

HİYERARŞİK ELECTRE YÖNTEMİNİN TEKNOKENT SEÇİMİNDE KULLANIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA*

A STUDY ON TECHNOPARK DECISION BY USING HIERARCHICAL ELECTRE METHOD

Öğr. Gör. Dr. Murat Kemal KELEŞ¹
Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA²

ÖZET

Ar-Ge firmaları ve girişimcilerin projelerini yapmak üzere ofis kiralayıp faaliyette buldukları, üniversite-sanayi işbirliğinin yapıldığı teknokentlerin sayısı ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. Teknokentin sunacağı imkânlar, ofis kira bedeli, altyapısı, bağlı olduğu üniversite ve konumu gibi unsurlar işletmenin teknokent seçiminde etkili olmaktadır. Çalışmanın amacı; Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanarak “İşletmelerin kuruluş yeri için teknokent seçimi” konusuna destek sağlamaktır. Çalışmada öncelikle teknokent kavramı tartışıldıktan sonra işletmeler için kuruluş yeri seçiminin önemi üzerinde durulmuştur. Takip eden bölümlerde, çalışmada kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Electre III açıklandıktan sonra çalışmaya katılan 254 işletmenin teknokent seçiminde önem verdikleri kriterler tespit edilmiştir. Daha sonra, “Hiyerarşik Electre Yöntemi” uygulaması dahilinde söz konusu kriterlerin AHP ile ağırlıkları belirlenerek, Electre III Yöntemi ile Ankara bölgesinde faaliyet gösteren teknokentler sıralanmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgular tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Teknokent, Kuruluş yeri seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, Electre III, Hiyerarşik Electre.

Jel Kodları: O32, D81, R30, M10.

ABSTRACT

Nowadays, more and more technoparks provide university-industry cooperation by renting offices to R&D companies and entrepreneurs for their projects, in our country. The utilities that a technopark offer, the university that it reside and its location are very important for a company due to intensive competition. The aim of this study is to help companies to select a technopark by using multi-criteria decision-making methods. In this study, after discussing the concept of technopark, the importance of the location for companies has been explained. In the following sections, after discussing the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Electre III methods, the criteria that 254 participants of the study use for technopark selection have been determined. Then, as a part of hierarchical Electre method, weights of the criteria and the rankings of the Ankara region technoparks have been found by AHP and Electre III methods, respectively. Finally, the findings have been discussed.

Key Words: Technopark, Location decision, Multi-criteria decision-making, Analytic Hierarchy Process, Electre III, Hierarchical Electre.

Jel Codes: O32, D81, R30, M10.

* Bu makale, Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA yürütücülüğünde SDÜ BAP 3217-D1-12 numaralı projesi tarafından desteklenen Murat Kemal KELEŞ'in, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, “İşletmelerin Teknokent Seçiminde Hiyerarşik Electre Yönteminin Kullanımı ve Ankara Bölgesinde Bir Uygulama”, konulu Doktora Tezine dayanmaktadır.

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Öğrenci İşleri Dekanlığı, Batı Yerleşke Isparta muratkeles@sdu.edu.tr

² Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Doğu Yerleşke Isparta mustafatunca@sdu.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde, teknolojinin gelişmesindeki ivmenin hızlanmasıyla birlikte, bilginin ürüne dönüşme kabiliyetinin ve ileri teknoloji kullanılarak üretilen inovatif ürünlerin sayısının artması, işletmeleri ve ülkeleri oldukça yoğun bir rekabet ortamına itmiştir. Rekabetin böylesine yoğun bir şekilde yaşandığı bu ortamda rakiplerin birbirlerine üstünlük kurabilmeleri; Ar-Ge'ye ayırdıkları kaynak, yenilikçi ileri teknoloji üretebilme, patent ve faydalı modele dönüşebilecek tarzda proje yapma, müşteri beklentilerindeki çeşitliliğe cevap verebilmeleri ile doğru orantılıdır.

Son yıllarda Türkiye'de ve dünyada teknokentlerin sayısı gittikçe artmaktadır. Teknokentlerde yeni ve ileri teknoloji üreten ve geliştiren, Ar-Ge projesi yapan, yenilikçi ürün üreten girişimciler ve işletmeler ofis kiralayarak faaliyet göstermekte, girişimciler proje fikirlerini uygulamaya dökerek ticarileştirme ve şirket kurma şansı yakalamaktadırlar.

Bir işletme ve girişimci için Ar-Ge projesi yapmak, yenilikçi teknoloji üretmek, zaman, emek ve finansal kaynak gerektiren zahmetli sürece sahip bir iştir. Kaynakların kıt olduğu, kıt olan mevcut kaynakların da verimli kullanılması gerektiği yoğun rekabet ortamında işletmeler için giderler ve maliyetler oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda bir Ar-Ge işletmesinin, bir girişimcinin, projesini yapacağı, faaliyette bulunacağı, kuruluş yeri olarak seçeceği teknokent, piyasadaki rekabet gücünü ve ticari hayatını etkileyecektir. Teknokentin firmalara sunduğu imkânlar, teknokentin bağlı olduğu üniversite, işletmenin projesini başarılı bir şekilde yapmasında önemli rol oynamaktadır. (Keleş, 2014:1) Bu anlatılanlar baz alındığında çalışmanın amacı; Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanarak girişimcilerin ve firmaların Ar-Ge projelerini başarı ile gerçekleştirme, yenilikçi işletmelerin teknoloji geliştirme, ticari anlamda başarı sağlama gibi işletme faaliyetlerini en uygun bir biçimde gerçekleştirebilmesi için kritik derecede önem arzeden "İşletmelerin kuruluş yeri için teknokent seçimi" konusuna en uygun çözümün getirilmesidir.

Bu çalışmada önce teknokent kavramı tartışılmış, teknokentlerin Türkiye'deki durumundan bahsedilmiş, teknokentlerin önemleri, özellikleri, başarı kriterleri ve yararları maddeler halinde sıralanmıştır. Daha sonra kuruluş yeri konusu anlatılmış, kavramı ve öneminden bahsedilmiş, kuruluş yeri seçiminde kullanılan yöntemlere değinilmiştir. Çalışma konusu ile ilgili yapılan literatür taraması aktarıldıktan sonra çalışmada kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve çalışmanın temelini teşkil eden Electre III Yönteminin algoritmaları verilerek çözüm adımları açıklanmış, çalışmanın metodolojisi anlatılmıştır. Çalışma kapsamı içerisinde olan 254 işletmenin teknokent seçiminde önem verdikleri kriterler tespit edilmiş ve "Hiyerarşik Electre Yöntemi" uygulaması dahilinde söz konusu kriterlerin AHP ile ağırlıkları belirlenerek, Electre III Yöntemi ile 254 işletmenin Ankara bölgesinde faaliyet gösteren teknokentler baz alınarak teknokent seçimi uygulaması yapılmış, analizler değerlendirilmiş, sonuçlar tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

2. TEKNOKENTLER

2.1. Tanım ve Kavram

Teknokent kavramı ilk olarak 1950 yılında A.B.D.'de ortaya çıkmış, Stanford Üniversitesi'nin öncülüğünde yapılan araştırmaları ticarileştirmek isteyen bir grup araştırmacının çabalarıyla bu girişim dünyanın en önemli teknokentlerinden biri olan "Silikon Vadisi"ni meydana getirmiştir. (Kiper, 2010:51)

Teknokentlerin dünyada ifade edilme şekli yapılarındaki farklılıktan dolayı farklılıklar göstermektedir. Örneğin, ABD’de Research Park (Araştırma Parkı), İngiltere’de Science Park (Bilim Parkı), Fransa’da Technopole (Teknoloji Kenti), Japonya’da Technopolis (Teknoloji Kenti), Almanya’da Grunderzentrum (Kurucu Merkez), gibi adlar almaktadır. Bunların yanı sıra teknokentler için Enterprise Center (Girişimci Merkezi), Innovation Center (Yenilik Merkezi), Industrial Park (Endüstriyel Park), Business Center (İş Merkezi) gibi terimler de kullanılmaktadır. (Harmancı ve Önen, 1999:3) Türkiye’de ise 2001 yılında çıkan ‘4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu’nda, teknokentlerle ilgili olarak “Teknoloji Geliştirme Bölgesi” kavramı kullanılmıştır.

Teknokentler; üniversite-sanayi ilişkisinin uygulandığı, gelişmiş imkanlara sahip bir üniversite veya araştırma kuruluşu yakınında kurulan, kurulduğu bölgenin ekonomik ve sosyal yapısına göre çalışma alanları olan, bilimsel araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılmasını sağlayan, yeni ve ileri teknoloji üreten firmaların oluşmasına zemin hazırlayan sektörel ve ulusal yenilik sistemini oluşturarak, rekabet gücünün artırılmasına katkıda bulunan, merkezlerdir. (Ay, 1996:11)

Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, Araştırma ve İnceleme Raporunda ise teknokentler, “Bir üniversite veya araştırma kurumunda ve/veya öncülüğünde üretilen bilginin ticarileşmesine imkân sağlamak ve böylece katma değeri yüksek ürünler elde etmek suretiyle bölge ve ülke kalkınmasına katkı sağlamayı amaç edinen; Ar-Ge ve inovasyon temelli firmaları bünyesinde barındıran, yönetici veya işletici bir şirket tarafından yönetilen ve mevzuatında öngörülen bir takım destek mekanizmalarına sahip ortamlardır.” şeklinde tanımlanmıştır. (Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, Araştırma ve İnceleme Raporu, 2009:30)

Türkiye’de 2001 yılında çıkan 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu’na göre teknokent; “Yüksek/ileri teknoloji kullanan ya da yeni teknolojilere yönelik firmaların, belirli bir üniversite veya yüksek teknoloji enstitüsü ya da Ar-Ge merkez veya enstitüsünün olanaklarından yararlanarak teknoloji veya yazılım ürettikleri/geliştirdikleri, teknolojik bir buluşu ticari bir ürün, yöntem veya hizmet haline dönüştürmek için faaliyet gösterdikleri ve bu yolla bölgenin kalkınmasına katkıda buldukları, aynı üniversite, yüksek teknoloji enstitüsü ya da Ar-Ge merkez veya enstitüsü alanı içinde veya yakınında; akademik, ekonomik ve sosyal yapının bütünleştiği siteyi veya bu özelliklere sahip teknoparkı ifade eder.” olarak ifade edilmiştir. (“Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu”, Erişim Tarihi: 31.07.2014)

Ülkemizde 2001 yılında çıkan 4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu kapsamında kurulmaya başlayan teknokentlerde Aralık 2014 itibariyle mevcut istatistikî durum şu şekildedir; (“Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, Raporlar, İstatistikî Veriler”, Erişim Tarihi: 03.12.2014)

- İlan edilen Teknoloji Geliştirme Bölgesi sayısı 59’a,
- Faaliyette geçen Teknoloji Geliştirme Bölgesi sayısı 41’e,
- Firma sayısı 2.956’ya,
- İstihdam edilen personel sayısı 29.903’e, (25.252 Ar-Ge, 6.033 Yazılım, 1.209 Destek, 3.442 Kapsam Dışı Personel)
- Biten Proje Sayısı 14.194’e,
- Üzerinde çalışılan proje sayısı 6.902’ye
- İhracat 1,7 Milyar ABD \$’a, ulaşmıştır.

3. KURULUŞ YERİ

3.1. Kuruluş Yeri Seçimi Kavramı, Tanımı ve Önemi

Kuruluş yeri genel anlamda bir işletmenin ana faaliyetlerini sürdüreceği coğrafi alan anlamına gelmektedir ve tesisin faaliyet gösterdiği süre boyunca önemli bir etkisi bulunmaktadır. ‘Kuruluş yeri’ kavramı, “Bir işletmenin hammadde tedariki, üretim, pazarlama, depolama ve dağıtım gibi temel fonksiyonlarını ve faaliyeti süresi boyunca bunlara bağlı olan ekonomik amaçlarını gerçekleştirebileceği en uygun coğrafi yer” olarak tanımlanmaktadır. (İlhan ve Burdurlu, 1993:61)

Kuruluş yeri olarak belirlenecek olan alan, işletmenin uzun dönemde amaçlarını gerçekleştirebileceği, en düşük maliyet ve en yüksek kârı sağlayacak yer olduğu için optimal olarak seçilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde hammadde temini, pazarlama, taşıma maliyetleri, ulaşım, haberleşme ve altyapı sorunları gibi bir çok sorun ile bu sorunların giderilmesi için harcanması gereken maliyetleri artırmakta, dolayısıyla birim maliyetlerde artışa sebep olabilmektedir. (Eleren, 2007:280)

Üretim işletmeleri için kuruluş yeri kavramı ise, genellikle üretim faaliyetlerini yürüteceği alan olarak anlaşılır. Belirlenen optimal kuruluş yeri, üretim için sabit masrafları minimum kılar. Bir başka ifadeyle, üretim için gerekli olan teknik ve iktisadi ortamı diğer alternatif yerlere göre en uygun biçimde sağlar. (Ertürk, 2011:65,66)

3.2. Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörler

Yukarıda sınıflandırılan kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörleri genel olarak şu şekilde sıralamak mümkündür; (Sabuncuoğlu ve Tokol, 2011:130-133; Tekin, 2004:63; Üreten, 2006:331-333; Kobu, 2013:165)

- Hammadde kaynaklarına yakınlık
- Ulaşım olanakları
- İnsan gücü olanakları
- Doğal kaynaklar, enerji, yakıt ve su kaynaklarının elverişliliği
- Yasal ve teşvik edici faktörler, muafiyetler ve vergiler
- İşyerinin genişleme durumu
- Yan sanayinin gelişim durumu
- Finansman kolaylıkları
- Güvenlik durumu
- Teknoloji
- Haberleşme
- Ücret düzeyleri
- Nüfusun yapısı ve eğitim durumu
- Toplumsal ve kültürel yapı ve toplumun işletmeye karşı tutum ve tavrı
- Eğitim ve araştırma kurumlarının sayısı
- Yaşam Koşulları
- İklim koşulları
- Küreselleşme
- Gerekli alt yapının varlığı

- Atıkların çevreye etkileri
- Arazinin özellikleri, arsa ve inşaat maliyetleri
- Yardımcı hizmetlerin varlığı
- Pazarın durumu
- Tedarikçilere ve kaynaklara yakınlık
- Teknik personel ve yönetici temin olanakları
- Belediye hizmetleri

3.3. Kuruluş Yeri Seçiminde Kullanılan Yöntemler

İşletme açısından kuruluş yeri seçiminde, ölçülebilir maliyet unsurları (hammadde ve mamul nakliye giderleri, arazi maliyeti, inşaat giderleri, enerji, yakıt vb.) ile uzun vadeli ve görünmeyen maliyet unsurlarının (sosyal çevrenin etkileri, nitelikli eleman kaynaklarının gelecekteki durumu, bölgenin gelişimi, bölgesel vergi avantajları, teşvik vb.) toplamını minimum yapan bir çözümün bulunması hedeflenmektedir. Basit ve kolay anlaşılabilir olması bakımından; kıyaslamalı tablolar, çubuk diyagramları veya grafikler gibi araçlar kullanılmaktadır. Kuruluş yeri seçiminde son yıllarda lineer programlama, dinamik programlama gibi ileri matematik teknikleri kullanılmaya başlanmış, bu amaçla geliştirilen karmaşık matematik modellerin yazılım programları sayesinde bilgisayarda çözüldüğü görülmektedir. (Kobu, *a.g.k.*:166,167)

En sık kullanılan kuruluş yeri seçim yöntemleri şunlardır; (Tekin, *a.g.k.*:67)

- Ağırlıklı Faktör Puanlama Yöntemi
- Kârlılık Karşılaştırma Yöntemi
- Maliyet Analizi Yöntemi
- Maliyet-Hacim Analizi (Başabaş Analizi)
- Ulaştırma Modeli

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok kriterli karar verme yöntemleri, adından da anlaşılacağı üzere, verilen bir karar kriterleri kümesi yardımıyla alternatifler kümesinden en iyi alternatifi belirlemeye çalışan tekniklerdir. Çok kriterli karar verme problemlerinde karar vericiler, kriter, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermektedirler. (Kuru, 2011:17) Bir başka deyişle, birden fazla kriter ve birbiriyle çatışan birden fazla amacın olduğu durumlarda en iyi alternatifi ya da seçeneğin belirlenmesi esasına dayanarak karar verme problemine çözüm üretir. Gerçek hayatta çoğunlukla tüm amaçlar için optimal olan ideal bir alternatif yoktur. Bu nedenle ÇKKV problemlerinin en önemli işlevi, iyi bir uzlaşmacı çözüm bulmaktır. Tüm amaçlar eş zamanlı olarak değerlendirildiğinde, karar vericinin seçebileceği muhtemel alternatifler arasından en iyi performans gösteren alternatif, uzlaşmacı çözüm olacaktır. (Çakın, 2013:7)

ÇKKV problemlerinin çözülmesi, problemde yer alan alternatiflerin değerlendirilerek sıralanması ve en iyi alternatifi belirlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Her bir yöntemin kendine has çözüm şekli, üstün ve zayıf yönleri bulunduğu için problem tanımlandıktan sonra, problemin yapısı ve ulaşılmak istenen amaç dikkate alınarak en iyi yöntem belirlenmelidir. (Çakın, *a.g.t.*:13)

Kuruluş yeri seçiminde genellikle, ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Süreci (AAS), Electre, TOPSIS, VIKOR vb. yöntemler kullanılmaktadır. Burada önemli olan birden fazla kriter içerisinde kriter ağırlıklarına göre seçim yapmak olduğu için yöntemde kullanılacak doğru kriterlerin doğru ağırlıkla belirlenmesi önem arz etmektedir. (Eleren, 2006:407)

Kuruluş yeri seçimi, işletmelerin çok büyük zaman harcadığı ve yatırım yaptığı bir karar alma süreci olduğu için karar verici sistematik ve mantıksal yaklaşımlarla karar verme sorununa çözümler aramalıdır. Kuruluş yeri seçim problemlerinin optimum çözümünü bulabilmek için çoğu zaman tek bir kriter ya da tek bir amaç fonksiyonu yeterli olmadığından çok kriterli karar verme yöntemleri kuruluş yeri seçimi problemlerinde kullanılmaya başlamıştır. (İmren, 2011:11) Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Electre III yöntemleri kullanılmıştır.

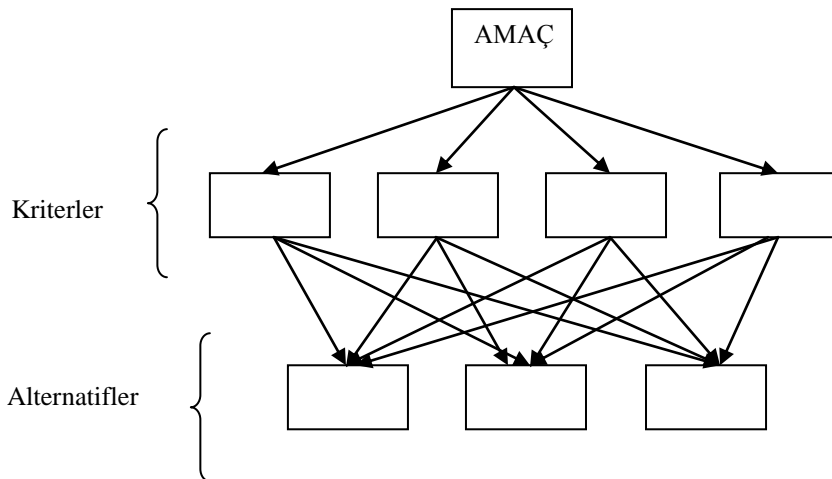
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

1971 yılında Alpert'in yaptığı, yöntemlerin karşılaştırılması çalışmasından bu yana alternatif setlerini değerlendirmek için geliştirilen çok seçimli bir dizi yöntem olmuştur. Böyle bir yaklaşım, Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen 'Analitik Hiyerarşi Prosesi'dir (AHP - Analytic Hierarchy Process). (Armocost, 1994:384) AHP, ikili karşılaştırmalar yoluyla ve uzmanların yargılarına dayanarak öncelik ağırlıkları türeten, (Saaty, 2008:83) nitel ve nicel kriterleri kullanan çok kriterli bir ölçme teorisidir. (Saaty ve Özdemir, 2003:1063)

AHP'de hem puanlama hem de karşılaştırma vardır. En iyi seçimin hangisi olduğunu belirlemek için güvenilir bir hiyerarşik yapı, alternatiflere ait kriterleri içeren bir geri bildirim ağı oluşturmayı gerektirir. AHP, bir problemi parçalarına ayırmakta ve daha sonra bu alt problemlere getirilen çözümlerin her birini tek bir sonuçta birleştirme esasına dayanmaktadır. (Saaty, 1994:19,20)

AHP'deki amaç, kriterler, alternatifler arasındaki ilişki aşağıda Şekil 1.'de görüldüğü gibidir. (Saaty ve Vargas, 2001:3)

Şekil 1: Üç Seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli



Kaynak: (Saaty ve Vargas, 2001:3)

AHP algoritmasında öncelikle erişilmek istenen bir amaç tespit edilir. Daha sonra kriterler ve varsa bu kriterlerin alt kriterleri belirlenir. En alt seviyede ise bu kriterleri sağlayan, amacı karşılayacak en uygun seçimin yapılacağı alternatifler yer alır. Bu belirlemeler yapıldıktan sonra karar hiyerarşisi oluşturularak ikili karşılaştırma matrisleri ile karar vericiden karşılaştırmaları yapması istenir. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken tablo 1.'de gösterilen Saaty'e ait ölçek kullanılmaktadır. (Aslan, 2005: 5,6)

Tablo 1: Mutlak Sayıların Temel Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunmaktadır
2	Zayıf	
3	Orta	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirmektedir
4	Orta +	
5	Kuvvetli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli derecede tercih ettirmektedir
6	Kuvvetli +	
7	Çok kuvvetli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde diğerine tercih edilmekte ve onun baskınlığı uygulamada görülmektedir
8	Çok çok güçlü	
9	Aşırı	Bir faaliyet mutlak şekilde diğerine tercih edilmektedir
Üsttekilerin tersi	Eğer i aktivitesi j ile karşılaştırıldığında yukarıdaki sıfır olmayan değerlerden birini almışsa, j aktivitesi i ile karşılaştırıldığında i değerinin tersini alır	

Kaynak: (Saaty, 2008: 86).

İkili karşılaştırma karar matrisleri oluşturulduktan sonraki aşama öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanmasıdır. Karşılaştırma matrisinin özdeğer ve özvektörleri, öncelik sırasını belirlemeye yardımcı olur. En büyük özdeğere karşılık gelen özvektör, öncelikleri belirlemektedir. Her bir kriter için önem ağırlıkları bulunarak bu ağırlıklar ile öncelik vektörü oluşturulur. (Dağdeviren vd., 2004:133)

AHP'de bütün karar verme sürecinin ve hiyerarşisinin tutarlılık oranı (CR) hesaplanabilmekte ve tutarsızlık oranı %10'un altında kalmak şartıyla tutarsızlık konusu tolere edilebilir bir hata olarak düşünülebilmektedir. (Saaty, 1994, *a.g.m.*:27) Uygulamalarda tam anlamıyla tutarlılığın sağlanması genellikle mümkün olmamaktadır. $CR \geq 0,1$ çıktığında tutarlı bir matris elde edilinceye kadar karşılaştırmalar tekrarlanmalıdır. (Aydın vd., 2009:75) AHP sonuçlarının geçerli olabilmesi için, karşılaştırma matrisinin tutarlı bir matris olması gerekmektedir. Tutarlı bir ikili karşılaştırma matrisinde, kriter ağırlıkları toplamı 1'dir.

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1$$

Tutarlılık indeksi (Consistency Index- CI) ile gösterilen tutarlılık katsayısı,

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

eşitliğinden hesaplanır. Buradaki λ_{max} değeri ise, ağırlık vektörünün ilgili görelî önem değerlerine bölünmesi ile elde edilir. (Aydın vd., 2009:74) İkili karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için de, en büyük özdeğerinin (λ_{max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir. (Arslan ve Khisty, 2005:423)

Tutarlılık indeksi (CI) hesaplandıktan sonra, matrisin tutarlılık oranının (CR =Consistency Ratio) hesaplanması için rassal tutarlılık indeksi (RI =Random Consistency Index) kullanılmaktadır. (Ömürbek ve Şimşek, 2012:119)

Tablo 2: Rassallık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Kaynak: (Saaty ve Özdemir, 2003: 241)

Tablo 2.'de görülen Rassallık indeksi en çok 1-15 boyutundaki matrisler için geliştirilmiştir. (Ünal, 2010:94)

Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio), şu şekilde hesaplanır; (Aslan, a.g.t.:9)

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi (CI)}}{\text{Rassallık İndeksi (RI)}}$$

AHP'nin son aşaması kriterlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin önem ağırlıklarının çarpımı ve her bir alternatife ait öncelik değerinin bulunmasıdır. Karar problemi için en iyi seçenek, en yüksek değeri alan alternatiftir. (Dağdeviren ve Eren, 2001:44)

4.2. Electre Yöntemi

ELECTRE (**EL**imination **Et** Choix Traduisant la **RE**alite) yöntemi (Maystre vd., 1994:13) çok kriterli karar verme tekniklerinden bir tanesidir. (Yücel ve Ulutaş, 2009:327) Electre yöntemi, problemin çözümüne kantitatif ve kalitatif değerleri birlikte dâhil edebilmektedir. Bu durum yöntemin önemli bir özelliğidir. (Figueira vd., s.8, Erişim Tarihi:04.10.2014)

Electre ve benzer temellere dayalı diğer yöntemler, aynı zamanda, sıralama dışı bırakma yöntemleri olarak da adlandırılır. Şöyle ki; bir a_i alternatifi en az a_k alternatifi olarak değerlendirilirse a_i alternatifi a_k alternatifini sıralama dışı bırakır. (Serinkaya, 2001:32)

Geliştirilen her bir Electre metodu, karşılaşılan somut ve spesifik bir problemi çözmeyi amaçlamaktadır. (Roy ve Vanderpooten, 1996:23) Electre üzerinde yapılan çalışmalar sonunda altı farklı Electre metodolojisi geliştirilmiştir. Tablo 3.'de farklı Electre yöntemleri kronolojik olarak sıralanmıştır. (Maystre vd., a.g.k.:13,14)

Tablo 3: Electre Yöntemleri

No	Yöntemin Adı	Yöntemi Geliştirenler	Tarih
1	ELECTRE I	Bernard Roy	1968
2	ELECTRE II	Bernard Roy, P. Bertier	1971
3	ELECTRE III	Bernard Roy	1978
4	ELECTRE IV	Bernard Roy, J.C. Hugonnard	1982
5	ELECTRE IS	Bernard Roy, J.M. Skalka	1985
6	ELECTRE TRI	Bernard Roy, D. Bouyssou, W. Yu	1991-1992

Electre yöntemleri çok kriterli karar gerektiren seçim, sıralama ve atama problemlerine çözüm bulabilmektedir. Electre I ve Electre IS seçim problemlerinde kullanılırken, Electre

II, III ve IV sıralama problemlerinde, Electre TRI ise atama problemlerinde kullanılmaktadır. (Maystre vd., a.g.k.:13,14)

4.2.1. Electre III Yöntemi

Electre III, en çok kullanılan Electre metodlarından birisidir. Bu metodun ana amacı; her bir kritere göre alternatiflerin birbirlerine nazaran ikili üstünlük dereceleri belirlenmek suretiyle n sayıda alternatifin amaca uygunluk derecesine göre sıralanmasıdır. (Ulubeyli ve Manisalı, 2005:175) 1978 yılında Bernard Roy tarafından geliştirilen Electre III yöntemi alternatifler arasında en iyiyi seçerken diğer alternatiflerin de iyiden kötüye doğru sıralamasını yapar. Electre III yönteminde iki alternatifin kriter skorları arasındaki farkın büyüklüğüne göre tercih edilirlilik seviyesi belirlenmektedir. Ayrıca kriter skorları arasındaki farkın çok büyük olmasını engellemek amacıyla her kriter için bir veto değeri işlemlere dâhil edilmektedir. Böylece alternatiflerin ikili olarak birbirleri ile karşılaştırılarak modelin çözülmesi sonucunda bazı alternatiflerin birbirlerine üstünlük sağlayamadığı sonucu da ortaya çıkmaktadır. (Pena vd., 2007:1)

Electre III yönteminde probleme ilişkin olan tüm mevcut bilgiler ve karar verenin tercihleri dikkate alınarak; a ve b alternatifi karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma sonucunda; “ a alternatifi, b alternatifine tercih edilir”; “ a alternatifi ve b alternatifi aynı önem derecesindedir yani farksızdır”; “ a alternatifi ve b alternatifi kıyaslanamamaktadır” şeklinde sonuçlara ulaşılır. (Pena vd., 2007:1)

Electre III algoritması

Adım 1: Başlangıç Matrisinin oluşturulması: Öncelikle belirlenen kriterlere ilişkin olarak değerlendirilecek olan alternatiflerin performansını tanımlayan bir karar (başlangıç) matrisi oluşturulur. (Pena vd., 2007:1)

Adım 2: Eşik Değerlerin belirlenmesi: Electre III yönteminde her bir kriter için farksızlık, tercih ve veto olmak üzere üç tip eşik değeri kullanılır. Eşik değerler, sabit sayılar olarak belirlenebileceği gibi, alternatiflerin kriterlere göre performanslarına $g_j(a_i)$ bağlı birer fonksiyon olarak da tanımlanabilir. (Atıcı ve Ulucan, 2009:168)

Electre III yönteminde kullanılacak bazı değişkenler ve tanımlar şöyledir: (Pena vd., 2007:1)

q : Zayıf tercih edilirliliğin oluşması için kriter skorları arasında olması gereken fark anlamına gelmektedir.

P : Kuvvetli tercih edilirliliğin oluşması için kriter skorları arasında olması gereken fark anlamına gelmektedir.

V : İki alternatif arasında kıyaslama yapılırken kriter skorları arasında kabul edilemeyecek kadar büyük olan fark demektir.

Electre III tekniğinde “ a_i ” ve “ a_k ”, kıyaslaması yapılacak iki alternatif olarak ele alındığında, performanslarındaki farklılık; sırasıyla, önce farksızlık eşiği, sonra tercih eşiği ve son olarak da veto eşiği kullanılarak karşılaştırılmaktadır. (Okan, 2009:76)

q, P, V değişkenleri arasında;

$q_j < P_j < V$ şeklinde bir ilişki vardır.

Alternatifler sıralanmadan önce her bir kriterin önemini gösteren ağırlık değerleri “ w_j ” karar verici tarafından belirlenir. Her alternatifin, kriterler açısından performans değerleri

ve kriterlerin eşik değerleri (farksızlık, tercih, veto) belirlendikten sonra Electre III tekniğinin aşağıdaki diğer aşamalarına geçilir. (Rogers, 2000:334)

Adım 3: Uyumluluk Matrislerinin Oluşturulması

Her bir alternatif çifti (a_i, a_k) , her bir değerlendirme kriteri baz alınarak söz konusu iki alternatifin aldığı skorlar kıyaslanır. Böylece baz alınan kriter için “ne düzeyde a_i en azından a_k kadar iyidir” ifadesini anlatan bir uyumluluk matrisi oluşması sağlanır. (Dias vd., 2006:2)

Her alternatif ikilisinin kriterlere göre uyum göstergeleri şu şekilde hesaplanır; (Tam vd., 2003:51)

$$c_j(a_i, a_k) = 0 \Leftrightarrow P_j < g_j(a_k) - g_j(a_i)$$

$$c_j(a_i, a_k) = 1 \Leftrightarrow g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq q_j$$

$$0 < c_j(a_i, a_k) < 1 \Leftrightarrow q_j < g_j(a_k) - g_j(a_i) < P_j \Rightarrow$$

$$c_j(a_i, a_k) = \frac{g_j(a_i) + P_j - g_j(a_k)}{P_j - q_j}$$

Buradaki, $g_j(a_i)$, a_i alternatifinin g_j kriterindeki performansını, $g_j(a_k)$, ise a_k alternatifinin g_j kriterindeki performansını ifade etmektedir. P_j , tercih eşiği, q_j ise farksızlık eşiğidir. Kriter kümesinde yer alan her bir g_j kriteri için alternatifler yukarıdaki formüller vasıtasıyla ikili olarak karşılaştırılarak her bir kriter için $(n * n)$ boyutunda birer uyumluluk matrisi elde edilir. (Atıcı ve Ulucan, a.g.m.:169)

Kümülatif uyumluluk matrisi

Takip eden aşamada, a_i alternatifinin a_k alternatifine hangi oranda tercih edildiğinin göstergesi olan “genel uyum göstergesi” yani kümülatif uyumluluk matrisi hesaplanır. C_{ik} değeri, “ i seçeneği k seçeneğine tercih edilir.” ifadesine uyan kriterlerin ağırlıklarının yüzdelere temsil etmektedir. (Yürekli, 2008:60) Kümülatif uyumluluk matrisi, aşağıdaki formüller kullanılarak bulunur: (Tam vd., a.g.m.:50)

$$C(a_i, a_k) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a_i, a_k)$$

$$W = \sum_{j=1}^n w_j$$

Her bir kriter için oluşturulan matrislerdeki $c_j(a_i, a_k)$ değerleri gibi ağırlıklandırılıp toplanarak $(n * n)$ boyutunda ve alternatiflerin $C_j(a_i, a_k)$ değerlerinden oluşan kümülatif bir uyumluluk matrisi elde edilmektedir. Yukarıdaki formülde yer alan W bütün kriterlerin ağırlıklarının toplamını ifade etmektedir. (Atıcı ve Ulucan, a.g.m., s.169) Kümülatif uyumluluk matrisi 0 ile 1 arasında değerlerden oluşmaktadır ve genelde simetrik değildir. 0 değeri, bütün kriterler için a_i alternatifinin a_k alternatifinden iyi olmadığını, 1 değeri ise hiçbir kriter açısından a_k alternatifinin a_i alternatifinden iyi olmadığını göstermektedir. (Tam vd., a.g.m.:50)

Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması

Uyumsuzluk matrislerini elde edebilmek için her bir kriter için yine alternatifler ikili olarak karşılaştırılır. Uyumsuzluk indeksinin hesaplanmasında tercih ve veto eşiklerinden yararlanılmaktadır ve ikili karşılaştırma uyumsuzluk indeksi fonksiyonu yardımı ile yapılır, $d_j(a_i, a_k)$ olarak ifade edilir. Eğer a_k alternatifinin performansı ile a_i alternatifinin performansı arasındaki fark tercih eşliğinden (P) küçükse uyumsuzluk indeksi 0 (sıfır) değerini, a_k alternatifinin performansı ile a_i alternatifinin performansı arasındaki fark veto (V) eşliğinden büyükse fonksiyon 1 değerini alır. Bu da baz alınan kriter açısından a_k alternatifinin a_i alternatifinden iyi olduğunu göstermektedir. Aksi durumda ise, doğrusal bir fonksiyondan yararlanır. Uyumsuzluk fonksiyonu kullanılarak bütün kriterler açısından, alternatiflerin kıyaslanması yapılır ve bu şekilde elde edilen uyumsuzluk indeksleri ile ($n * n$) boyutunda m adet uyumsuzluk matrisi oluşturulur. (Atıcı ve Ulucan, *a.g.m.*:170)

Kriterlere göre uyumsuzluk göstergeleri (d_j)'nin hesaplanması aşağıdaki formüller vasıtasıyla yapılır; (Figueira vd.:14, Erişim Tarihi:04.10.2014)

$$d_j(a_i, a_k) = 1 \Rightarrow V_j < g_j(a_k) - g_j(a_i)$$

$$d_j(a_i, a_k) = 0 \Rightarrow g_j(a_k) - g_j(a_i) \leq P_j$$

$$0 < d_j(a_i, a_k) < 1 \Rightarrow P_j < g_j(a_k) - g_j(a_i) < V_j \Rightarrow$$

$$d_j(a_i, a_k) = \frac{g_j(a_k) + P_j - g_j(a_i)}{V_j - P_j}$$

Kredibilite Matrisinin Oluşturulması

Karar vericinin bir alternatifi diğerine tercih etmedeki tatmin ya da tatminsizliğinin ölçütü olan kriterlere göre uyum ve uyumsuzluk göstergeleri hesaplandıktan sonra, alternatiflerin birbirlerine tercih edilirlilik dereceleri hesaplanır. Tercih edilirlilik derecesi a_i seçeneğinin a_k seçeneğine hangi oranda tercih edileceğini belirtir ve 0 ile 1 arasında bir değerdir. (Yürekli, *a.g.t.*:61)

Kredibilite matrisi, alternatiflerin uyumluluk indekslerinin yer aldığı uyumluluk matrisi ile her bir kriter için oluşturulan uyumsuzluk matrislerinden yararlanılarak oluşturulur ve alternatiflerin sıralamasında kullanılır. Kredibilite matrisi aşağıdaki fonksiyon yardımı ile elde edilir: (Roy, 1991:64)

$$S(a, b) = \begin{cases} C(a_i, a_k), \text{ eğer } d_j(a_i, a_k) \leq C(a_i, a_k), \forall j \\ C(a_i, a_k) \prod_{j \in J(a_i, a_k)} \frac{1 - d_j(a_i, a_k)}{1 - C(a_i, a_k)}, \text{ aksi halde} \end{cases}$$

$J(a_i, a_k)$ kümesi, $d_j(a_i, a_k) > C(a_i, a_k)$ koşulunu sağlayan kriterleri temsil etmektedir. Kredibilite matrisi, ($n * n$) boyutunda bir matristir. Bir (a_i, a_k) alternatif ikilisi için uyum matrisi değeri bütün uyumsuzluk matrislerindeki değerlerden büyükse, bu ikilinin kredibilite matrisi değeri, kümülatif uyum matrisi değerine eşit olmaktadır. Böyle değilse, kredibilite matris değeri yukarıdaki doğrusal denklem yardımı ile hesaplanır. Elde edilen kredibilite matrisi sıralama sürecine sokularak alternatifler sıralanır. (Atıcı ve Ulucan, *a.g.m.*:170,171)

Alternatiflerin Sıralanma Süreci

ELECTRE III, problemin çözümünde alternatiflerin kriter skorları arasındaki farkları dikkate almaktadır. Problemin çözümünde ana etken, kriter skorları arasındaki farkların

küçük veya büyük olmasıdır. Bu sebeple farkların incelenmesi ve alternatiflerin sıralamasının yapılabilmesi için $s(\lambda)$ şeklinde sembolize edilen bir ayırım değeri belirlenir. (Maystre vd., 1994:94)

Her bir alternatif ikilisi için elde edilen kredibilite değerleri, alternatiflerin sıralanması için kullanılan bir süreç için girdi oluşturmaktadır. Electre III yönteminde alternatiflerin sıralanma süreci, en iyi alternatiften en kötü alternatife doğru azalan (azalan sıralama) ve en kötü alternatiften en iyi alternatife doğru artan (artan sıralama) şeklindedir. Elde edilen bu iki sıralamanın kesişimi de son sıralamadır. (Ulucan, 2012:1)

Kredibilite matrisinde yer alan en büyük değer λ_0 olarak tespit edilmesi ile sıralama süreci başlar. Sıralamaların yapılmasında önemli rol oynayacak bir değişken olan λ_1 değişkeni ise; λ_0 değeri ile ayırım eşiği değişkeni farkından küçük en büyük kredibilite matrisi değeri olarak tanımlanır. Aşağıdaki gibi gösterilir: (Rogers, a.g.m.:339)

$$\lambda_1 = \max_{S(a_i, a_k) < \lambda_0 - s(\lambda_0)} S(a_i, a_k)$$

Burada $s(\lambda_0)$ ayırım eşiğini ifade etmektedir. Electre III'te ayırım eşiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$s(\lambda_0) = 0,3 - 0,15\lambda$$

Alternatiflerin kredibilite matrisindeki değerleri, λ ile kıyaslanarak her alternatif için güçlülük ve zayıflık skorlarını elde edebilir. Eğer bir (a_i, a_k) alternatif ikilisinin kredibilite matrisindeki skoru λ_1 değerinden büyükse, a_i alternatifi +1 güçlülük skoru elde eder, kredibilite matrisindeki değer λ_1 değerinden küçük ise a_i alternatifi için -1 zayıflık skoru olur. (Atıcı ve Ulucan, a.g.m.:170) Güçlülük ve zayıflık skorları bulunup toplanması ile alternatiflerin toplam skorları elde edilmiş olur. Bu adımdan sonra azalan sıralama süreci başlar. Azalan sıralamada, en yüksek toplam skora sahip olan alternatif ilk sıraya yerleştirilir ve sonraki sıralama işlemlerine sokulmaz. Bu süreç geriye kalan alternatifler için yeni λ_0 ve λ_1 değerleri hesaplanarak tekrarlanır ve bütün alternatifler bir sıraya yerleştirilene kadar devam eder. (Ulubeyli ve Manisalı, a.g.m.:177,178)

Artan sıralama sürecinde ise, azalan sıralama sürecinden farklı olarak, toplam skoru en küçük olan alternatif seçilerek ilk sıraya konur. Sıraya konan alternatif analizden çıkarıldıktan sonra süreç geri kalan alternatifler için devam ettirilir. (Atıcı ve Ulucan, a.g.m.:170) Azalan ve artan sıralama süreçleri ile elde edilen iki ön sıralama birbirleri ile tutarlı bir şekilde kesiştirilmek suretiyle son sıralama elde edilir. Böylece, Electre III ile alternatiflerin sıralanması işlemi tamamlanmış olur. (Ulucan, a.g.e.:2)

5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür incelendiğinde hem AHP hem de Electre III Yöntemi ile ilgili çok sayıda değişik uygulamanın yapıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalardan bazıları şu şekildedir;

Eleren (2006), dericilik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin kuruluş yeri seçimi için altı alternatif şehir AHP ile değerlendirilmiş ve sıralanmıştır. Söz konusu değerlendirme dericilik sektöründe faaliyet gösteren işletme yöneticilerinin belirlediği altı kriter (pazara yakınlık, hammaddeye yakınlık, ulaşım imkânları, devlet teşvikleri, işgücü, altyapı) vasıtasıyla yapılmıştır. (Eleren, 2006, a.g.m.:405-416) Tüzemen ve Özdağoğlu (2007), AHP yöntemini Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Doktora programı öğrencilerinden oluşan bir grup üzerinde eş seçimi üzerine uygulamışlardır. Eş seçiminde baz alınan üç ana kriter ve 11 alt kriter belirlenerek bu kriterlerin ağırlıkları AHP

ile tespit edilmiştir. (Tüzemen ve Özdağoğlu, 2007:215-232) Hokkanen ve Salminen (1997) çalışmalarında 1993’de Finlandiya’nın Oulu bölgesinde katı atık yönetim sisteminin seçimini Electre III ile yapmışlardır. (Hokkanen ve Salminen, 1997:19-36) Tam vd. (2003), Electre III’ü inşaat sektörüne uygulamışlardır. Çalışmada Electre III’ün inşaat işi ile uğraşan kişilere uygun inşaat firmasını seçmede nasıl yardımcı olunabileceği konusunu araştırmışlardır. Bunun için inşaat firmalarının performans değerlendirilmesini ölçmek üzere beton vibratörleri üzerine vaka incelemesi yapmışlardır. (Tam vd., *a.g.m.*:45-61) Kaplan vd. (2006), Electre III’ü, tekstil sektöründe uygulamışlardır. Bu çalışmada, kot kumaş dokuma amacıyla kullanılacak Ne 12 rotor iplikleri farklı teknik özelliklere sahip 10 göbek kullanılarak eğrilmiş, bu 10 farklı göbek ipliği kalite parametreleri olan yedi kriter üzerinden değerlendirilmiştir. Söz konusu kalite parametreleri kot kumaş için arz ettikleri öneme göre AHP ile daha sonra da Electre III kullanılarak farklı teknik özelliklere sahip 10 göbek ipliği kalitesi üzerinden performanslarına göre sıralanmıştır. (Kaplan vd., 2006:896–904) Wang vd. (2008), bilgi sistemlerinde dış kaynak kullanımı problemine AHP ve Electre III ile çözüm aramıştır. Çalışma; strateji, ekonomi, risk, çevre ve kalite gibi faktörlerin, dış kaynak kullanımı kararları için göz önüne alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. AHP; dış kaynak kullanımı sorununun yapısını analiz etmek ve kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için, Electre III ise son derecelendirme için kullanılmıştır. (Wang vd., 2008:1-9) Atıcı ve Ulucan (2009), Electre III ve Promethee tekniği ile enerji sektörü için iki uygulama yapmıştır. Seçilen 13 adet hidroelektrik santral projesi, Electre III tekniği kullanılarak altı kriter baz alınarak, Kastamonu yöresine ait yedi adet rüzgar santrali projesi de Promethee tekniği ile uzmanlara danışılarak belirlenen beş kriter ışığında değerlendirilmiştir. (Atıcı ve Ulucan, *a.g.m.*:161-186) Giannoulis ve Ishizaka (2010), Electre III ile İngiliz Üniversitelerindeki öğrencilerin kişisel görüşlerine bağlı olarak, üniversiteleri prestij, kalite vb. konularda derecelendiren web tabanlı bir karar destek sistemi geliştirmiştir. (Giannoulis ve Ishizaka, 2010:488-497) Zhao ve Yang (2013), bilgi teknolojileri alanında hizmet olay yönetimi ölçüm modeli oluşturabilmek adına Electre III’ü uygulamışlardır. Bunun için için reel veri toplanarak ölçülmüş, bunun yanında modelin belirlenme aşamasında Electre III metodu kullanılmıştır. (Zhao ve Yang, 2013:514-517)

6. İŞLETMELERİN ANKARA BÖLGESİ İÇİN TEKNOKENT SEÇİMİ UYGULAMASI

6.1. Çalışmanın Konusu ve Kapsamı

Günümüzde Ar-Ge’ye dayalı proje yapmanın önemi oldukça artmıştır. Teknokentlerde, Ar-Ge projelerinin kolaylıkla yapılabileceği imkânlar mevcuttur. Bir girişimcinin Ar-Ge projesini yapacağı, faaliyet göstereceği teknokentin seçimini etkileyen pek çok kriter bulunmaktadır ve bu kriterler projenin başarısı açısından önem arz etmektedir. Bu kriterlerden başlıcaları şu şekilde sıralanabilir; proje konusu, üniversitenin altyapısı (proje konusuna uygun bölümün varlığı, yardım alabileceği, danışman olarak projesine dâhil edebileceği öğretim elemanı, üniversitenin araştırma merkezi, öğrenciler), teknokentin o bölgedeki coğrafi konumu, teknokentin girişimciye sunacağı imkânlar ve teknokentteki ofislerin kira bedelleri, teknokentin bulunduğu il ile ilgili durumlar (sosyal ve kültürel çevre, coğrafi konum, ilin büyüklüğü, sanayi, pazar, müşteri vb.) olarak sayılabilir.

Araştırmanın konusu; Teknokentte faaliyette bulunmak isteyen girişimcilerin firmalarını kuracakları teknokenti belirleme işleminde AHP temelli Electre Yönteminin³ uygulanmasıdır. Bu çalışmada Electre yöntemlerinden Electre III uygulanmıştır. Araştırma,

³ AHP temelli Electre Yöntemi, bu çalışmada “**Hiyerarşik Electre**” olarak adlandırılmıştır.

Ankara bölgesinde faaliyet gösteren teknokentlerde Ar-Ge projesi yapan girişimcileri kapsamaktadır.

Bu girişimciler için öncelikle teknokent seçiminde baz alınacak kriterler belirlenmiş, girişimcilere “Hiyerarşik Electre” uygulaması ile kriterlere verdikleri ağırlıklar hesaplanmış ve Ankara bölgesinde faaliyet gösteren beş teknokentin bu kriterler esas alınarak karşılaştırılması sonucunda teknokentlerin sıralaması yapılmıştır. Bu yazılanlar ışığında çalışmanın amacı da; “*Hiyerarşik Electre Yöntemi*” kullanılarak girişimcilerin Ar-Ge projelerini başarı ile gerçekleştirme, inovatif firmaların teknoloji geliştirme, ticari anlamda başarı sağlama gibi firma faaliyetlerini en uygun bir biçimde gerçekleştirebilmesi adına kritik derecede önem arz eden “*İşletmelerin kuruluş yeri tercihinde teknokent seçimi*” sorununa en uygun çözümün getirilmesidir. (Keleş, a.g.t.:134)

6.2. Metodoloji

Çalışmada “*Hiyerarşik Electre Yöntemi*” kullanılmıştır. “Hiyerarşik Electre” şeklinde adlandırılan yöntemde, çok kriterli karar verme metotlarından AHP ve Electre beraber kullanılmaktadır. Hiyerarşik Electre Yönteminin iki aşaması bulunmaktadır:

- Kriter ağırlıklarının AHP ile belirlenmesi
- Electre tekniği kullanılarak alternatiflerin sıralanması ve en uygun alternatifin seçilmesi.

Bu çalışmada, Hiyerarşik Electre Yöntemi, işletmelerin teknokent seçiminde kullanılmış ve Ankara bölgesinde bir uygulama yapılmıştır. Çalışma kapsamı içerisinde Ankara bölgesindeki teknokentlerde faaliyet gösteren firma yöneticilerinin görüşleri baz alınarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ile kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiş, Electre yöntemlerinden Electre III yöntemi ile de en uygun alternatif seçilmiş ve alternatifler sıralanmıştır. Alternatiflerin seçimi ve sıralamasında Electre III için Fransa Dauphine University of Paris Üniversitesi tarafından geliştirilen yazılım kullanılmıştır. Electre III/IV yazılımı; Dauphine University of Paris ve University of Poznan, Institute of Computational Sciences tarafından 1992 ile 1994 yılları arasında geliştirilmiştir. (Pena vd., 2007:5)

Hiyerarşik Electre Yöntemi, finans, pazarlama, yönetim, turizm ve üretim gibi pek çok sektörde; tedarikçi seçimi, personel seçimi, kuruluş yeri belirlenmesi, performans değerlendirme konuları gibi çok sayıda farklı ÇKKV gerektiren problemlerin çözümünde kullanılabilir. (Keleş, a.g.t.:144)

Tablo 4.’de araştırma kapsamında Ankara Bölgesindeki beş teknokente ait firma dağılımı ve örnek büyüklüğü görülmektedir. Çalışmanın örneklem büyüklüğü, “*Basit Rastgele Örnekleme*” yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmada %95 güven aralığında ve %5 sapma göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla Ankara Bölgesindeki beş teknokente (ODTÜ Teknokent, Hacettepe Teknokent, Cyberpark, Gazi Teknokent ve Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi) faaliyet gösteren toplam 752 firma bulunmaktadır. Söz konusu firmalar için örnek büyüklüğü 254’tür. Anket ve puanlama tablosu teknokentlere, istihdam ettikleri firma sayılarına göre oranlanarak dağıtılarak saha uygulaması bu çerçevede tamamlanmıştır.

Çalışmaya dâhil edilen firmaların teknokentlere ve sektörlerle göre dağılımını gösteren evren ve örneklem tabloları aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir:

Tablo 4: Çalışmaya Dâhil Edilen Firma Sayısının Teknokentlere Göre Dağılımı

Teknokent adı	Firma sayısı	Örnek büyüklüğü
ODTÜ Teknokent	285	95
Hacettepe Teknokent	139	46
Cyberpark	204	68
Gazi Teknokent	90	30
Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi	34	15
TOPLAM	752	254

Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmanın ilk aşamasında teknokent seçiminde baz alınacak kriterleri tespit edebilmek adına teknokent yöneticileri ile görüşülerek 20 adet temel kriter belirlenmiştir. Daha sonra bu 20 kriter, firma yetkililerince değerlendirilmiş ve en çok puanı alan yedi kriter çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu kriterler şunlardır:

- Proje konusunun içeriği
- Teknokentin bulunduğu üniversitenin altyapısı
- Teknokentte bulunan firmalarla sinerji ve ortak proje yapma potansiyeli
- Teknokentin uluslararası rekabet imkânı sağlayacak kalitede firmalara profesyonel hizmetler sunması
- Teknokentin misyonu
- Teknokentin Ankara içersindeki fiziki konumu
- Kira bedeli

Takip eden aşamada teknokent seçiminde baz alınacak kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde uzman görüşünden yararlanmak amacıyla çalışma kapsamı içerisindeki beş teknokentte örneklem olarak seçilen girişimciler ve firma yetkililerinin görüşleri anket yolu ile alınmış ve elde edilen veriler AHP ile değerlendirilerek kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur.

Bu değerlemeyi yapabilmek için Saaty'nin kullandığı 9'lu değerlendirme tablosu (Saaty, 2008, *a.g.m.*:86) kullanılmıştır.

Electre III yönteminin ilk aşaması olan başlangıç matrisi ise alternatiflerin her kriter göre aldığı skorlar belirlenerek oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan kriterlerin ilk altısı (Proje konusunun içeriği, teknokentin bulunduğu üniversitenin altyapısı, teknokentte bulunan firmalarla sinerji ve ortak proje yapma potansiyeli, teknokentin uluslararası rekabet imkânı sağlayacak kalitede firmalara profesyonel hizmetler sunması, teknokentin misyonu ve teknokentin Ankara içersindeki fiziki konumu) kalitatif verilerdir. Dolayısıyla bu ilk altı kriter için her alternatifin aldığı skoru belirleyebilmek adına firma yetkililerine 1 ila 5 puan aralığında bir ölçek kullanılarak değerlendirilmiştir. 254 adet firma yetkilisinin yaptığı bu değerlemelerin kriterlere göre alternatifler bazında aritmetik ortalaması alınmıştır. Yedinci kriter ise teknokentlerin uyguladığı kira+aidat+KDV miktarıdır ve kantitatif bir veridir. Bu veri her bir teknokent için ayrı ayrı alınmıştır.

Bu çalışmada, q (farksızlık), P (tercih), V (veto) eşik değerleri başlangıç matrisinde alternatiflerin her kriter için aldığı skorlarının standart sapmalarından faydalanılarak her kriter için ayrı ayrı tespit edilmiştir. q (farksızlık) eşiği tespit edilirken, hangi kriterin farksızlık eşiği belirlenecekse, o kriterle ait alternatiflerin aldığı skorların standart sapması baz alınmış ve standart sapma değeri kendine en yakın 5'in katı olacak şekilde yukarı doğru

yuvarlanmıştır. Daha sonra farksızlık eşik değeri baz alınarak tercih ve veto eşik değerleri de her kriter için ayrı ayrı belirlenmiştir.

Takip eden aşamada tespit edilen q , P ve V eşik değerleri, başlangıç matrisi değerleri ve kriter ağırlık değerleri söz konusu programa girilmiştir. Programın çalıştırılması suretiyle teknokentlerde faaliyet gösteren girişimcilerin ve Ar-Ge firmalarının, teknokent seçim ve sıralamaları bulunmuştur.

Tüm Teknokentlerden Alınan Veriler Temel Alınarak Teknokentlerin Sıralanması

Ankara Bölgesindeki beş teknokentte faaliyet gösteren örneklem olarak seçilen firmalardan alınan veriler ile yapılan Hiyerarşik Electre uygulamasına ait bulgular ve değerlendirmeler aşağıdadır:

Adım 1: Uygulamanın ilk aşamasında, çalışma kapsamı içerisindeki beş teknokentteki örneklem dâhilinde olan 254 firma yöneticisinin görüşleri, AHP ile değerlendirilerek kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Bunun için öncelikle Saaty'nin 1-9 skalasındaki değerler kullanılarak kriterlerin ikili karşılaştırmaları yaptırılmış ve ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen söz konusu 254 verinin geometrik ortalaması alınmıştır. Bu aşamadan sonra elde edilen veriler düzenlenmiş, normalize edilmiş ve AHP'nin ilk aşaması olan tablo 5.'de görülen ikili karşılaştırma (A) matrisi elde edilmiştir.

Tablo 5: Kriterler İçin İkili Karşılaştırma (A) Matrisi

	Proje Konusu	Üniversitenin Altyapısı	Firmalarla sinerji ve ortak proje	Hizmetler sunması	Teknokentin misyonu	Fiziki konumu	Kira bedeli
Proje Konusu	1,00	2,00	2,00	0,25	0,50	0,25	0,13
Üniversitenin Altyapısı	0,50	1,00	2,00	0,20	0,50	0,20	0,11
Firmalarla sinerji ve ortak proje	0,50	0,50	1,00	0,25	0,33	0,20	0,11
Hizmetler sunması	4,00	5,00	4,00	1,00	4,00	0,33	0,14
Teknokentin misyonu	2,00	2,00	3,00	0,25	1,00	0,20	0,11
Fiziki konumu	4,00	5,00	5,00	3,00	5,00	1,00	0,17
Kira bedeli	8,00	9,00	9,00	7,00	9,00	6,00	1,00
TOPLAM	20,00	24,50	26,00	11,95	20,33	8,18	1,77

Adım 2: İkinci aşamada, normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi bulunur. Bunun için ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır. İkili karşılaştırma matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür. Tablo 6.'da kriterlerle ilgili karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş hali görülmektedir. Ayrıca tabloda kriter ağırlıkları ve λ_{\max} değerinin bulunmasına yardımcı olacak hesaplamalar da görülmektedir.

Tablo 6: Normalize Karşılaştırma Matrisi

	Proje Konusu	Üniversitenin Altyapısı	Firmalarla sinerji ve ortak proje	Hizmetler sunması	Teknokentin misyonu	Fiziki konumu	Kira bedeli	w	Axw	$\frac{(Axw)}{w}$
Proje Konusu	0,05	0,08	0,08	0,02	0,02	0,03	0,07	0,05	0,36	7,15
Üniversitenin Altyapısı	0,03	0,04	0,08	0,02	0,02	0,02	0,06	0,04	0,28	7,11
Firmalarla sinerji ve ortak proje	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,06	0,03	0,22	7,47
Hizmetler sunması	0,20	0,20	0,15	0,08	0,20	0,04	0,08	0,14	1,05	7,62
Teknokentin misyonu	0,10	0,08	0,12	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,46	7,08
Fiziki konumu	0,20	0,20	0,19	0,25	0,25	0,12	0,09	0,19	1,55	8,29
Kira bedeli	0,40	0,37	0,35	0,59	0,44	0,73	0,57	0,49	4,18	8,51
								λ_{max}		7,60

Adım 3: Her bir kriterin ağırlığı (w) Tablo 6.'daki, normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması alınarak bulunur.

Adım 4: Tablo 5. A matrisi (İkili karşılaştırmalar matrisi) ile adım 3'te bulunan kriter ağırlıkları (ağırlık vektörü) çarpılır. Bu şekilde toplam vektör elde edilmiş olur. (Axw)

Adım 5: Adım 4'de elde edilen ağırlıklandırılmış toplam vektörün her bir elemanı, buna karşılık gelen ağırlık vektörüne bölünür. $\frac{(Axw)}{w}$

Adım 6: Adım 5'de elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak λ_{max} (maksimum özdeğer) bulunur.

Adım 7: Sürecin bu aşamasında "Tutarlılık indeksi" (CI) hesaplanır.

Tutarlılık indeksi;

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$\lambda_{max} = 7,60$$

n = 7 (Karşılaştırılan alternatif sayısı)

$$CI = \frac{7,60-7}{7-1} = 0,101 \text{ olarak bulunur.}$$

Adım 8: Son aşamada "Tutarlılık oranının" (CR) hesaplanması gerekir.

Tutarlılık oranı;

Tutarlılık Oranı (CR) = $\frac{\text{Tutarlılık İndeksi (CI)}}{\text{Rassallık İndeksi (RI)}}$ formülü ile hesaplanır. Aşağıdaki rassallık indeksi çizelgesinden n = 7 için rassallık indeks değerinin, RI = 1,35 olduğu görülmektedir.

Rassallık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Formüldeki değerler yerine konduğunda;

$$CR = \frac{0,101}{1,35} = 0,075 \text{ olarak hesaplanır.}$$

CR değeri 0,075 < 0,1 olduğundan ağırlıklar tutarlıdır.

Electre III aşaması

Electre III yönteminin ilk aşaması, başlangıç matrisinin oluşturulma aşamasıdır. Tablo 7’de görülen başlangıç matrisi, metodolojinin anlatıldığı bölüm.6.2.de bahsedildiği şekilde örneklem dâhilinde olan firma yöneticilerinin kuruluş yeri alternatifleri olan beş teknokenti 1-5 arası skalayı baz alarak her bir kritere göre puanlaması ve çıkan sonuçların aritmetik ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Ayrıca yukarıda AHP ile bulunan her bir kritere ait ağırlık da, tablo 7’de görülen Electre III başlangıç matrisine girilmiştir. Örneğin; nitel olan 1. kriter olan “Proje konusunun içeriği” kriterinde ODTÜ Teknokent’in aldığı puanların aritmetik ortalaması 4,012 iken, Hacettepe Teknokent’in puanların aritmetik ortalaması 3,603’tür. Bu kritere ait standart sapma 0,30, kriter ağırlığı 0,051’dir. 6. kriter olan “Teknokentin Ankara içersindeki fiziki konumu” nitel kriterinde ODTÜ Teknokent’in aldığı puanların aritmetik ortalaması 3,528 iken, Hacettepe Teknokent’in aldığı puanların aritmetik ortalaması 3,206’dır. Bu kritere ait standart sapma da 0,37, kriter ağırlığı 0,187’dir.

Tablo 7.’de aynı zamanda her bir değerlendirme kriterine ait q (Farksızlık), P (Tercih), V (Veto) eşik değerleri görülmektedir. Farksızlık (q) eşik değerleri, başlangıç matrisindeki verilerin standart sapmalarından yararlanılarak her kriter için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hangi kriterin farksızlık eşiği belirlenecekse, o kritere ait alternatiflerin aldığı skorların standart sapması baz alınmış ve standart sapma değeri kendine en yakın 5’in katı olacak şekilde yukarı doğru yuvarlanmıştır. Örneğin, nitel bir kriter olan 1. kriter “Proje konusunun içeriği” kriterinin standart sapması 0,30’u baz alarak bu kriter için farksızlık eşik değeri 0,35, aynı düşünceyle yine nitel bir kriter olan 5. kriter “Teknokentin misyonu” kriterinin standart sapması 0,25’yi baz alarak bu kriter için farksızlık eşik değeri 0,30 olarak belirlenmiştir.

Tercih (P) ve veto (V) eşik değerleri tespit edilirken de başlangıç matrisinde standart sapmalar baz alınarak tespit edilen her kritere ait farksızlık (q) eşik değerleri esas alınmıştır. Farksızlık eşik değeri 0,70’e kadar olan skorlar için tercih eşiği 1,00, veto eşiği 1,50 olarak kabul edilmiştir. Farksızlık eşiği 0,70 ve üzeri çıkan kriterlerin tercih eşikleri 1,50, veto eşikleri 2,00 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 7: Beş Teknokenti Kapsayan Başlangıç Matrisi

TÜM TEKNOKENTLER							
	Kriter-1	Kriter-2	Kriter-3	Kriter-4	Kriter-5	Kriter-6	Kriter-7
	Proje Konusu	Üniversitenin Altyapısı	Firmalarla sinerji ve ortak proje	Hizmetler sunması	Teknokentin misyonu	Fiziki konumu	Kira bedeli
ODTÜ Teknokent	4,012	3,853	3,901	3,750	3,512	3,528	30,00
Hacettepe Teknokent	3,603	3,587	3,321	3,437	3,429	3,206	30,00
Cyberpark	3,873	3,845	3,802	3,829	3,651	3,456	50,00
Gazi Teknokent	3,405	3,254	3,210	3,222	3,254	2,853	25,00
Ankara Üniversitesi TGB	3,313	3,119	3,024	3,040	3,004	2,690	30,00
Standart Sapma	0,300	0,340	0,380	0,340	0,250	0,370	9,750
w (genel ağırlık)	0,051	0,039	0,030	0,137	0,065	0,187	0,492
q (Farksızlık eşiği)	0,350	0,350	0,400	0,350	0,300	0,400	10,00
P (Tercih eşiği)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,00
V (Veto eşiği)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	25,00

Kredibilite matrisi

Tablo 8.'de alternatiflerin birbirlerine göre üstünlük derecelerini gösteren “Kredibilite Matrisi” görülmektedir. Kredibilite Matrisinin nasıl oluştuğu ve ne anlama geldiği Electre III algoritmasının anlatıldığı bölümde açıklanmıştır. Uyumluluk ve uyumsuzluk matrislerinin yardımıyla oluşan kredibilite matrisine göre;

1.satırda görüldüğü üzere “ODTÜ Teknokent, en az tüm alternatifler kadar iyidir” ifadesi %100 desteklenmektedir. Tabloda 1.satırda tüm değerler 1,00'dir.

“Hacettepe Teknokent, ODTÜ Teknokent’e göre daha iyidir” ifadesi 0,99,

“Cyberpark, Hacettepe Teknokent’e göre daha iyidir” ifadesi 0,51,

“Gazi Teknokent, Cyberpark’a göre daha iyidir” ifadesi 0,83,

“Ankara Üniversitesi TGB, ODTÜ Teknokent’e göre daha iyidir” ifadesi ise 0,69 oranında kabul görmüştür.

Tablo 8: Beş Teknokenti Kapsayan Kredibilite Matrisi

	ODTÜ	Hacettepe	Cyberpark	Gazi	Ankara TGB
ODTÜ	---	1,00	1,00	1,00	1,00
Hacettepe	0,99	---	0,99	1,00	1,00
Cyberpark	0,51	0,51	---	0,00	0,51
Gazi	0,83	1,00	0,84	---	1,00
Ankara TGB	0,69	0,94	0,70	1,00	---

Nihayet, tablo 9.'da kredibilite matrisinin yardımıyla azalan ve artan sıralama süreci sonucunda oluşan final sıralama tablosunda, Ar-Ge firması kuruluş yeri için teknokent seçiminin sıralaması görülmektedir. Sıralamaya göre, Ankara'daki beş teknokentte faaliyet gösteren mevcut firmaların kuruluş yeri seçiminde ilk sırada ODTÜ Teknokent bulunmaktadır. İkinci sırayı Hacettepe Teknokent alırken, üçüncü sırayı Gazi Teknokent ve Ankara TGB paylaşmaktadır. Son sırada ise Cyberpark bulunmaktadır.

Tablo 9: Teknokentler Bazında Nihai Sıralama

S.No	Teknokent Adı
1	ODTÜ
2	Hacettepe
3	Gazi - Ankara TGB
4	Cyberpark

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, bir işletme için kuruluş yeri olarak teknokent seçimi probleminde bilimsel anlamda çözüm bulunabilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma Ar-Ge projesi yapan, katma değeri yüksek teknoloji üreten ve teknokentlerde faaliyet gösteren firmaların kuruluş yeri seçim kararlarını içermektedir. Bunun için de Ankara bölgesindeki teknokentlerde faaliyet gösteren firmalar üzerinde bir saha çalışması yapılmıştır.

Günümüzde sayıları gittikçe artmaya devam eden teknokentler; Ar-Ge projelerinin yapıldığı, üniversite-sanayi işbirliğinin tesis edildiği, teorik bilgiyle pratik bilginin birleştiği, öğretim elemanlarının firma kurarak akademik bilgilerini ticarileştirebildikleri, devletin girişimciler ve yenilikçi firmalar için vergisel avantajlar ve muafiyetler sağladığı

fiziksel mekânlardır. Teknokentler bir üniversite veya Ar-Ge merkezi içinde veya yakınında kurulduğu için, üniversitenin ve teknokentin misyonu, teknik altyapısı ve firmalara sunacakları imkânlar, firmaların projelerini başarıyla gerçekleştirme ve pazardaki güçlerini direkt olarak etkilemektedir ve firma için faaliyet göstereceği teknokenti seçmek önem arz etmektedir.

Araştırmanın konusu; girişimcilerin firmalarını kuracakları teknokenti seçimlerinde “**Hiyerarşik Electre**” yöntemi uygulanarak kuruluş yeri seçimi kararının desteklenmesidir. Çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve Electre III yöntemlerinin literatürde çok sayıda farklı alanlarda uygulandığı görülse de söz konusu iki yöntemin beraber kullanılmak suretiyle bir Ar-Ge firmasının kuruluş yeri olarak en uygun teknokent seçiminde kullanılması ilk kez yapılmıştır.

Çalışma, Ankara bölgesindeki teknokentlerde faaliyet gösteren örneklem olarak belirlenen 254 firma yetkilisine uygulanmıştır. Ankara’da beş teknokent (ODTÜ Teknokent, Hacettepe Teknokent, Cyberpark, Gazi Teknokent ve Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi) faaliyet göstermektedir.

Yapılan analiz sonuçlarına göre;

“Kira bedeli”, “Teknokentin Ankara içerisindeki fiziki konumu” ve “Teknokentin uluslararası rekabet imkânı sağlayacak kalitede firmalara profesyonel hizmetler sunması” kriterlerinin diğer kriterlere göre daha fazla önem ağırlığına sahip olduğu görülmektedir.

Teknokentlerde faaliyet gösteren firma profilleri ağırlıklı olarak, yeni kurulan ve start-up şeklinde adlandırılan, kafasında bir proje fikri olan fakat bu projeyi gerçekleştirecek kaynağı olmayan kişilerin kurduğu şirketler ve öğretim elemanlarının akademik bilgilerini ticarileştirmek için kurdukları şirketlerden oluşmaktadır. Bu tür işletmeler genelde arz yanlı kaynaklardan (KOSGEB, SANTEZ, TTGV, DPT, Teknogirişim Sermaye Desteği) destek alarak projelerini başlatıp ticari hayata atılmaktadırlar. Ar-Ge işletmeleri ve girişimciler için, projelerini yapmaya başlayıp devam eden süreç içerisinde, prototip oluşturarak ürünün ticarileşmeye başlayana kadar ki dönemde ortaya çıkan en önemli konu finans konusudur. Dolayısıyla bu süreçte yapılacak harcamalara ve giderlere daha fazla dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu atmosferde teknokente kiralanacak ofisin kira bedeli daha da bir önem kazanmaktadır. Bu tür nedenlerden dolayı, “Kira bedeli” kriterinin yapılan analizlerde çoğunlukla en önemli kriter olarak çıktığı düşünülmektedir.

Diğer önemli kriter, “Teknokentin Ankara içerisindeki fiziki konumu” kriteridir. Bir işletme için faaliyet gösterdiği yerin ulaşım olanakları, taşıma maliyetleri, hammadde, yarı mamul ve mamul nakliyesinde demiryolu, havayolu veya karayollarına yakınlık durumu önemlidir. Dolayısıyla analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere, Ar-Ge firmaları için de kuruluş yeri konumunun önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Teknokent yönetiminin tecrübeli olması, firmalara, rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü sağlayacak hizmetler vermesi (seminer, konferans imkânları, ulusal ve uluslararası teknokentlerle iş ve proje bağlantıları, sinerji ortamları oluşturma vb.), verilen hizmetin kaliteli ve profesyonel olması, teknokente faaliyet gösteren girişimci ve Ar-Ge firmaları açısından oldukça önem arz etmektedir. Analiz sonuçlarında “Teknokentin uluslararası rekabet imkânı sağlayacak kalitede firmalara profesyonel hizmetler sunması” kriterinin ağırlığının yüksek çıkması da bunu desteklemektedir.

Analiz sonuçları neticesinde ODTÜ Teknokent’in kriterlere göre yüksek puanlar alarak kuruluş yeri tercih sırasında ilk sırada olduğu görülmektedir. Hacettepe Teknokent ve Cyberpark’ın “*değerlendirmesi yapılan kritere göre*” ODTÜ Teknokente yakın puanlar

aldığı ve zaman zaman, değerlendirmede baz alınan kriter için Cyberpark'ın ODTÜ Teknokent'in skorunu geçtiği durumlar meydana gelmiştir. Ancak Electre III algoritmasının adımları uygulanıp final sıralaması aşamasında genelde ODTÜ Teknokent'in ilk sırada olduğu gözlenmiştir.

ODTÜ Teknokent'in, Ankara Bölgesindeki beş teknokentte faaliyet gösteren firmalar tarafından ilk tercih olarak seçilmesinde etkili olan başlıca faktör; kuruluş yeri seçimi değerlendirme kriterlerinin ODTÜ Teknokent tarafından daha doyurucu sağlanmış olması olarak yorumlanabilir. Tablo 7.'deki başlangıç matrisinde ODTÜ Teknokent'in kriterlere göre aldığı skorlar ve tablo 8.'deki kredibilite matrisindeki veriler bu durumu desteklemektedir. ODTÜ Teknokent'in ilk sırada tercih edilmesinin nedenlerine bakıldığında, özellikle yukarıda belirtilen, yüksek ağırlığa sahip değerlendirme kriterlerinden en fazla ODTÜ Teknokent'in maksimum puanı almasının etkili olduğu düşünülmektedir. ODTÜ Teknokent'in Ankara'daki fiziki konumunun firmalar tarafından prim yapması, teknokentin eski bir teknokent olması nedeniyle yöneticilerinin tecrübeli olması, bu tecrübeye istinaden firmalara tatmin edici hizmetler sunulması ve bu imkânların yüksek olmayan bir kira bedeli ile verilmesi, teknokentin, ODTÜ gibi teknik yapısı güçlü bir üniversitenin içinde kurulmuş olması ve teknokentte sinerji oluşacak çok sayıda farklı sektörlerde firmaların bulunması, firmaların ilk tercih olarak ODTÜ Teknokent'e yönelmelerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Başlangıç matrisine bakıldığında, ODTÜ Teknokent gibi Hacettepe Teknokent ve Cyberpark'ın da benzer özelliklerinden dolayı yakın puanlar aldıkları görülmektedir. Şöyle ki, Hacettepe Teknokent, Hacettepe Üniversitesi gibi köklü ve teknik olarak güçlü bir üniversite içinde faaliyet göstermekte, Cyberpark da Bilkent Üniversitesi gibi köklü ve teknik olarak güçlü bir üniversite içinde faaliyet göstermektedir. Bu teknokentlerin yönetimleri de yeterli tecrübeye sahip kişilerden oluşmakta ve firmalara benzer faydalı ortamları sunmakta, profesyonel hizmetler vermektedirler. Ancak, Cyberpark'ın ofis kira bedelinin çok yüksek olması, yeni faaliyete başlayacak girişimcileri ve öğretim elemanı firmaları için cazip olmamaktadır. Ayrıca bir çok analizde Cyberpark değerlendirme kriterlerinden yüksek puan almasına rağmen kira bedeli kriterinde veto eşiği engeline takılarak alt sıralara indiği görülmektedir.

Gazi Teknokent ve Ankara Üniversitesi TGB, diğer teknokentlere göre daha yeni kurulmuş teknokentlerdir. Dolayısıyla teknokent kuruluş yeri seçimi kriterleri bakımından diğer teknokentlere göre yüksek puanlar alamamışlardır. Gazi Teknokentin en büyük avantajı ofis kira bedelinin diğer teknokentlere göre düşük olmasıdır.

Projesini yapmak üzere teknokent seçimi yapacak firma ve girişimciler için tablo 7'deki başlangıç matrisindeki verilere göre şu önerilerde bulunulabilir:

- Firma için eğer ofis kira ücreti çok önemliyse, teknokentin Ankara içersindeki coğrafi konumunu baz almadan Gazi Teknokent'i seçebilir. Çünkü Gazi Teknokent, en düşük kira bedeline sahip teknokenttir.
- Firma için, teknokentin sunacağı hizmetler, firmanın yapmayı düşündüğü proje konusunun içeriği, sinerji, üniversitenin teknik alt yapısı, teknokent yönetiminin tecrübesi ve teknokentin bulunduğu coğrafi konum önemli ise, diğer teknokentlere göre öne çıkan ODTÜ Teknokent veya Hacettepe Teknokent'ten birini seçebilir. Firma için yüksek kira bedeli ödemek önemli değil ise bu sayılan kriterleri sağlayan Cyberpark'ı da kuruluş yeri olarak tercih edebilir.

- Firma için teknokentin Ankara içersindeki coğrafi konumu önemli değil ise yeni kurulmuş ve gelişmekte olan teknokentte faaliyet göstermeyi bir fırsata dönüştürmek düşüncesi ile Ankara Üniversitesi TGB’yi de kuruluş yeri olarak değerlendirebilir.

Bu çalışma sadece Ankara bölgesinde faaliyet gösteren teknokent firmalarına uygulanmıştır. Bundan sonraki yapılacak çalışmalar 1’den fazla teknokenti olan şehir veya bölgeler için yapılabilir. (İstanbul, Akdeniz Bölgesi gibi) Bunun yanı sıra, KOSGEB’de faaliyet gösteren girişimcilere, Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren seri üretim yapan orta ve büyük ölçekte firmalara da kuruluş yeri seçimi uygulaması yapılabilir. Çalışmada kullanılan “Hiyerarşik Electre” uygulaması, kuruluş yeri seçimini probleminin haricinde, farklı problemlerin çözümünde de (tedarikçi seçimi, personel seçimi, finans sektöründe performans ölçümü, turizm sektörü, eşya seçimi gibi farklı problemlere de uygulanabilir.

Bu çalışma ile literatüre çeşitli katkılar yapılmıştır:

ÇKKV yöntemlerinden Electre III yönteminin Fen Bilimleri ve Mühendislik bilimlerindeki akademik çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışma sayesinde Sosyal bilimlerde yapılan akademik çalışmalar içine AHP ve Electre III’ün kombine olarak kullanıldığı Hiyerarşik Electre uygulaması eklenmiştir.

Bu çalışmada farksızlık eşik (q) değerleri, her kriter için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yani her kriter için standart bir q eşik değeri kullanılmamıştır. Kriterlere göre alternatiflerin aldığı skorların standart sapmaları farklı olduğu için, daha gerçekçi analiz yapabilmek adına, her kriter için bir q eşik değeri belirleme yoluna gidilmiştir. Literatüre bakıldığında, yapılan çalışmalarda tüm kriterler için standart bir q değeri belirlenerek çözüme gidildiği görülmektedir. Farksızlık eşik (q) değerlerinin tespit edilmesinde olduğu gibi tercih (P) ve veto (V) eşik değerlerinin tespitinde de başlangıç matrisindeki skorların standart sapmalarından yararlanılarak her kriter için belirlenen q eşik değeri baz alınarak belirlenmiştir.

KAYNAKÇA

- ARMACOST, R.L. (1994). “Identification of Determinant Attributes Using The Analytic Hierarchy Process”, *Journal of Academy of Marketing Science*, 22(4): 383-392.
- ARSLAN, T. ve Khisty, C.J. (2005). “A Rational Reasoning Method From Fuzzy Perceptions in Route Choise”, *Fuzzy Sets And Systems*, 150: 419-435.
- ASLAN, N. (2005). “Analitik Network Prosesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- ATICI, 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.
- AY, M. (1996). “Teknoparkların Dünyadaki Durumu ve Türkiye’de Uygulanabilirliği”, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara.
- AYDIN, Ö., Öznehir, S. ve Akçalı, E. (2009). “Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2): 69-86.
- BABACAN, M. (1995). *Dünyada ve Türkiye’de Teknokentler*, (Bilim ve Teknoloji Parkları), Asil Ofset Matbaası, İzmir.

- Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, Araştırma ve İnceleme Raporu, (2009). 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu Uygulamalarının Değerlendirilmesi ile Ortaya Çıkan Sorunların Çözümüne İlişkin Öneri Geliştirilmesi, S:2009/1, Ankara, Ocak.
- ÇAKIN, E. (2013). “Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve Electre Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
- DAĞDEVİREN, M., Akay, D. ve Kurt, M. (2004). “İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(2): 131-138.
- DAĞDEVİREN, M. ve Eren, T. (2001). “Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2): 41-52.
- DIAS, J., A., Figueira, J., R. ve Roy, B. (2006). “The Software Electre III-IV: Methodology and User Manual”, (Version 3.x), Paris, France, University Paris-Dauphine, LAMSADE, September.
- ELEREN, A. (2007). “Kuruluş Yeri Seçiminin Fuzzy TOPSIS Yöntemiyle Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği”, Akdeniz Üniversitesi, İ.İ.B.F Dergisi, 13: 280-295.
- ELEREN, A. (2006). “Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi; Deri Sektörü Örneği”, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 20(2): 405-416.
- ERTÜRK, M. (2011). İşletme Biliminin Temel İlkeleri, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 8.baskı, İstanbul, Ocak.
- FIGUEIRA, J., Mousseau, V. ve Roy, B. (2014). “Electre Methods”, Chapter 1, http://11.lamsade.dauphine.fr/dea103/ens/bouyssou/Outranking_Mousseau.pdf, 04.10.2014.
- GIANNOULIS, C. ve Ishizaka, A. (2010). “A Web-based Decision Support System with Electre III for a Personalised Ranking of British Universities”, Decision Support Systems, 48(3): 488-497.
- HARMANCI, M. ve Önen, M.O. (1999). Dünyada ve Türkiye’de Teknopark ve Teknokent Uygulamaları, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Yayınları, Araştırma Müdürlüğü, Ankara, Mart.
- HOKKANEN, J. ve Salminen, P. (1997). “Choosing a Solid Waste Management System Using Multicriteria Decision Analysis”, European Journal of Operational Research, 98: 19-36.
- İLHAN R. ve Burdurlu, E. (1993). Ağaçişleri Endüstrisinde Fabrika Planlaması, Ankara.
- İMREN, E. (2011). “Mobilya Endüstrisinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi ile Kuruluş Yeri Seçimi”, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Bartın, Haziran.
- KAPLAN, S., Araz, C. ve Göktepe, Ö. (2006). “A Multicriteria Decision Aid Approach on Navel Selection Problem for Rotor Spinning”, Textile Research Journal, 76(12): 896-904.

- KELEŞ, M.K. (2014). “İşletmelerin Teknokent Seçiminde Hiyerarşik Electre Yönteminin Kullanımı ve Ankara Bölgesinde Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Isparta.
- KINCAL, A. (2014). “Bütüncül Bir Yaklaşımla Teknoparkların Ülke Ekonomisi Üzerindeki Etkileri”, http://www.academia.edu/2063768/Teknoparkların_Ekonomik_Etkileri, 04.07.2014.
- KİPER, M. (2010). Dünyada ve Türkiye’de Üniversite-Sanayi İşbirliği ve Bu Kapsamda Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezleri Programı (ÜSAMP), 1.Baskı, Mayıs.
- KOBU, B. (2013). Üretim Yönetimi, Genişletilmiş ve Güncellenmiş 16. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Şubat, İstanbul.
- KURU, A. (2011). “Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları”, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- MAYSTRE, L., Y., Pictet, J. ve Simos, J. (1994). Methodes Multicriteres Electre, Presses Polytechniques.
- OKAN, T. (2009). “Orman Endüstri Sektörünün Yapısı ve Kalkınmaya Katkısının Geliştirilmesi Önlemleri (Levha Sektörü Örneği)”, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- ÖMÜRBEK, N. ve Şimşek, A. (2012). “Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Tercihlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Belirlenmesi”, Niğde Üniversitesi, İİBF Dergisi, 5(1): 116-132.
- PENA, R., R., Rebollo, L., P., Oliveras, K., G. ve Mateu, A., V. (2007). “Use and Evaluation of Electre III/IV”, Universitat Rovira i Virgili, DEIM-RT.
- POLAT, Ç. (2007). “Assessment of Technology Development Activities in Turkish Technoparks”, Boğaziçi University, Graduate Program in Systems and Control Engineering, İstanbul.
- ROGERS, M. (2000). “Using ELECTRE III to Aid The Choice of Housing Construction Process within Structural Engineering”, Construction Management and Economics, 18: 333-342.
- ROY, B. (1991). “The Outranking Approach and The Foundations of Electre Methods”, Theory and Decision, 31.
- ROY, B. ve Vanderpooten, D. (1996). “The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works”, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 5: 22-38.
- SAATY, T.L. (2008). “Decision Making With The Analytic Hierarchy Process”, Int. J. Services Sciences, 1(1): 83-98.
- SAATY, T.L. (1994). “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, Interfaces, 24(6): 19-43.
- SAATY, T.L. ve Özdemir, M. (2003). “Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process”, Mathematical and Computer Modelling, 37: 1063-1075.

- SAATY, T.,L. ve Özdemir, M.S. (2003). “Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two”, *Mathematical and Computer Modelling*, 38: 233-244.
- SAATY, T.L. ve Vargas, L.G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Springer.
- SABUNCUOĞLU Z. ve Tokol, T. (2011). *İşletme*, 8.Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, Ağustos, ss.130-133.
- SERİNKAYA, O. (2001). “Çok Kriterli Karar Destek Sistemi Electre Yöntemleri Üzerine Bir Uygulama”, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İzmir.
- TAM, C.M., Thomas, K.L., Tong, C. ve Lau, T. (2003). “ELECTRE III in Evaluating Performance of Construction Plants: Case Study on Concrete Vibrators”, *Construction Innovation*, 3: 45–61.
- TEKİN, M. (2004). *Üretim Yönetimi*, Yenilenmiş 5.Baskı, Ankara.
- “Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu”, Kanun No.4691, Kabul Tarihi: 26.6.2001, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2001/07/20010706.htm#1>, 31.07.2014.
- “Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” Kanun No. 6170, Sayı: 27872, Kabul Tarihi: 02.03.2011, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/03/20110312-2.htm>, 04.07.2014.
- “Teknoloji Geliştirme Bölgeleri, Raporlar, İstatistiki Veriler”, <http://www.sanayi.gov.tr/ServiceDetails.aspx?dataID=107&catID=305&lng=tr>, 03.12.2014.
- TÜZEMEN, A. ve Özdağoğlu, A. (2007). “Doktora Öğrencilerinin Eş Seçiminde Önem Verdikleri Kriterlerin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi”, *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1): 215-232.
- ULUBEYLİ, S. ve Manisalı, E. (2005). “İnşaat Makineleri Alımında Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli”, 3. Yapı İşletmesi Kongresi, Bildiriler Kitabı, 29 Eylül 2005, ss. 172-182
- ULUCAN, A. (2012). “Electre III ile Alternatiflerin Sıralanması”, Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Ders Notları, Ankara.
- ÜNAL, Ö.F. (2010). “Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Yetkinlik Bazlı İnsan Kaynakları Yöneticisi Seçimi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Isparta.
- ÜRETEN, S. (2006). *Üretim/İşlemler Yönetimi*, 5. Baskı, Baran Ofset, Ankara.
- WANG, J.J., Lin, Z-K. ve Huang, H. (2008). “A Decision Model for Information Systems Outsourcing Using a Multicriteria Method”, *J. Serv. Sci. & Management*, 1: 1-9.
- YÜCEL, M. ve Ulutaş, A. (2009). “Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatya’da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi”, *Selçuk Üniversitesi, İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 11(17): 327-344.
- YÜREKLİ, H. (2008). “Taarruz Helikopterleri Seçiminde Electre Yönteminin Kullanılması”, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- ZHAO, G. ve Yang, S. (2013). “IT Service Incident Management Model Decision Based on ELECTRE III”, 6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ss.514-517.