli, etkin, çevreye duyarlı, iyi gelişen, bağlantılı, tasarlanmış ve herkes için adil hizmet sunulmalıdır (Mulliner, 2012). Ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler olan daha uygun fiyatlı konut, işyerlerine daha iyi erişim, tasarruflu işletmeler, ulaşımında daha kısa mesafeler, daha verimli binalar, hava ve su temizleyicilerinin varlığı, geliştirilmiş sağlık hizmetleri, gelişmiş ekonomik rekabet gücü ve büyüme hızı, daha iyi çalışma imkânları ve daha kaliteli bir yaşam sürdürülebilir gelişimin faydalarını vurgular (Pollard, 2010). Satın alınabilirlik değerlendirmesinde çelişkili çok sayıda faktörün varlığı göz önüne alındığında çok kriterli karar verme yöntemleri uygun görülmüş ve bu çalışmada kullanılmıştır (www.gov.uk, 2007).

### 2.3. Çok Kriterli Karar Verme

Yöneticiler doğası gereği farklı problemler karşısında alternatif kümeleri arasından seçim yapma zorluğunu çekmektedirler. Uygun alternatifin seçilmesi başarı seviyesini doğrudan etkilemektedir. Bu süreçte klasik yaklaşımlarla kararın verilmesi kriter sayısının fazla olması, çelişmesi vb. nedenlerle işe yarar ve uygulanabilir sonuçların elde edilmesi daha da zorlaşmaktadır. ÇKKV metodlarının farklı uygulamalarda fazlaca görülmesi bu sebeptir (www.community-wealth.org, 2006).

ÇKKV; karar verici pozisyonundaki bireylerin/grupların belirli alternatif kümesi içinden çok sayıda(birden fazla) kıstası baz alarak yaptıkları seçim işlemidir (Saaty, 2005). Birbiriyle çelişebilen seçim kriterleri kullanılarak değerlendirme sonucu en uygun alternatifin seçilme işidir (Pomerol vd., 2000). Birden fazla olası durum içinden çeşitli değerlendirme kriterleri dikkate alınarak yürütülen sonuçta diğer adaylara nazaran iyi olan alternatifi seçme metodudur (Bozbura vd, 2007).

Kriter ağırlıklandırma verileri ile çelişen kriterlere sahip karmaşık problemlerde çok kriterli karar verme yöntemleri çözüm sunmaktadır. Kriter, alt kriter ve alternatif setinin belirlenmesinden sonra bunlarla ilgili değerlendirmeler alınır ve ağırlıklandırmalar yapılır. Alternatiflerin her birinin kriterler bazında değerlendirilmeleri sonucunda ağırlıkları elde edilir. Tüm bu kriter ağırlıkları, alternatiflerin ağırlıkları ve değerleri sistematik şekilde sürece dahil edilerek skorları hesaplanır. Yapılacak duyarlılık analizleri ile sonuçlar yorumlanır.

ÇKKV yaklaşımı iki gruba ayrılmıştır. İlki; problemin niteliklerinin(kriterlerin) puanlanması, alternatiflerin değerlendirme sürecine girmesi ve aralarında iyi olanın ortaya konmasıdır ve çok nitelikli karar verme problemi olarak adlandırılmaktadır. Diğeri ise çok amaçlı karar verme problemidir ve farklı amaçlara dayalı olarak en uygun alternatifin seçimidir. Her iki karar verme problemiyle bireysel ya da grup bazlı karar verme problemi olarak karşılaşılabilmektedir (Karaatlı vd., 2015; Phua vd., 2005).

Bu tip ÇKKV problem yapılarındaki analiz; kriter ve alternatiflerin tanımlanması, bu kriter ve alternatiflerin önem dereceleriyle birlikte ağırlıklandırılması ve sonrasında sıralama yapılarak sonuçların sayısal analiziyle sonlanmaktadır (Triantaphyllou, 2000). Karar vericinin yapılması gerekeni algıladığı ve karar durumunu netleştiren sinyaller süreçte kullanılan girdi veri setini oluşturmaktadır. Sonuçta metoda bağlı olarak sayısal sıralamaya sahip bir alternatif listesine ya da direkt en iyi çözüme ulaşılabilir.

ÇKKV probleminin açıklanması ve çözümünde aşağıdaki öğeler açıkça belirlenir:

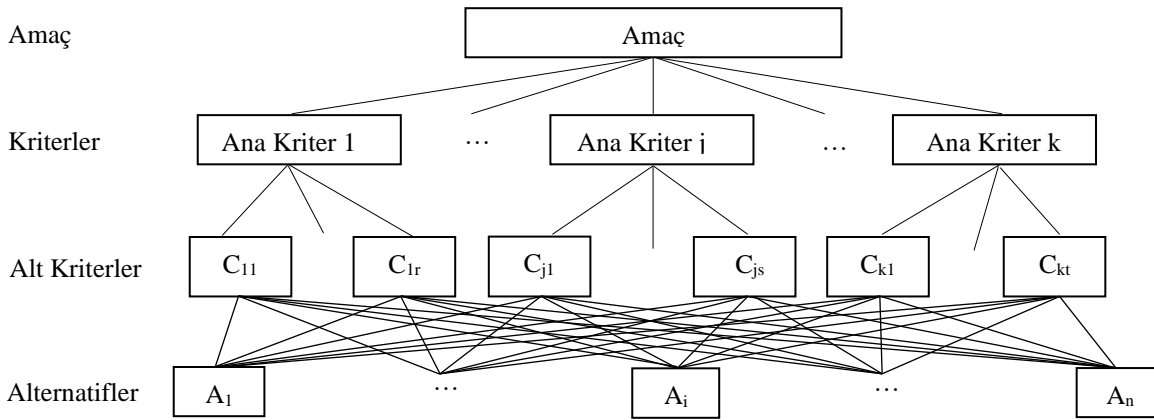
- Karar Verme Birimi veya Karar Vericinin kim ya da kimler olacağı,
- Bir Amaçlar/Kriterler kümesi ve Amaçlar (Kriterler)-Nitelikler arasındaki ilişkiler ve bunların hiyerarşik bir gösterimi,
- Uygun Alternatifler Kümesi,  
X: x karar değişkeninin N boyutlu vektörlerinden oluşan örtük küme veya  $A: \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$  açık - belirgin alternatifler (aksiyonlar) kümesi,
- Değerlendirme için uygun amaç fonksiyonları veya nitelikler kümesi,  $F_j: f_1, f_2, \dots, f_n$   $X_j: x_1, x_2, \dots, x_n$
- Veri bir alternatif x için her bir kriterin değerleri,  $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$  veya veri bir alternatif  $a_i$  için her bir kriterin değerleri (çıktılar veya sonuçlar);  $X_j(a_i) = x_{ij}$
- Alternatifler kümesinin tanımı, karar değişkenlerinin ve niteliklerin türü, bunların ölçüm düzeyleri/ölçekleri, problemin doğal durumu, nedensel ve araç ile amaç ilişkilerinin türü,
- Karar kuralının ne olacağı veya karar vericinin tercih yargılarının modellenmesi için ihtiyaç duyulan bilgisinin türü,

Bir ÇKKV problemi matris formatında aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Stanujkic vd., 2013).

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{bmatrix} \\ \vdots & \begin{bmatrix} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \\ A_m & \begin{bmatrix} x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1.1)$$

### 2.3.1. Düzeltilmiş ahp

Sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesini 1970'li yılların sonlarında L. Saaty geliştirilmiştir. Bu metod hiyerarşik bir yapı içinde kriterleri ortaya koymayı, temsilini sağlamayı ve çözülebilecek seviyeye indirgenmiş problem parçalarını ikili karşılaştırma mantığıyla çözen bir süreçtir [37]. Karmaşık karar problemlerini analiz etmek ve yapılandırmak için yoğun olarak kullanılmıştır. Şekil 1'de AHP'nin hiyerarşik yapısı yer almaktadır. AHP modelinin yapısı, ters bir ağaç modelidir. Ağacın tepesinde karar verme probleminin amacını temsil eden tek bir amaç, hemen altında hem niteliksel hem de niceliksel özellikleri belirten kriterler ve alt kriterler, en altta da alternatifler yer almaktadır [38].



Şekil 1. Hiyerarşik yapı

AHP metodu, karar kriterleri ile ilgili alternatifleri karşılaştırmak için ikili karşılaştırmaların kullanılmasına dayanmaktadır (Belton vd., 2002). Eğer kriter değerleri ve ağırlıklar doğrudan elde edilemezse, ikili karşılaştırmalara dayanan bir yöntem kullanılmalıdır. Bu durumda, kriter ağırlıkları AHP kullanılmadan uzman görüşüyle önceden belirlenmiştir. Bu çalışmada AHP'nin sadece son aşamaları, yani sayısal değerlerin işlenmesi gerekmiştir. AHP'deki son adım, alternatiflerin her kriter açısından göreceli önemini kullanarak bir  $M \times N$  matrisinin oluşturulmasıdır (burada M alternatiflerin sayısı ve N kriterlerin sayısını ifade etmektedir.) (Triantaphyllou, 2000). AHP yöntemindeki temel fark, karar matrisinin değerlerinin "1"e normalleştirilmesidir.

Belton ve Gear orijinal AHP yönteminde bir sorun gözlemlenmiştir; mevcut olanla özdeş bir alternatif sunulduğunda AHP alternatiflerin sıralamasını tersine çevirebilmektedir. Bu nedenle revize edilmiş bir versiyon önermişlerdir; alternatiflerin göreceli değerlerinin bire kadar toplamına sahip olması yerine, her göreceli değer göreceli değerlerin maksimum değerine bölünmektedir (Neufville, 1995).

Düzeltilmiş AHP yöntemi iki farklı şekilde test edilmiştir. Düzeltilmiş AHP 1: Sadece değerlendirme içindeki fayda kriterleri değerlerini kullanmaktadır (Millet vd., 2005). Düzeltilmiş AHP 2: Hem fayda hem de maliyet kriterlerinin değerlerini kullanmaktadır.

Maliyetler, ilk matris içinde negatif ağırlıklar olarak dâhil edilerek analizde tutulmaktadır. Bunu yapmak için, maliyet kriterleri ağırlıkları “-1” ile çarpılmaktadır.

Her iki yaklaşımda da sonraki aşamalar aynı biçimde yapılmaktadır. Düzeltilmiş AHP 'nin normalizasyon prosedürü, her göreceli kriter değerinin, göreceli değerlerin maksimum olan değerine bölünmesini içermektedir. Daha sonra, normalize edilmiş her değer, ağırlığı ile çarpılmaktadır. Alternatif için nihai bir puan elde etmek amacıyla her alternatifin tüm normalize edilmiş ölçüt değerlerinin toplamı hesaplanır. En iyi alternatif (tüm kriterler maksimize edildiğinde), Eş. 1.2'de ki gibi gösterilir (Mulliner vd., 2016):

$$A_{*AHP} = \max_i \sum_{j=1}^N q_{ij} w_j \quad i = 1, 2, 3, \dots, M \text{ için} \quad (1.2)$$

### 2.3.2. Electre yöntemi

Roy (1977, 1978), karar vericilerin bulanık koşullardaki tercihlerini modellemek için açık ve net ilişkilerini genişleterek ELECTRE III' ü geliştirmiştir.  $A = (a, b, c, \dots, n)$  bir dizi alternatif ve  $(g_1, g_2, \dots, g_m)$  ÇKKV probleminde kriterler kabul edildiğinde,  $g_j(a_j)$ , alternatif  $a \in A$ 'nın  $g_j$  kriterindeki performansını veya değerlendirmesini temsil etmektedir (Tzeng vd., 2011).

Yöntem temelinde alternatiflerin belirli kriterlere uyumun eşik değerleriyle mukayese edildiği bir yapıyla ortaya konmuştur. Sonrasında yapılan çalışmalar neticesinde ihtiyaca binaen evrimleşmiş metod, alternatifleri sıralamak, gruplamak veya alternatiflerden seçim yapmak amacıyla türleri geliştirilmiştir. Enerji, finans, proje seçimi, ulaştırma, tarım ve askeriye gibi birçok alanda ELECTRE yönteminin uygulamaları mevcuttur (Atıcı vd., 2009).

ELECTRE yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Ertuğrul vd., 2010):

Adım 1. Karar matrisinin (A) oluşturulması:

Bu yöntemin ilk adımında karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir ve Eş 1.3'teki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & K & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & K & a_{2n} \\ M & M & M & M \\ a_{m1} & a_{m2} & K & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.3)$$

$A_{ij}$  matrisinde m alternatif sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

Adım 2. Normalize karar matrisinin (X) oluşturulması:

Normalize Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanılarak hesaplanır. Maliyet ve fayda kriteri için farklı normalizasyon formülleri kullanılır. Maliyet kriteri için Eş.1.4 kullanılırken, fayda kriteri için Eş.1.5 kullanılır.

$$x_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{a_{kj}}\right)^2}} \quad i=1,2,K,m \quad j=1,2,K,n \quad (1.4)$$

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad i=1,2,K,m \quad j=1,2,K,n \quad (1.5)$$

Hesaplamalar sonunda X matrisi Eş. 1.6'da gösterildiği gibi elde edilir:

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & K & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & K & x_{2n} \\ M & M & M & M \\ x_{m1} & x_{m2} & K & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

Adım 3. Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması:

Değerlendirme faktörlerinin karar verici açısından önem dereceleri farklı olabilir. Bu önem farklılıklarını ELECTRE çözümüne yansıtılabilmek için Y matrisi hesaplanır. Karar verici öncelikle değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını ( $w_j$ ) belirlemelidir. Daha

sonra normalize edilmiş X matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_i$  değeri ile çarpılarak ağırlıklı normalize matris (Y) oluşturulur. Ağırlıklı normalize matris (Y) Eş. 1.7’deki gibi ifade edilir:

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1x_{11} & w_2x_{12} & K & w_nx_{1n} \\ w_1x_{21} & w_2x_{22} & K & w_nx_{2n} \\ M & M & M & M \\ w_1x_{m1} & w_2x_{m2} & K & w_nx_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.7)$$

Adım 4. Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenmesi:

Uyum kümelerinin belirlenebilmesi için Y matrisinden yararlanılır, karar noktaları birbirleriyle değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanır. Her ikili alternatif kıyaslaması için kriterler iki ayrı kümeye ayrılır.  $A_p$  ve  $A_q$  ( 1,2,K ,m ve  $p \neq q$  ) uyum kümesinde  $A_p$  ve  $A_q$  ’ya tercih edilir.

$$C(p, q) = \{j, v_{pj} \geq v_{qi}\} \quad (1.8)$$

$A_p$  ve  $A_q$  ’dan daha kötü bir alternatif ise uyumsuzluk kümesi oluşturulur.

$$D(p, q) = \{j, v_{pj} < v_{qi}\} \quad (1.9)$$

ELECTRE yönteminde her uyum kümesine, bir uyumsuzluk kümesi karşılık gelir. Diğer bir deyişle uyum kümesi sayısı kadar uyumsuzluk kümesi sayısı vardır.

Adım 5. Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması:

Uyum matrisinin (C) oluşturulması için uyum kümelerinden yararlanılır. C matrisinin elemanları Eş. 1.10’da gösterilen ilişki yardımıyla hesaplanır.

$$C_{pq} = \sum_{j^*} w_{j^*} \quad (1.10)$$

$j^*$  uyum kümesi  $C(p, q)$  da yer alan faktörlerdir. Örneğin  $C_{12}=\{1,4\}$  ise C matrisinin  $C_{12}$  elemanının değeri,  $C_{12}= w_1 + w_4$  olacaktır. C matrisi Eş. 1.11’de gösterildiği gibi ifade edilir:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & K & c_{1m} \\ c_{21} & - & c_{23} & K & c_{2m} \\ M & & & & M \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & K & - \end{bmatrix} \quad (1.11)$$

Uyumsuzluk matrisinin (D) elemanları ise Eş. 1.12’deki formül yardımıyla hesaplanır:

$$D_{pq} = \frac{(\sum_{j=0} |v_{pj}^0 - v_{qj}^0|)}{(\sum_{j=1} |v_{pj} - v_{qj}|)} \quad (1.12)$$

$j^*$  uyumsuzluk kümesi  $D(p, q)$  da yer alan faktörlerdir. D matrisi Eş. 1.13’te gösterilmiştir:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & K & d_{1m} \\ d_{21} & - & d_{23} & K & d_{2m} \\ M & & & & M \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & K & - \end{bmatrix} \quad (1.13)$$

Adım 6. Üstünlük karşılaştırmasının yapılması:

C ve D değerlerinin ortalamaları alınarak  $\underline{C}$  ve  $\underline{D}$  değerleri hesaplanır. Eğer  $C_{pq} \geq \underline{C}$  ve  $D_{pq} \leq \underline{D}$  ise  $A_p \rightarrow A_q$  ’dir.

Yani p. birim q. birime göre üstündür. ELECTRE ile seçilen alternatiflerin Kernel (çekirdek) oluşturma durumları incelenir.

Adım 7. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplanması:

Net uyum ( $C_p$ ) ve uyumsuzluk ( $D_p$ ) indeksleri hesaplandıktan sonra,  $C_p$  değerleri büyükten küçüğe,  $D_p$  değerleri ise küçükten büyüğe sıralanır ve böylece nihai sıralama elde edilmiş olur.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (1.14)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (1.15)$$

### 2.3.3. Topsis yöntemi

TOPSIS, ideal alternatifin ideal çözümden en kısa mesafeye sahip olması gerektiği ve negatif ideal çözümden en uzak mesafeye sahip olması gerektiği düşünülerek bir ÇKKV problemine yaklaşmaktadır. TOPSIS hem maksimize etme (fayda) hem de minimize etme (maliyet) kriterlerine uygulanabilir (Zavadskas vd., 1994).

TOPSIS yöntemi 6 aşamadan oluşan bir hesaplama sürecine sahiptir. Bu aşamalar aşağıdaki şekilde açıklanmıştır (Bakır vd., 2018).

Aşama 1. Karar matrisinin normalleştirilmesi:

TOPSIS yönteminde öncelikle karar vericiler yardımıyla karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında karar alternatifleri, sütunlarında ise problemde kullanılacak kriterler bulunmaktadır. Karar matrisi Eş. 1.16'daki gibi oluşturulur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.16)$$

$A_{ij}$  matrisinde m karar alternatifi sayısını, n ise problemde yer alan kriter sayısını belirtir.

Aşama 2. Normalize edilmiş karar matrisinin (r) oluşturulması:

Normalize edilmiş karar matrisi, A matrisinin elemanları kullanılarak Eş.1.17 yardımıyla oluşturulur. Normalizasyon işlemi, verileri farklı birimlerden olma ihtimallerine karşın "0" ile "1" arasında standart bir değere kavuşturmayı amaçlamaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, p) \quad (1.17)$$

Aşama 3. Ağırlıklı normalize karar matrisinin (v) oluşturulması:

Bu aşama da normalize edilmiş karar matrisi kriterlere ilişkin önem katsayıları ( $w_i$ ) ile çarpılır ve ağırlıklandırma işlemi yapılır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken  $w_i$  değerlerinin toplamının "1"i vermesidir. Eş.1.18 yardımıyla oluşturulan v matrisi aşağıdaki gibidir.

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_{ij} \quad (1.18)$$

Aşama 4. Pozitif ideal ( $A^+$ ) ve negatif ideal ( $A^-$ ) çözümlerin elde edilmesi:

TOPSIS yönteminin temelini oluşturan pozitif ideal çözüme yakınlık ve negatif ideal çözüme uzaklık koşuluna ulaşılması için öncelikle bu değerlerin elde edilmesi gerekir. Çözümlerin elde edilmesinde ağırlıklandırılmış karar matrisi değerleri referans alınır. Pozitif ideal çözümün elde edilmesinde V matrisinin sütun değerlerinin en yüksek (ilgili ölçüt maliyet yönlü ise en düşük), negatif ideal çözümün elde edilmesinde ise sütun değerlerinin en düşük (ilgili ölçüt fayda yönlü ise en yüksek) seçilir. Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesinde Eş.1.19 ve Eş.1.20 kullanılır.

- Pozitif ideal çözüm için:

$$A^+ = \{(max_i v_{ij} \mid j \in J), (min_i v_{ij} \mid j \in J')\} \quad (1.19)$$

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$$

- Negatif ideal çözüm için:



$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J), (max_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (1.20)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

Yukarıda bulunan her iki formülde de fayda ve maliyet değerini göstermektedir. Hem pozitif ideal çözüm kümesi hem de negatif ideal çözüm kümesi değerlendirme faktörü sayısı olan m elemandan oluşmaktadır.

Aşama 5. Ayırım ölçülerinin hesaplanması:

Yöntemde en uygun alternatifin belirlenmesinde her bir karar alternatifinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklığına bakılmaktadır. Bu uzaklık değerleri Öklidyen uzaklık yardımıyla elde edilirken pozitif ideal çözüme uzaklık  $S_i^+$  ve negatif ideal çözüme uzaklık  $S_i^-$  olarak adlandırılır. Pozitif ideal çözüme uzaklık değerinin ( $S_i^+$ ) hesaplanması için Eş.1.21 kullanılırken, negatif ideal çözüme uzaklık değerinin ( $S_i^-$ ) hesaplanması için ise Eş.1.22 kullanılmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (1.21)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (1.22)$$

Bu adımda hesaplanan ( $S_i^+$ ) ve ( $S_i^-$ ) değeri, karar alternatifi sayısı kadardır.

Aşama 6. İdeal çözüme görece yakınlık değerinin hesaplanması:

Her bir karar alternatifinin ideal çözüme görece uzaklığının hesaplanması  $C_i^+$  işleminde pozitif ideal çözüme uzaklık ( $S_i^+$ ) ve negatif ideal çözüme uzaklık ( $S_i^-$ ) değerlerinden yararlanılmaktadır.  $C_i^+$  değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (1.23)$$

Bu adımda hesaplanan değeri  $C_i^+$  "0" ile "1" arasında bir değer almakla birlikte  $C_i^+=1$  karar alternatifinin pozitif ideal çözüme,  $C_i^+=0$  ise alternatifinin negatif ideal çözüme olan mutlak yakınlığını göstermektedir. TOPSIS yönteminde son olarak elde edilen değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak karar alternatiflerinin performansları değerlendirilir.

#### 2.3.4. Copras yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemi olan COPRAS (Complex PROportional ASsessment) yöntemi Zavadskas ve Kaklauskas (1996) tarafından Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesindeki araştırmaları sonucunda alternatiflerin seçiminde etkili bir yöntem olarak literatüre kazandırılmıştır. COPRAS, hem fayda hem de maliyet kriterlerinin değerlendirilmesine izin vermektedir. Pozitif ve negatif kriterler normalize edilir böylece farklı ölçüm birimleri kullanılabilir ve karşılaştırılabilir.

COPRAS yöntemi, karmaşık kriterler ve çok sayıda alternatif içeren problemlere kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bu yöntem karmaşık süreçleri nicel çok ölçütlü yöntemlerle değerlendiren uzmanlar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin; farklı şehir/ilçelerde konut satın alınabilirliklerinin değerlendirilmesinde (Mulliner vd., 2012), ülkelerin yaşanabilirlik düzeylerinin karşılaştırılmasında (Şahin vd., 2017). vb. birçok literatür çalışmasında COPRAS yöntemi kullanılmıştır.

COPRAS yönteminin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Sarıçalı vd., 2016; Kaklauskas vd., 2010; Özdağolu, 2013).

Modeldeki değişkenler;

$$A_i = i'nci \text{ alternatif} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$K_j = j'nci \text{ değerlendirme ölçütü} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$W_j = j'nci \text{ değerlendirme ölçütünün önem düzeyi} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = j'nci \text{ değerlendirme ölçütü açısından } i. \text{ alternatifin değeridir.}$$

Adım 1: Öncelikle Eşitlik 1.24'te görüldüğü gibi karar matrisi oluşturulur. D ile gösterilen karar matrisi  $x_{ij}$  değerlerinden oluşmaktadır.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdot & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \cdot & x_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.24)$$

Adım 2: Daha sonra, Eşitlik 1.25 yardımıyla karar matrisi normalize edilmiş karar matrisine dönüştürülür.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (1.25)$$

Adım 3: Her bir değerlendirme kriterinin ağırlık değeri ( $w_j$ ) ile normalize edilmiş karar matrisi kullanılarak,  $D'$  olarak simgelenen ve  $d_{ij}$  elemanlarını içeren ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturma işlemi Eşitlik 1.26 yardımıyla yapılır.

$$D' = d_{ij} = x_{ij}^* \cdot w_j \quad (1.26)$$

Adım 4: Faydalı kriterler, amaca ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu gösterdiği kriterleri ifade etmekte iken, faydasız kriterler amaca ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği kriterleri ifade etmektedir (Özdağoğlu, 2013). Faydalı kriterler ve faydasız kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı hesaplanır. Faydalı kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı  $S_{i+}$ , faydasız kriterler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamı  $S_{i-}$  olarak gösterilir.  $S_{i+}$  ve  $S_{i-}$  değerlerinin hesaplanması sırasıyla Eş. 1.27 ve Eş. 1.28'de görülmektedir.

$$S_{i+} = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, k \quad \text{faydalı kriterler} \quad (1.27)$$

$$S_{i-} = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j = k + 1, k + 2, \dots, n \quad \text{faydasız kriterler} \quad (1.28)$$

Adım 5: Her alternatif için  $Q_i$  olarak simgelenen göreceli önem değeri Eş. 1.29 kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i = S_i + \frac{\sum_{i=1}^m S_{i-}}{S_{i-} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_{i-}}} \quad (1.29)$$

En yüksek göreceli önem değeri en iyi alternatifi gösterecektir.

Adım 6: En yüksek göreceli öncelik değeri Eş.1.30 yardımıyla bulunur.

$$Q_{max} = \max\{Q_i\} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (1.30)$$

Adım 7: Her bir alternatif için  $P_i$  olarak simgelenen performans indeksi Eş. 1.31 kullanılarak hesaplanır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \cdot 100\% \quad (1.31)$$

$P_i$  olarak simgelenen performans indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatiftir. Alternatiflerin tercih sıralaması performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanmış halidir.

### 3. Uygulama

Sürdürülebilir konut alım gücü ile ilgili literatür araştırmasında uygulayıcıların değerlendirmelerini birbirinden farklı pek çok kriter ile yaptığı gözlemlenmiştir. Bu konudaki standartların ülkeler arasında farklılık göstermesi nesnel kriterler belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Bu konuda kriter sayısının fazlalığı ve bunların birbirleri ile çelişkili durumlar arz etmesi uygulamayı çok kriterli karar verme yöntemleri ile analiz edilebilir kılmaktadır.

Uygulamada TÜİK Konut Satış İstatistikleri verileri ışığında Türkiye'de nüfus ve konut talebinin en yoğun olduğu beş il seçilmiş olup bu iller için sürdürülebilir konut alınabilirliğine dair kriterler belirlenerek farklı çok kriterli karar verme teknikleri uygulanmıştır. Ülkemizde konut sektöründe hizmet vermekte olan kamu personeli ve çeşitli derneklerde görev alan uzmanlar ile yapılan görüşmeler neticesinde sürdürülebilir konut satın alımını etkileyen kriterler belirlenmiş ve bu doğrultuda alternatif iller üzerinde uygulama yapılması kararı alınmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda gelirle ilişkili ev fiyatları, gelirle ilişkili kira maliyetleri, istihdama ulaşılabilirlik, suç oranı, alt yapı hizmetleri, sosyal yaşama erişim, çevre sorunları, okullara ulaşılabilirlik, sağlık hizmetlerine erişilebilirlik ve faiz olmak üzere on ana kriter belirlenmiştir.

Veri toplama, kriter seçimi ve analiz sürecinde Mulliner, Malys ve Maliene (2016) “Sürdürülebilir konut satın alınabilirliğinin değerlendirilmesi için ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi” ile Mulliner, Smallbone ve Maliene (2012) “Sürdürülebilir uygun konut maliyetliliğinin ÇKKV yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi” makalelerinde yer alan yaklaşımdan faydalanılmıştır [2,5]. Yurtdışında bir bölge için gerçekleştirilen Mulliner, Malys ve Maliene (2016) çalışmalarından farklı olarak Türkiye örneği ele alınmış ve öncelik sırası belirlenen kriterler revize edilerek farklı analitik algoritmalarla senaryo üreten bir yapı ortaya konarak özgünlüğü pekiştirilmiştir.

Veri toplama işlemi aşağıdaki aşamaları içermektedir:

- Sürdürülebilir konut alma gücü kriterlerini tanımlama: Literatür araştırmaları ve uzman görüşlerine göre toplamda on tane sürdürülebilir konut alım gücü değerlendirme kriteri tanımlanmıştır. Seçilen kriterler Tablo 1’de gösterilmektedir.
- Kriter ağırlıklarını belirleme: Uzmanlara yapılan anket değerlendirmesiyle Tablo 2’de gösterildiği gibi her bir kriterin ağırlığı tanımlanmıştır.
- Değerlendirme için karar alternatiflerinin seçimi: Sürdürülebilir konut alım gücünün değerlendirilmesi için farklı bölgelerdeki şehirler alternatif olarak ele alınmıştır. Seçilen iller Şekil 2’de gösterilmektedir.
- Her alternatif için kriter değerlerini hesaplama
- Karar verme matrisini oluşturma

Kriterleri ağırlıklandırmak ve doğrulamak için iki aşamalı bir yaklaşım benimsenmiştir. Başlangıçta sürdürülebilir konut alma gücünü tanımlamak için bir literatür taraması ve TOKİ’ de konunun uzmanlarıyla görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler ve literatür taraması neticesinde toplam 10 kriter tespit edilmiştir. Tablo 1’de kriterler yer almaktadır. Daha sonra anket yoluyla kriterler ağırlıklandırılmıştır. Anket çalışması karar verme yetkisine sahip ve stratejik planların hazırlık sürecine dahil olan yönetim kademesini, süreçle ilintili derneklerde görev alan ve bahsedilen yaşam döngüsü içerisinde olan taktik seviyedeki yönetici vasfında olan kişilere yapılmıştır.

**Tablo 1.** Kriterler ve açıklamaları

Kriterler	Açıklama
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	Konut maliyetleri ve hane halkı geliri konut alım gücünü tanımlamada anahtar kelimelerdir (Robinson vd., 2006). Konut alım gücü sıklıkla hane halkı geliri ve konut satın alma maliyeti arasındaki ilişkiyle açıklanır ( <a href="http://www.gov.uk">www.gov.uk</a> , 2007; Whitehead vd., 2009). Gelirle ilişkili ev kiralama veya satın alma maliyeti konuta erişilebilirliği doğrudan etkilemektedir. Kiralama fiyatının gelire oranının daha yüksek olması bazı hane halkının konuta erişilebilirliğinin daha az olmasına neden olmaktadır.
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	İstihdam fırsatlarının olması bir alanın iyi bir yaşam alanı olması ve sürdürülebilir toplumlar oluşturmayı desteklemek için çok önemli bir faktördür (Fisher vd., 2009; <a href="https://services.swale.gov.uk">https://services.swale.gov.uk</a> , 2005). Bir bölgedeki mevcut istihdam seviyesi ödenen ücretlerin seviyesini belirlemekte ve hane halkının görev süresini, konutun büyüklüğünü ve lokasyonunu etkilemektedir (Whitehead vd., 2009).
İstihdama Ulaşılabilirlik	Emniyet, bir alanı iyi bir yaşam alanı olmasını sağlayan en önemli faktör olarak tanımlanmaktadır. Yüksek suç oranları hane halkının evin içinde ve dışında kendini savunmasız hissetmesine neden olabilir ve konut alımı üzerinde olumsuz etkisi olabilir. Yüksek suç oranlarının olduğu yerlerde yaşayan hane halkı, düşük suç oranlarının olduğu yerlerde yaşayan hane halkı ile karşılaştırıldığında güvenlik ve emniyet konularında kazançlarının daha fazlasını harcama ihtiyacı duyarlar. Sürdürülebilir konut için güvenli bir çevrede yaşanmalıdır (Winston, 2010).
Suç Oranı	Refah düzeyi yüksek toplumlar oluşturmak için yaşanabilir alanları oluşturmada iyi ulaşım/alt yapı hizmetlerine erişim temel bir göstergedir. Zengin alt yapı/ulaşım hizmetlerinin varlığı hane halkının net geliri üzerinde pozitif etkisi vardır ( <a href="http://www.community-wealth.org">www.community-wealth.org</a> , 2006; Pollard, 2010).
Alt Yapı Hizmetleri	Hem yetişkinler hem de çocuklar için sağlıklı yaşam stilini destekleyen aktivitelere katılmak ve boş zamanlarını geçirebilecekleri alanlara erişim sağlamak hane halkı için önemli bir faktördür.
Sosyal Yaşama Erişim	Yeterli konut uygun çevre kalitesini gerektirir ( <a href="http://www.wascorporation.it">www.wascorporation.it</a> , 2004). Sürdürülebilir kalkınma, konutların temiz çevrelere sahip cazibe merkezi haline gelen yerleşimlerde bulunmasını gerektirir ( <a href="http://www.gov.uk">www.gov.uk</a> , 2007; Winston, 2010).
Çevre Sorunları	

**Tablo 1** (devam). Kriterler ve açıklamaları

Kriterler	Açıklama
Okullara Ulaşabilirlik	Başarılı ve sürdürülebilir toplumlar için iyi yaşam çevrelerinin göstergelerinden biri de iyi okullara daha kolay erişebilmektir (www.gov.uk, 2007; https://services.swale.gov.uk, 2005). İyi okullara erişim kişilerin bir bölgede yaşamaya karar vermesinde karakteristik bir öneme sahiptir (Fisher vd., 2009; www.mae.co.uk, 2005; Zhu vd., 2006). İyi bir eğitime erişim kişilerin gelecekteki bakış açısını ve yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir.
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	Konutun lokasyonu düşünüldüğünde potansiyel konut satın alanlar için sağlık hizmetlerine erişim önemli bir faktördür (Zhu vd., 2006). Sağlık hizmetlerine erişilebilirlik, sürdürülebilir toplumlar ve iyi yaşam alanları oluşturabilmeyi destekleyen önemli bir faktördür (www.gov.uk, 2007; https://services.swale.gov.uk, 2005).
Faiz	Faiz oranları konut satın almada anahtar rol oynamaktadır (Yates vd., 2007). Faiz oranları ve kredi ödemeleri hane halkının tasarruf oranını doğrudan etkiler ve gelecekteki konut için yaptıkları harcamaları artırır (www.thinkhouse.org.uk, 2010).

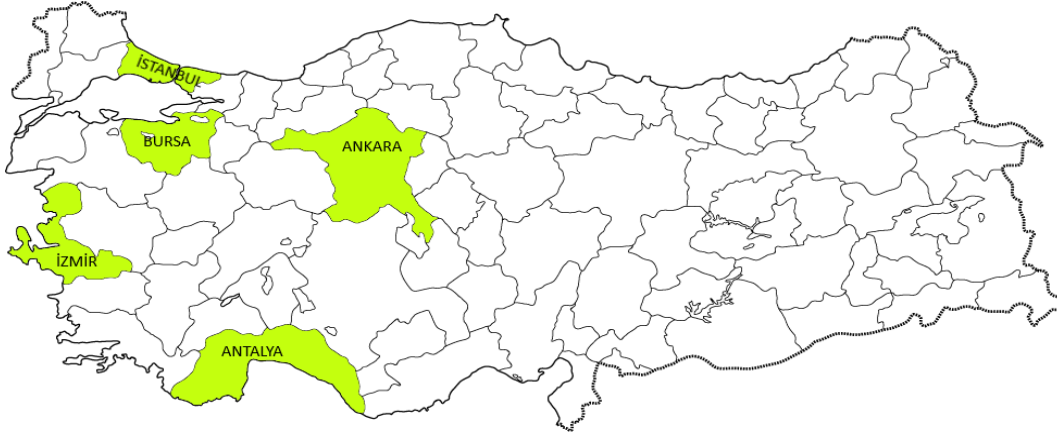
Kriterler 1-10 arası skala ile değerlendirilmiş olup 1 değeri “önemsiz” olarak, 10 değeri ise “en önemli” olarak nitelendirilmiştir. Anket yöntemiyle elde edilen önem dereceleri ve kriterler ağırlıkları Tablo 2’de gösterilmiştir. Kriter ağırlıklandırılmasında aritmetik ortalama kullanılmıştır. Ardından veri yapısının tanınması amacıyla medyan değeri bulunup standart sapması hesaplanmıştır. Her bir kriter için bulunan aritmetik ortalamaların toplamı bulunmuş ve kriter ağırlıkları bu yolla hesaplanmıştır.

Gelirle ilişkili ev fiyatları kriteri için yapılan anket sonucunda toplanan değerlendirmelerin aritmetik ortalaması alınarak 9,4 değeri bulunmuştur. Gelirle ilişkili ev fiyatları kriterinin medyan değeri 9’dur. Ardından standart sapması hesaplanmış olup 0,628 değeri bulunmuştur. Her bir kriterin aritmetik ortalaması toplandığında 77,4 değeri bulunmuştur. Ardından ortalama değeri 9,4 ortalamaların toplam değerine 77,5 bölünüp 0,1212 değeri bulunmuştur.

**Tablo 2.** Kriterlerin ağırlıkları ve ortalama değerleri

Kriterler	Ortalama	Kriterlerin Ağırlıkları (%)
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	9,4	12,12
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	7,5	9,66
İstihdama Ulaşabilirlik	6,8	8,79
Suç Oranı	8,4	10,79
Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	7,3	9,4
Sosyal Yaşama Erişim	7,4	9,53
Çevre Sorunlarının Varlığı	6,8	8,82
Okullara Ulaşabilirlik	7,2	9,31
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	8,5	10,95
Faiz	8,2	10,63
<b>Toplam</b>	<b>77,5</b>	<b>100</b>

Ülkemizde nüfus ve konut talebinin en yoğun olduğu beş şehir İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa ve Antalya’dır. Alternatif olarak farklı bölgelerde yer alan bu şehirler değerlendirme için seçilmiştir. Çalışmada bu illerin seçilmesinin temel nedenleri; nüfusun ve konut talebinin fazlalığı olmakla beraber bu illerin büyükşehir olması, seçilen kriterlerin ortak analiz edilebilirliği ve veriye ulaşımın daha kolay olması göz önünde bulundurulmuştur. Birinci alternatif; Ankara, ikinci alternatif; İstanbul, üçüncü alternatif; İzmir, dördüncü alternatif; Bursa, beşinci alternatif; Antalya’dır. Alternatifler Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Seçilen alternatif illerin gösterilmesi

Seçilen kriterlerden bazılarının açıklamaları ve hesaplamaları aşağıda yer almaktadır.

1. Kriter / Gelirle İlişkili Konut Fiyatları: Bu kriter ortalama konut fiyatının gelire oranı baz alınarak oluşturulmuştur. Bu oran hanehalkı gelirinin ortalama ev fiyatına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Tamamına ulaşılabildiği nedeniyle alınan 2014 TÜİK verilerine göre İstanbul için ortalama gelir 43.645,16 TL iken Ankara için gelir 36.679,67 TL'dir. Stratejik planlamada kullanılacak olması, çalışmanın zamanlaması ve vizyon oluşturmak amacıyla gerçekleştirilmesi nedeniyle anlık veriye ulaşılamamanın etkisi göz ardı edilmiştir. Ev fiyatlarından kast edilen dar ve orta gelirli vatandaşlar için yapılan sosyal konutların ortalama değeridir. Bu kriter için alternatiflere göre hesaplanan değerler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Gelirle ilişkili ev fiyatları

İller	Ev fiyatları (TL)	Hanehalkı Geliri (TL)	Ev fiyatı/Gelir
Ankara	119.729	36.679,67	3,26
İstanbul	193.007	43.645,16	4,42
İzmir	118.055	31.178,66	3,79
Bursa	124.663	29.946,39	4,16
Antalya	95.410	29.692,54	3,21
<b>Ortalama</b>			<b>3,77</b>

2. Kriter / Gelirle İlişkili Kira Fiyatları: Ortalama kira fiyatlarının hanehalkı gelirine oranı baz alınmıştır. TÜİK verilerine göre İstanbul için 2014 yılı hanehalkı aylık geliri 3.637,10 TL iken ortalama aylık kira bedeli 795 TL olup aylık kira bedeli aylık hanehalkı gelirinin %21,86'sını oluşturmaktadır. Bu kriter için alternatiflere göre hesaplanan değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Gelirle ilişkili kira fiyatları

İller	Hanehalkı Yıllık Geliri (TL)	Hanehalkı Aylık Geliri (TL)	Aylık Ortalama Kira Bedeli (TL)	Yüzde Değer
Ankara	36.679,67	3.056,64	552	18,06
İstanbul	43.645,16	3.637,10	795	21,86
İzmir	31.178,66	2.598,22	662	25,48
Bursa	29.946,39	2.495,53	473	18,95
Antalya	29.692,54	2.474,38	491	19,84
<b>Ortalama</b>				<b>20,84</b>

3. Kriter / İstihdama Ulaşılabilirlik: İş yerlerine toplu taşıma araçlarıyla ulaşım süreleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede Moovit uygulamasının verileri esas alınmıştır. Bu verilerdeki her 10 dakikalık ilave süre bir kırılım olarak değerlendirmeye alınmıştır. En kısa ulaşım süresi 62 dakika, en uzun ulaşım süresi ise 91 dakika olup 62-71, 72-81 ve 82-91 süreleri skorlandırılmıştır. Tablo 5'te işyerine olan ulaşım süresiyle ilişkili skor değerleri yer almaktadır.

**Tablo 5.** İşyerine ulaşım süresi ile ilişkili skorlar

Ulaşım süresi	İlgili Skor
İşyerine toplu taşıma araçları ile 82-91 dakikada ulaşım	1
İşyerine toplu taşıma araçları ile 72-81 dakikada ulaşım	2
İşyerine toplu taşıma araçları ile 62-71 dakikada ulaşım	3

Alternatiflere göre işyerine ulaşımında geçen süreler ve skorlar Tablo 6'da yer almaktadır ve görüldüğü üzere işyerlerine erişim için geçen sürenin en fazla olduğu il 91 dakika ile İstanbul'dur. Bu ile 1 skor derecesi verilmiştir. Bu ili 71 dakika ile Ankara, 63 dakika ile Antalya, 62 dakika ile İzmir ve Bursa illeri izlemektedir. Bu illere de ulaşım sürelerine karşılık gelen skor dereceleri verilmiştir.

**Tablo 6.** İllere göre işyerlerine erişim için geçen süre

İller	İşyerlerine Ulaşımında Geçen Süre (dak.)	Skor
Ankara	71	2
İstanbul	91	1
İzmir	62	3
Bursa	62	3
Antalya	63	3

Tablo 7'de gösterilen matris sürdürülebilir konut alma gücünü belirleyen, kriter ağırlıklarını, karar alternatiflerini ve her bir alternatif için kriter değerlerini göstermektedir. Matris oluşturulduktan sonra değerlere uygun karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada seçilen beş alternatif il için ÇKKV yöntemlerinden düzeltilmiş AHP, COPRAS, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalı değerlendirme yapılmıştır.

**Tablo 7.** Çok kriterli karar verme için başlangıç matrisi

Kriterler	z	Ölçme Değerleri	Alternatifler					
			Ağırlıklar	Ankara (A <sub>1</sub> )	İstanbul (A <sub>2</sub> )	İzmir (A <sub>3</sub> )	Bursa (A <sub>4</sub> )	Antalya (A <sub>5</sub> )
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	-	Oran	12,12	3,26	4,42	3,79	4,16	3,21
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	+	%	9,66	18,06	21,86	25,48	18,95	19,84
İstihdama Ulaşılabilirlik	+	Skor	8,79	2	3	1	1	1
Suç Oranı	-	Skor	10,79	2	1	2	5	1
Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	+	Skor	9,40	5	5	5	4	4
Sosyal Yaşama Erişim	+	Skor	9,53	4	4	4	4	2
Çevre Sorunlarının Varlığı	-	Skor	8,82	2	4	4	4	4
Okullara Ulaşılabilirlik	+	Skor	9,31	4	2	4	4	4
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	+	Skor	10,95	4	4	4	4	4
Faiz	+	Skor	10,63	1	1	1	1	1

### 3.1. Copras Yöntemi Kullanılarak Sürdürülebilir Konut Alım Gücünün Değerlendirilmesi

Her türlü karar verme durumu için çok sayıda ÇKKV metodu olmasına rağmen, tek bir yöntemin uygunluğundan söz etmek mümkün değildir. Bu nedenle, Guitouni ve Martel, uygun bir ÇKKV yöntemini seçmek için kavramsal bir çerçeve önermiştir (Guitouni vd., 1998). Belirli bir karar verme durumu için çeşitli metotların potansiyel olarak geçerli olabileceği kabul edilmekle birlikte her zaman bir tekniği diğerine tercih etmek için çok büyük bir sebep yoktur (Hajkowicz vd., 2008). Sürdürülebilir konut alım gücü değerlendirmesinde aşağıda yer alan bir dizi faktör nedeniyle COPRAS'ın uygun bir yöntem olacağı değerlendirilmektedir. Bu faktörler;

- Yöntem şeffaftır ve kullanımı kolaydır. AHP ve TOPSIS gibi diğer ÇKKV yöntemlerine göre hesaplama süresi düşüktür (Chatterjee vd., 2011). Bu nedenle, bu yöntem kolaylıkla benimsenebilir.
- COPRAS alternatiflere tam bir sıralama sağlar,
- Yöntemde hem nicel hem de nitel kriterler ele alınabilir,
- COPRAS, ayrı ayrı değerlendirilebilecek hem pozitif (maksimize eden) hem de negatif (minimize eden) değerlendirme kriterlerini açıklayabilme yeteneğine sahiptir,
- Diğer mevcut ÇKKV yöntemlerine göre COPRAS yöntemini üstün kılan önemli bir özellik; alternatiflerin fayda derecesini tahmin edebilmek ve yüzdesel olarak gösterebilmek ve bir alternatifin karşılaştırmaya alınan diğer alternatiflerden ne oranda daha iyi ya da daha kötü olduğunu açıklayabilmesidir,
- COPRAS yöntemi, planlama ve sürdürülebilirlik ile ilgili problemlere sıklıkla ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Mulliner vd., 2012).

Uygulamada yer alan COPRAS metodu 5 adımdan oluşmaktadır.

1. Adım: Çok kriterli karar verme yöntemlerinin ilk adımı olan karar matrisinin normalleştirilme işlemi gerçekleştirilir. Bunun için Tablo 7' de verilen başlangıç matrisi kullanılarak normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulmuştur.

Normalize karar matrisinde yer alan gelirle ilişkili ev fiyatları kriterinin A<sub>1</sub> alternatifinin değerini bulmak için; başlangıç matrisinde yer alan değerler kullanılır.

$$A_1 \text{ kriteri için; } 3,26/(3,26+4,42+3,76+4,16+3,21)=0,173$$

**Tablo 8.** Normalize karar matrisi

Kriterler	z	Alternatifler				
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	-	0,173	0,235	0,201	0,221	0,170
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	+	0,173	0,210	0,245	0,182	0,190
İstihdama Ulaşabilirlik	+	0,250	0,375	0,125	0,125	0,125
Suç Oranı	-	0,182	0,091	0,182	0,455	0,091
Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	+	0,217	0,217	0,217	0,174	0,174
Sosyal Yaşama Erişim	+	0,222	0,222	0,222	0,222	0,111
Çevre Sorunlarının Varlığı	-	0,111	0,222	0,222	0,222	0,222
Okullara Ulaşabilirlik	+	0,222	0,111	0,222	0,222	0,222
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	+	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Faiz	+	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

2. Adım: Tablo 8'de verilen normalleştirilmiş karar matrisi her bir kriterin anketlerle elde edilmiş ağırlıkları ile çarpılarak Tablo 9'da verilen ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 9.** Ağırlıklı normalize karar matrisi

Kriterler	z	Alternatifler				
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	-	2,10	2,84	2,43	2,68	2,07
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	+	1,67	2,03	2,36	1,76	1,84
İstihdama Ulaşabilirlik	+	2,20	3,30	1,10	1,10	1,10
Suç Oranı	-	1,96	0,98	1,96	4,91	0,98
Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	+	2,04	2,04	2,04	1,64	1,64
Sosyal Yaşama Erişim	+	2,12	2,12	2,12	2,12	1,06
Çevre Sorunlarının Varlığı	-	0,98	1,96	1,96	1,96	1,96
Okullara Ulaşabilirlik	+	2,07	1,03	2,07	2,07	2,07
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	+	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
Faiz	+	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13

Ağırlıklı normalize karar matrisinde yer alan A<sub>1</sub> alternatifi için gelirle ilişkili ev fiyatı değeri için başlangıç matrisinde yer alan değeri kullanılarak;

$$3,26 * (12,12 / (3,26+4,42+3,79+4,16+3,21)) = 2.10 \text{ değeri bulunmuştur.}$$

3. Adım: Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi kullanılarak pozitif kriterler S<sub>j</sub><sup>+</sup> ve negatif kriterler S<sub>j</sub><sup>-</sup> değerleri her bir alternatif için hesaplanmış olup Tablo 10'da gösterilmiştir.

$$S_j^+ \text{ değerleri toplamı: } 1,67+2,20+2,04+2,12+2,07+2,19+2,13=14,42$$

$$S_j^- \text{ değerleri toplamı: } 2,10+1,96+0,98=5,04$$

4. Adım: Daha önceki adımda hesaplanmış olan S<sub>j</sub> değerleri kullanılarak alternatif yerleşim alanlarının önceliklendirilmesinin yapılabilmesi için Q<sub>j</sub> değeri hesaplanmıştır. Bu durumda en uygun alternatifin Q<sub>max</sub> değerinin yüksek olması gerekmektedir. Tablo 10' da yer alan Q<sub>j</sub> değerleri karşılaştırıldığında en yüksek Q<sub>j</sub> değerlerinin sırasıyla A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>5</sub> ve A<sub>4</sub> olduğu görülmektedir.

**Tablo 10.** COPRAS değerlendirme sonucu

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
S <sub>j</sub> <sup>+</sup>	14,42	14,84	14,01	12,99	12,02
S <sub>j</sub> <sup>-</sup>	5,04	5,78	6,36	9,54	5,01
Q <sub>j</sub>	21,97	21,42	20	16,98	19,62
Öncelik	1	2	3	5	4
N <sub>j</sub>	100	97	91	77	89

5. Adım: Son aşama, sürdürülebilir konut satın alınabilirliğini en iyi şekilde karşılayan alternatifin belirlenmesidir. Analiz edilen alternatifin önceliğinin artması/azalması ile birlikte fayda derecesi de artar/azalır. Proje fayda derecesi, analiz edilen her alternatifin en etkili olan alternatif ile karşılaştırılması ile belirlenir. %100'e eşit en yüksek N<sub>j</sub> fayda derecesi olan yerleşim bölgesi sürdürülebilir konut alım gücü kriterlerine göre en uygun yerleşim yeri olarak ifade edilir. Değerlendirilen alternatiflerle ilgili tüm fayda değerleri en kötü veya en iyi alternatif arasında ve %0 - %100 aralığında değişmektedir (Mulliner vd., 2012). Bu değerlendirmede N<sub>j</sub> değeri en yüksek olan alternatif yerleşim yeri A<sub>1</sub> olarak ifade edilen Ankara ili olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Düzeltilmiş AHP Yöntemi Kullanılarak Sürdürülebilir Konut Alım Gücünün Değerlendirilmesi

Bu kısımda sadece düzeltilmiş AHP'nin son aşamaları olan sayısal değerlerin hesaplanması yapılmıştır. Başlangıç matrisi olarak ÇKKV'de daha önce oluşturulan çizelge kullanılmıştır (Bkz. Tablo 7). Bu yöntemde hem pozitif hem de negatif değerler dikkate alınmıştır. Negatif kriterler başlangıç matrisine negatif ağırlıklar olarak dâhil edilmiştir. Bunu yapmak için negatif değerler -1 ile çarpılarak pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Negatif kriterleri pozitif değerlere dönüştürerek oluşturulan başlangıç matrisi Tablo 11'de verilmiştir.

Pozitif dönüştürülmüş başlangıç matrisinde yer alan suç oranı kriteri için A<sub>1</sub> alternatif değerinin bulunması için;



Başlangıç matrisinde yer alan suç oranı satırında yer alan değerlerin maksimumu ve minimumu seçilir. Maksimum için seçilen değer 5'tir. Minimum için ise 1'dir.

$$\text{Mak}(2,1,2,2,5,1)= 5$$

$$\text{Min}(2,1,2,2,5,1)= 1$$

Ardından en büyük ve en küçük değerler toplanır ve bulunan değerden başlangıç matris değeri "2" çıkarılır.

$$(5+1)-2=4$$

**Tablo 11.** Tüm kriterlerin pozitifte dönüştürüldüğü başlangıç matrisi

Kriterler	z	Ağırlıklar	Alternatifler				
			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	-	0,121	4,37	3,21	3,85	3,47	4,42
Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	+	0,097	18,06	21,86	25,48	18,95	19,84
İstihdama Ulaşabilirlik	+	0,088	2	3	1	1	1
Suç Oranı	-	0,108	4	5	4	1	5
Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	+	0,094	5	5	5	4	4
Sosyal Yaşama Erişim	+	0,095	4	4	4	4	2
Çevre Sorunlarının Varlığı	-	0,088	4	2	2	2	2
Okullara Ulaşabilirlik	+	0,093	4	2	4	4	4
Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	+	0,110	4	4	4	4	4
Faiz	+	0,106	1	1	1	1	1

Düzeltilmiş AHP'nin normalizasyon prosedürü her bir nispi kriter değerinin nispi kriter değerlerinin maksimumuna bölünmesini içerir. Böylece her satırdaki en büyük kriter değeri normalleştirilmiş matriste 1 puan elde etmiştir. Normalize matrisi Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12.** Normalize edilmiş matris

Kriterler/Alternatifler	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
K1: Gelirle İlişkili Ev Fiyatları	0,99	0,73	0,87	0,79	1,00
K2: Gelirle İlişkili Kira Maliyetleri	0,71	0,86	1,00	0,74	0,78
K3: İstihdama Ulaşabilirlik	0,67	1,00	0,33	0,33	0,33
K4: Suç Oranı	0,8	1	0,8	0,2	1
K5: Alt Yapı Hizmetlerinin Varlığı	1	1	1	0,8	0,8
K6: Sosyal Yaşama Erişim	1	1	1	1	0,5
K7: Çevre Sorunlarının Varlığı	1	0,5	0,5	0,5	0,5
K8: Okullara Ulaşabilirlik	1	0,5	1	1	1
K9: Sağlık Hizmetlerine Erişilebilirlik	1	1	1	1	1
K10: Faiz	1	1	1	1	1

Elde edilen normalize edilmiş matris (Bkz. Tablo 12) kriter ağırlıkları ile çarpılarak en yüksek puana sahip alternatif bulunur. En yüksek puana sahip alternatif, alternatifler arasındaki en iyi seçenektir. Normalize edilmiş matrisin kriter ağırlıkları ile çarpılarak her bir alternatifin elde edilen puanı Tablo 13'te gösterilmektedir.

**Tablo 13.** Alternatiflerin sıralaması

	Ankara	İstanbul	İzmir	Bursa	Antalya
S <sub>i</sub>	0,920	0,863	0,860	0,741	0,809
Sıralama	1	2	3	5	4

Düzeltilmiş AHP yönteminin sonucunda en iyi alternatifin  $S_i$  değeri en yüksek olan Ankara ili olduğu sonucuna varılmıştır. Ankara ilini 0,863  $S_i$  değeri ile İstanbul izlemiştir. İstanbul'u 0,860  $S_i$  değeri ile İzmir, 0,809  $S_i$  değeri ile Antalya ili izlemiştir. En son sırayı 0,741  $S_i$  değeri ile Bursa ili almıştır. Bu yöntem sonucunda sürdürülebilir konut alım gücü değerlendirmesinde Ankara ili ilk sırada yer almaktadır.

### 3.3. Topsis Yöntemi Kullanılarak Sürdürülebilir Konut Alım Gücünün Değerlendirilmesi

TOPSIS, karar matrisindeki her bir kriter değerinin kendi normuna bölündüğü kriter değerlerinin normallaştırılması ile başlamaktadır. Norm, aralıktaki tüm özellik değerlerinin karelerinin toplamının karekökünü temsil eder. Ardından ağırlıklı normalize karar matrisini oluşturulmuştur. Bu, normalize edilmiş her bir matris değer  $r_{ij}$ 'nin atanan ağırlık  $W_j$  ile çarpılmasıyla elde edilir. Daha sonra pozitif-ideal / en iyi çözümden ( $A^*$ ) ve negatif-ideal / en kötü ( $A^-$ ) çözüm setleri oluşturulur.  $A^*$  seti için ağırlıklı normalize karar matrisinin her bir sütunundaki maksimum değer  $A^*$  için en küçük değer kullanılarak uzaklık belirlenir. İdeal noktaya en yakın seçenek en iyisidir (Mulliner vd., 2016).

SANNA, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için MS Excel tabanlı eklenti uygulamasıdır. Çok kriterli karar problemlerini çeşitli yöntemlerle (Örneğin; WSA, TOPSIS, ELECTRE I ve III, PROMETHEE I ve II, ORESTE ve MAPPAC) çözmeyi sağlayan ücretsiz bir yazılımdır. SANNA 2014 100'e kadar alternatif ve 50 kritere kadar problemleri çözebilmektedir. Bu çalışmada SANNA Programı kullanılarak ve TOPSIS yöntemine göre problem çözülmüş olup elde edilen ağırlıklı normalize karar matrisi Şekil 3'de yer almaktadır.

	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN
	Gelirle ilişkil	Gelirle ilişkil	İstihdamı ulı Suç	Alt yapı hizm	Sosyal Yaşam	Çevre sorunl	Okullara ulaş	Sağlık hizmet	Faiz	
Ankara	0,04654	0,03715	0,04394	0,03648	0,04545	0,04623	0,02139	0,04514	0,04898	0,04754
İstanbul	0,06306	0,04496	0,06591	0,01824	0,04545	0,04623	0,04279	0,02257	0,04898	0,04754
İzmir	0,05399	0,05241	0,02197	0,03648	0,04545	0,04623	0,04279	0,04514	0,04898	0,04754
Bursa	0,05936	0,03898	0,02197	0,09121	0,03636	0,04623	0,04279	0,04514	0,04898	0,04754
Antalya	0,04582	0,04081	0,02197	0,01824	0,03636	0,02312	0,04279	0,04514	0,04898	0,04754
Vahy	<b>0,12116</b>	<b>0,09661</b>	<b>0,08788</b>	<b>0,10792</b>	<b>0,09402</b>	<b>0,09532</b>	<b>0,08821</b>	<b>0,09305</b>	<b>0,10953</b>	<b>0,10630</b>
İdeální	0,04582	0,05241	0,06591	0,01824	0,04545	0,04623	0,02139	0,04514	0,04898	0,04754
Bazální	0,06306	0,03715	0,02197	0,09121	0,03636	0,02312	0,04279	0,02257	0,04898	0,04754

Şekil 3. Ağırlıklı normalize karar matrisi ekran çıktısı

Şekil 3'de yer alan EXCEL programının Sanna eklentisi ile elde edilen pozitif ve negatif çözüme olan uzaklıklar kullanılarak alternatiflerin ideal çözüme göreceli yakınlıkları hesaplanmış ve alternatif sıralamaları bulunmuştur (Bkz. Şekil 4).

	$d_i^+$	$d_i^-$	$c_i$
Ankara	<b>0,03239</b>	<b>0,07303</b>	<b>0,69279</b>
İstanbul	<b>0,03633</b>	<b>0,08907</b>	<b>0,71030</b>
İzmir	<b>0,05280</b>	<b>0,06660</b>	<b>0,55779</b>
Bursa	<b>0,09033</b>	<b>0,03257</b>	<b>0,26502</b>
Antalya	<b>0,05604</b>	<b>0,07838</b>	<b>0,58312</b>

Şekil 4. Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm vektörleri ekran çıktısı

Şekil 4'de görüldüğü gibi  $C_i$  değeri yüksek olan 2. alternatif olarak belirtilen İstanbul ili TOPSIS yöntemi tarafından en iyi alternatif olarak sunulurken Bursa ili ise en son sırada sunulan alternatif olmuştur.

### 3.4. Electre Yöntemi Kullanılarak Sürdürülebilir Konut Alım Gücünün Değerlendirilmesi

Diğer ÇKKV yöntemlerinde oluşturulan başlangıç matrisi (Bkz. Şekil 7) ELECTRE yönteminin sürdürülebilir konut alım gücünün değerlendirilmesinde de kullanılmıştır. Başlangıç matrisi EXCEL programının Sanna eklentisine girilerek ELECTRE III yönteminin uygulama sonucu elde edilmiştir. ELECTRE metoduna göre oluşturulan karşılaştırma matrisi Tablo 14'te yer almaktadır.

**Tablo 14.** Karşılaştırma matrisi

	Ankara	İstanbul	İzmir	Bursa	Antalya
Ankara	0,00000	0,30242	0,29725	0,49919	0,36543
İstanbul	0,29241	0,00000	0,19580	0,38643	0,37383
İzmir	0,09661	0,31082	0,00000	0,41971	0,28595
Bursa	0,09661	0,21422	0,00000	0,00000	0,09532
Antalya	0,32569	0,21422	0,22908	0,32569	0,00000

Karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları kullanılarak elde edilen alternatiflerin uygunluk sıralamasını gösteren EXCEL Sanna çıktısı Şekil 5'te yer almaktadır. Programdan elde edilen sonuçlara göre ELECTRE III yönteminde Ankara ili alternatifler arasında en uygun il olarak belirlenirken Bursa ili ise sıralamada en sonda yer almaktadır.

İnd. Tşıda	Varianta
1.	Ankara
2.	İzmir
3.	İstanbul
4.	Antalya
5.	Bursa

**Şekil 5.** Sanna yazılımından elde edilen uygunluk sıralaması ekran çıktısı

### 3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada dört farklı ÇKKV yöntemi olan; revize edilmiş AHP, TOPSIS, COPRAS ve ELECTRE için uygulamalar yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Yöntemlerin uygulanmasıyla elde edilen nihai sonuçlar Tablo 15'te gösterilmektedir.

**Tablo 15.** Farklı yöntemlere göre alternatiflerin puanları

Yöntem	Alternatifler				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
COPRAS sıralama	21,97	21,42	20,00	16,98	19,62
	1	2	3	5	4
RAHP sıralama	0,9196	0,8625	0,8600	0,7414	0,8095
	1	2	3	5	4
TOPSIS sıralama	0,6928	0,7103	0,5578	0,2650	0,5831
	2	1	4	5	3
ELECTRE III sıralama	1	3	2	5	4

Farklı yöntemlere göre alternatiflerin sıralaması / öncelik sırası Tablo 16'da gösterilmektedir.

Uygulanan dört yöntemden COPRAS, RAHP ve ELECTRE III yöntemlerinde Ankara ili birinci sırada yer alırken sadece TOPSIS yönteminde İstanbul ili birinci sırada yer almıştır. Buna göre, tüm ÇKKV yöntemlerinde tutarlı bir şekilde en uygun alternatifin Ankara ili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 16.** Farklı yöntemlerle elde edilen alternatiflerin sıralaması

Sıralama	Yöntemler			
	COPRAS	RAHP	TOPSIS	ELECTRE III
1	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>
2	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
3	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>2</sub>
4	A <sub>5</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>
5	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>

Kullanılan tüm ÇKKV yöntemlerinde Bursa alternatifi ise 5. sırada yer alan il olmuştur. COPRAS ve RAHP yöntemleri değerlendirmeye alınan 5 alternatif için de aynı sıralama sonucunu vermiştir. ELECTRE III yöntemi ise değerlendirmeye alınan alternatiflerin (5 alternatif) %60 için COPRAS ve RAHP ile aynı sıralama sonucunu vermiştir. TOPSIS yöntemi alternatiflerin önceliklendirilmesi açısından uygulanan diğer yöntemlere göre en tutarsız olan sonucu vermiştir. TOPSIS yöntemi, diğer yöntemlerle sadece en kötü performans gösteren alternatifin Bursa ili olması konusunda benzerlik göstermiştir.

#### 4. Sonuç

Çalışmada sürdürülebilir konut alımı hakkında kapsamlı bir değerlendirme için kriter seti oluşturmak ve bu kriterleri farklı ÇKKV yöntemleri ile test etmek amaçlanmıştır. Konut alımında temel olarak konut maliyeti, gelir ve faiz gibi ekonomik faktörlerin başrol oynadığı, ancak pek çok araştırmacının vurguladığı gibi sürdürülebilirlik ve kalite gibi daha geniş bir dizi faktör üzerinde de durulması gerektiği literatürde sıkça göze çarpmaktadır. Tek boyutlu olmayan konut satın alınabilirliği ile ilgili birden fazla unsurdan oluşan bir kombinasyonun, konu hakkında daha iyi fikir vereceği muhakkaktır. Bu kombinasyon içerisinde konutun lokasyonu, çeşitli hizmetlere ulaşım ve güvenlik kaygısı da yer almaktadır. Yapılan araştırmaların pek çoğunda satın alım gücünün ve sürdürülebilirliğin yakın işbirliği gerektiren önemli konular olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde karşılaşılan ve konut uzmanları ile yapılan görüşmeler neticesinde konunun analiz edilebilirliğine en uygun on kriter, değerlendirme modelinin temeli olarak belirlenmiştir. Seçilen kriterler açısından sadece konut maliyetleri ve hane halkı gelirleri değil, aynı zamanda yaşamın sürdürülebilirliğini ve kalitesini sağlayan çok çeşitli ekonomik, çevresel ve sosyal etkiler de göz önünde bulundurulmuştur. Seçilen kriterler, konut uzmanlarıyla yapılan nicel araştırmalar yoluyla önem düzeylerini yansıtmak için ağırlıklandırılmıştır. Sürdürülebilir konut alımını belirleyen karar kriterlerinin çok sayıda ve çelişkili olması nedeniyle, değerlendirme modeli olarak ÇKKV yöntemleri seçilmiştir. Ayrıca bu seçimin yapılmasında kriterlerin çok boyutlu olması ve değişken önem derecelerinin dikkate alınmasına olanak sağlanması tercih sebebi olmuştur.

Barınma ihtiyacı olan konut, gelişen toplumlarda bu amacın ötesine geçerek sosyal yaşam alanı olarak evrilmiştir. Son dönemde ülkemizde de özellikle TOKİ önderliğinde yaşam kalitesinin ve dolayısıyla refah seviyesinin artırılması amacıyla sosyal konut projelerine hız verilmiştir. Yaşam alanlarının hızlı bir şekilde rehabilite edilmesi, göç ile oluşmuş çarpık kentleşmenin ve yüksek olan doğal afet riskinin bertaraf edilmesi noktasında önem arz etmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir konut, daha kaliteli sosyal yaşam alanlarının oluşması ve bu sayede toplumun refah düzeyinin hızla yükseltilmesi açısından değerlidir.

Yapılan çalışmada Türkiye’de sürdürülebilir konut alım gücünü değerlendirmesine yönelik bir bakış açısı sunulmaya çalışılmıştır. Örnek olayda beş il için değerlendirme yapılmış olup benzer değerlendirmeler farklı iller için de uygulanabilir. Vaka çalışması verileri; alternatif iller, ölçüt değerleri ve farklı iller için değiştirilerek tekrar analiz edilebilir. Kriterler sistemi de esnek, kriterler eklenebilir veya kaldırılabilir. Alternatif olarak, tarafların gereksinimlerine göre kriterlerin ağırlıklandırılması değiştirilebilir veya karar verme matrisinden çıkarılabilir. Bu nedenle bu değerlendirme farklı bakış açılarının ihtiyaçlarını karşılamak için de uygulanabilir.

Bu araştırma bulgularının, taraflara konut alım gücüne dair sürdürülebilirliğe ve kaliteye daha fazla odaklanma ile konuyu daha bütünsel değerlendirme imkânı sağlayacağı ümit edilmektedir. Çalışmanın konut alım gücü ve sürdürülebilirlik kavramlarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu katkılar;

- Sürdürülebilirlik kavramını ele alıp bağlantılar kurarak geleneksel satın alınabilirlik kavramına farklı bir boyut kazandırılmıştır. Bu çalışmada; konut satın alınabilirlik probleminin, hane halkının konutun maliyetini karşılama kabiliyetinden daha fazlasını içerdiğini belirtilmektedir. Hane halkı refahını etkileyen sorunların sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik konularıyla ilişkili olduğu ortaya konulmuştur.
- Bütünsel bir kriter kümesi kullanılarak sürdürülebilir alım gücü kavramını geliştirmek amaçlanmıştır. Değerlendirme, konut seçiminin ekonomik sonuçlarının yanı sıra sürdürülebilirlik ve refah ile ilgili nitel yönleri de dikkate almıştır. Bu nedenle, çalışma aynı zamanda konut satın alınabilirliğinin daha geniş tanımına da katkıda bulunmaktadır.

Sürdürülebilir konut satın alınabilirliğine dair farklı değerlendirilmeler, merkezi hükümetler, yerel makamlar, politika geliştiriciler ve karar alıcılar dahil olmak üzere ulusal ve uluslararası düzeyde ilgilenen birçok taraf için faydalı olacaktır. Ayrıca karar alıcılar veya tüketiciler, bu tür çalışmaların ürettiği sonuçlardan yararlanabileceklerdir.

Ortaya koyulan bu yaklaşımın, sürdürülebilir toplulukları ve haneler için yüksek yaşam kalitesini teşvik etmek için uygun fiyatlı konut gelişimini izlemeyi kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın esneklik seviyesinin yüksek olması geniş yelpazedeki konut politikası uygulamalarında da kullanılabileceği anlamına gelmektedir. Üretilen sonuçlar, konut alıcılarının veya kiralayanların alternatif konut çevreleri/mahalleleri arasında seçim yaparken, farklı ihtiyaç ve tercihlerini en iyi şekilde yönlendirmeye yardımcı olarak, hanelerin karşılaştığı zorlukların üstesinden gelmesini sağlayacaktır.

## Referanslar

Alkay, E. ve Övenç, G. (2019). Farklı Gelir Gruplarının Konut Satın Alabilirliğinde Bölgesel Farklılıkların İncelenmesi. Uluslararası Siyaset Bilimi ve Kentsel Araştırmalar Dergisi, 7(1), 259-284.

Atıcı, K. B. ve Ulucan, A. (2009). Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27(1), 161-186.

Bakır, M. ve Akan, Ş. (2018). Havaalanlarında Hizmet Kalitesinin Entropi ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Avrupa'nın En Yoğun Havaalanları Üzerine bir Uygulama. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 17(66), 632-651.

Belsky, E. S., Goodman, J. and Drew, R. (2005). Measuring the Nation's Rental Housing Affordability Problems. Joint Center for Housing Studies Harvard University, Boston, [http://www.jchs.harvard.edu/publications/rental/rd05-1\\_measuring\\_rental\\_affordability05.pdf](http://www.jchs.harvard.edu/publications/rental/rd05-1_measuring_rental_affordability05.pdf), (son erişim: 01.05.2019).

Belton, V. and Steward, T. (2002). Multiple Criteria Decision Analysis (First edition). Boston: Kluwer Academic Publishers, 5-12.

Belton, V. and Gear, T. (1983). On a Short-Coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies. Omega, 11(3), 228-230.

Bozbura, F. T., Beskese, A. and Kahraman, C. (2007). Prioritization of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. Expert Systems with Applications, 32(4), 1100-1112.

Bramley, G. (1994). An Affordability Crisis in British Housing: Dimensions, Causes and Policy Impact. Housing Studies, 9(1), 103-124.

Chatterjee, P., Athawale, V.M. and Chakraborty, S. (2011). Materials Selection Using Complex Proportional Assessment and Evaluation of Mixed Data Methods. Materials and Design, 32(2011), 851-860

Communities and Local Government. (2007). Strategic housing market assessments practice guidance version 2; CLG. London, 1-63.

Commission for Architecture and the Built Environment. (2005). What home buyers want: Attitudes and decision making among consumers; CABE. London. 1-28.

Dacquist, D. J. and Rodda, D.T. (2006). Housing Impact Analysis. U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research, 3, 1-20.

Emlak Haber (2018). Bedelsiz kiracı sayısı yüzde 220 arttı, 2018, <https://emlak.haber7.com/emlak/haber/2678739-bedelsiz-kiraci-sayisi-yuzde-220-artti/?detay=1> (erişim tarihi: 01.05.2020).

Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2010). Electre ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme için Bilgisayar Seçimi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 25(2), 23-41.

Fisher, L. M., Pollakowski, H. O. and Zabel, J. (2009). Amenity-Based Housing Affordability Indexes. Real Estate Economics, 37(4), 705-746.

Gabriel, M., Jacobs, K., Arthurson, K., Burke, T. and Yates, J. (2005). Conceptualising and Measuring the Housing Affordability Problem. Australian Housing and Urban Research Institute Research Paper I, 2, 1-71.

Guitouni, A. and Martel, J. M. (1998). Tentative Guidelines to Help Choosing an Appropriate MCDA Method. European Journal of Operational Research, 109(2), 501-521.

Hajkovicz, S. and Higgins, A. (2008). A Comparison of Multiple Criteria Analysis Techniques for Water Resource Management. European Journal of Operational Research, 184, 255-265.

Hancock, K.E. (1993). Can pay? Won't pay? or Economic Principles of Affordability. Urban Studies, 30(1), 127-145.

Housing New Zealand Corporation. (2005). Building the Future: New Zealand Housing Strategy. Wellington, April 2004. Wellington: Housing New Zealand Corporation, 1-86.

Kaklauskas, A., Zavadskas, E.K., Naimavicienė, J., Krutinis, M., Plakys, V. and Venskus, D. (2010). Model for a Complex Analysis of Intelligent Built Environment. Automation in Construction, 19(3), 326-340.

- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ. ve Dağ, O. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 33, 215-228.
- Linneman, P. D. and Megbolugbe, I. F. (1992). Housing Affordability: Myth or Reality? Urban Studies, 29 (3-4), 369-392.
- McCord, M., McGreal, S., Berry, J., Haran, M. and Davis, P. (2011). The Implications of Mortgage Finance on Housing Market Affordability. International Journal of Housing Markets and Analysis, 4(4), 394 - 417.
- Millet, I. and Schoner, B. (2005). Incorporating Negative Values in to the Analytic Hierarchy Process. Computers and Operations Research, 32(12), 3163-3173.
- Mulliner E. (2012). A Model for the Complex Assessment of Sustainable Housing Affordability. Master's thesis, John Moores University, Liverpool, 1-164.
- Mulliner, E., Malys, N. and Maliene, V. (2016). Comparative Analysis of MCDM Methods for the Assessment of Sustainable Housing Affordability. Omega, 59, 146-156.
- Mulliner, E. and Maliene, V. (2013). Affordable Housing Policy and Practice in England. In: Hepperle E, Dixon-Gough R, Maliene V, Mansberger R, Paulsson J and Pödör A (Eds). Land management: Potential, Problems and Stumbling blocks . Eth Zürich, Switzerland: Vdf Hochschulverlag, 71(4), 267-277.
- Mulliner, E. and Maliene, V. (2015). An Analysis of Professional Perceptions of Criteria Contributing to Sustainable Housing Affordability. Sustainability, 7, 248-270.
- Mulliner, E., Smallbone, K. and Maliene V. (2012). An Assessment of Sustainable Housing Affordability Using a Multiple Criteria Decision Making Method, Omega, 41, 270-279.
- National Housing and Planning Advice Unit. (2010). Housing Affordability: A Fuller Picture, 10, 1-28.
- Neufville, R. (1995). Management of Multi-Airport Systems: A Development Strategy. Journal of Air Transport Management, 2(2), 99-110.
- Office of the Deputy Prime Minister. (2005). Sustainable Communities: People, Places and Prosperity. London, January 2005. The Stationery Office, 1-62.
- Özdağoğlu, A. (2013). İmalat İşletmeleri için Eksantrik Pres Alternatiflerinin Copras Yöntemi ile Karşılaştırılması. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 8, 1-22.
- Phua, M. and Minowa, M. (2005). A GIS Based Multi-Criteria Decision Making Approach to Forest Conservation Planning at a Landscape Scale: A Case Study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. Landscape and Urban Planning, 71, 207-222.
- Pollard, T. (2010). Jobs, Transportation, and Affordable Housing: Connecting Home and Work. Southern Environmental Law Center, 3(1), 1-19
- Pomerol, J. C. and Romero, S. (2000). Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice (First edition). Boston: Kluwer Academic Publishers, 11, 17.
- Robinson, M., Scobie, G. M. and Halinan, B. (2006). Affordability of Housing: Concepts, Measurement and Evidence. Working Paper, 6(3), 1-46.
- Saaty, T. L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks (Third edition). Pittsburgh: RWS Publications, 5-9.
- Sarıçalı, G. ve Kundakçı N. (2016). AHP ve COPRAS Yöntemleri ile Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. International Review of Economics and Management, 4(1), 45-66.
- Stanujkic, D., Magdalinovic, N. and Jovanovic, R. (2013). A Multi Attribute Decision Making Model Based on Distance from Decision Maker's Preferences. Informatica, Vilnius University, 24(1), 103-118.

- Stone, M. E. (2006). Housing Affordability: One-Third of a Nation Shelter Poor. In: Bratt, R., Stone, M.E. and Hartman, C.A. Right To Housing: Foundation For A New Social Agenda. Philadelphia: Temple University Press, 38-60
- Stone, M., Burke, T. and Ralston, L. (2011). The Residual Income Approach to Housing Affordability: The Theory and the Practice. Australian Housing and Urban Research Institute Swinburne Monash Research Centre, 139, 1-90.
- Şahin, C. ve Öztel, A. (2017). Ülkelerin Yaşanabilirlik Düzeylerinin Copras Yöntemiyle Karşılaştırmalı Analizi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye. Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 1(1), 75-84.
- The Brookings Institution. (2006). The Affordability Index: A New Tool for Measuring the True Affordability of a Housing Choice. Washington, January 2006. Washington: The Brookings Institution: Urban Markets Initiative, 1-22.
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study (44th edition). Boston: Springer, 5-21.
- Tscheikner-Gratl, F., Egger, P., Rauch, W. and Kleidorfer, M. (2017). Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods for Integrated Rehabilitation Prioritization. MDPI Journal Water, 9, 1-68.
- Tüik. (2018). Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567> (erişim tarihi: 01.05.2020).
- Tüik. (2018). Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, 2018. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30755> (erişim tarihi: 30.05.2020).
- Tzeng, G. H. and Huang, J. J. (2011). Multiple Attribute Decision Making Methods And Application (First edition). Boca Raton, Florida: CRC Press Taylor and Francis Group, 69-93.
- Unesco. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Hedefleri, 108-219. <http://www.unesco.org.tr/Pages/108/219/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir-Kalk%C4%B1nma-2030-Hedefleri-%C4%B0htisat-Komites> (erişim tarihi: 30.05.2020).
- United Nations. (2016). World Cities Report 2016: Urbanization and Development Emerging Futures; UN Habitat. Nairobi. 1-247.
- Whitehead, C. (1991). From Need to Affordability: Analysis of UK Housing Objectives. Urban Studies, 28(6), 871-887.
- Whitehead, C. (2007). Planning Policies and Affordable Housing: England as a Successful Case Study? Housing Studies, 22(1), 25-44.
- Whitehead, C., Monk, S., Clarke, A., Holmans, A. and Markkanen, S. (2009). Measuring Housing Affordability: A Review of Data Sources. Cambridge Centre for Housing and Planning Research, 1, 1-97.
- Winston, N. (2010). Regeneration for Sustainable Communities? Barriers to Implementing Sustainable Housing in Urban Areas. Sustainable Development, 18(6), 319-330.
- World Health Organisation. (2004, June). Review of Evidence on Housing and Health. Paper presented at the Fourth Ministerial Conference on Housing and Health, Budapest, Hungary.
- Yaldır, A. ve Özgür-Polat, L. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Elektronik Belge Yönetim Sistemi Seçimi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(14), 88-108.
- Yates, J. and Milligan, V. (2007). Housing Affordability: A 21st Century Problem. Final report, Melbourne, Australian Housing and Urban Research Institute, 5(2), 1-57.
- Zavadskas, E.K, Kaklauskas, A. and Sarka, V. (1994). The New Method of Multicriteria Complex Proportional Assessment of Projects. Technological and Economic Development of Economy , 1(3),131-139.
- Zavadskas, E. K. and Kaklauskas, A. (1996). Systemotechnical Evaluation of Buildings (Pastatų Sistemotechninis Įvertinimas). Vilnius: Technika, 280.
- Zhu, X., Liu, S. and Yeow, M. C. A. (2006). A GIS-Based Multi-Criteria Analysis Approach to Accessibility Analysis for Housing Development in Singapore. Applied GIS, Monash University Epress, 2(2), 1-13.