

TESİS YERİ SEÇİMİNDE FARKLI BİR YAKLAŞIM: BULANIK ANALİTİK SERİM SÜRECİ

Aşkın ÖZDAĞOĞLU^(*)

Özet: Kuruluş yeri seçimi bir firma için en önemli kararlardan biridir. Yönetim kademesindeki kişiler seçim yaparken ister istemez birçok kriteri bir arada düşünmek durumundadır ve bu durum karmaşık, çok kriterli bir karar verme problemi olarak ortaya çıkar. Böylesi bir karar analitik olarak modellenebilir. Bu görüşe örnek oluşturmak amacıyla Sanek Unlu mamuller sanayi ticaret A.Ş.'de yönetim kademesinde bulunan kişilerle görüşmeler yapılarak tesis yeri seçim kriterlerinin ve bu kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesini amaçlayan bu çalışma ortaya konmuştur. Kriterlerin niteliksel, değişkenlerin sözel olması ve karşılıklı etkileşim bulunması bu özelliklere hitap eden Bulanık Analitik Serim Süreci (Bulanık ASS) yönteminin kullanılabilceğini göstermektedir. Bu çalışmada Bulanık ASS'ye uygun olarak un seçim kriterleri belirlenip seviyelendirilmiş ve sürecin hesaplanmasıyla her bir kriter için önem düzeyi bulunduğundan sonra 4 alternatif kuruluş yeri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Serim Süreci, Seçim Kriterleri

Abstract: Selection of the facility location is one of the most important decisions which is given in the company. The decision makers in the management level have to think about many criteria while they have selected the facility location and, these circumstances have emerged as a multi-criteria decision making problem. The decision can be modeled as analytically. With the aim of to be the example for this idea, this study has been put forward to determine facility location selection criteria and their importance level with the group of the decision makers in the management level of Sanek Food Product Company. Being of the criteria are qualitative and mutually interactive and variables are linguistic, have shown to be used the Fuzzy Analytic Network Process (FANP) method which is addressed to this features. In this paper, in appropriate with the FANP method, facility location selection criteria have been determined compared the four alternatives according to these criteria and then importance levels for every criteria have been found with the calculation of the process.

Key Words: Fuzzy Analytic Network Process, Selection Criteria

I.Giriş

Hayat kişisel ya da iş yaşamında olsun verilen kararların toplamıdır. Genellikle, hangi kararın verildiği kadar ne zaman karar verildiği de önemlidir. İnsan, yaşam, dünya ve tarih her zaman bu kritik zamanların farkına varılmasına yardım eden dersler ile doludur. Bu ise deneyerek ve örnekler ile öğrenilir. Çok çabuk karar vermek zararlı olabilir ancak, kararı çok fazla geciktirmek de kaçırılan fırsatlar anlamına gelebilmektedir. Gerekli olan şey karar vermeye sistematik ve kapsamlı bir yaklaşımdır. Karar verme yaşam kalitesini arttırmak ve hayatın amacını ilerletmek için bir temeldir (Saaty, 2001).

^(*) Arş.Gör. Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü

Analitik Serim Süreci, ölçüt sayısının çok olduğu ve karar vermenin zorlaştığı durumlarda, karar vericiyi destekleyen bir tür karar destek süreci olarak tanımlanabilir. ASS'nin diğer geleneksel tekniklerden farkı, analizde sezgiye de yer verilmesidir (Kahalekai ve Phillips, 2002). ASS'nin bağımlılık ve geribildirim özellikleri nedeniyle, hiyerarşi içerisindeki ölçütler, diğer ölçütlere bağlı oldukları gibi, aynı zamanda kendi içlerinde de bağımlık gösterebilmektedirler. Bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmaz. Bu durumda seviyeler ortadan kalkar ve bileşenlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. Analitik Serim Süreci, problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir serim şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler de dikkate alınmaktadır (Saaty, 1994). Tekniğin uygulanmasında, ilişkilerin doğru bir şekilde oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Sonuçların gerçeği yansıtabilmesi için, ilişkilerin uzman kişi veya kişilerle kurulması gerekmektedir. ASS ile çok ölçütlü karar problemlerinin çözümünde, ölçütlerin yanında seçeneklerin de ikili karşılaştırılması yapılarak, problemlerin tüm bileşenleri için göreceli olarak önem sıraları belirlenmektedir (Lee ve Kim, 2000).

Analitik Serim Süreci, bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmadığından dolayı bir diğer çok ölçütlü karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemine göre üstünlük taşımaktadır.

II. Analitik Serim Süreci

Analitik Serim Süreci (ASS), karar düzeyleri ve bileşenleri arasında daha karmaşık ve karşılıklı ilişkiler oluşturulmasına izin veren ve son zamanlarda karar alma konularında kullanılmaya başlanmış olan bir yöntemdir (Sarkis, 1998). ASS, kantitatif bilgilerin yanında kalitatif bilgilerin de değerlendirilmesini sağlayan Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHS) daha genel bir formudur. AHS karar düzeyleri arasında tek yönlü hiyerarşik ilişkiyi kullanan bir karar alma çerçevesi modellerken, ASS tipik olarak, AHS'de hiyerarşinin en üst seviye elemanı karar modeli için genel amacı kapsar. Bu hiyerarşi, kullanışlı karar ölçütleri sağlanana kadar genel olandan daha özel niteliklere kadar ayrıştırılır. ASS bu katı hiyerarşik yapıyı gerektirmez (Sarkis, 1999). Göreceli önem düzeyleri veya belirli bir eleman üzerindeki etkilerin gücü AHS yöntemindekine benzer bir oran ölçeği ile ölçülür (Meade, Liles ve Sarkis, 1997).

ASS teknikleri, kararı etkilediği halde çözüm sürecinde doğrudan ele alınamayan faktörlerin nasıl ele alınabilecekleri konusunda yol gösteren çok ölçütlü karar verme teknikleridir. ASS'nin diğer tekniklerle (hedef programlama, QFD, doğrusal programlama vb.) birlikte kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Karsak vd. 2002 yılında yaptıkları çalışmada ASS ve amaç

programlama tekniklerini biraraya getirerek kalite fonksiyon göçeriminde ürün planlaması konusunda bir çalışma yapmışlardır. Tedarikçi seçiminde kullanılan AHS yönteminin bir uzantısı olarak ASS yöntemi ile daha ayrıntılı tedarikçi değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nydick ve Hill, 1992). Tesfapariam ve Lindberg 2005 yılında yaptıkları çalışmada stratejik hedeflerle tutarlı olan performans hedeflerini önceliklendirme imkanı tanıyan ASS yöntemini hızlı ve tutarlı karar verme amacıyla kullanmışlardır. Agarwal vd. (2005) ise Pazar elde etmede müşteri ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla proaktif davranmak için önemli olduğunu düşündükleri tedarik zincirlerini değerlendirmede kullanmışlardır. Ravi vd. 2005 yılındaki çalışmalarında ters lojistik işlemlerinde yaşanan problemler için daha gerçekçi ve doğru değerlendirmeler sunan ASS ve dengelenmiş skorkartlarının bir birleşimini önermişlerdir. Partovi 2007 yılında basılacak olan çalışmasında yeni bir kimya tesisindeki en iyi süreci seçmek amacıyla ASS yöntemini kullanmıştır. Kengpol ve Tuominen 2006'da lojistik firmalarının bilişim teknolojilerinin değerlendirilmesinde ASS yöntemini belli bir konuda uzman olan kişilerin biraraya gelmeden ortak bir noktaya ulaşmak için değerlendirmeler yaptıkları Delphi yöntemi ile birleştirmiştir.

Farklı alanlarda karar almaya yönelik yöntemin kullanılabilirliğine ilişkin çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu konuda örneklerden biri de finans alanında kullanımına ilişkin Niemira ve Saaty'nin (2004) finansal krizlerin öngörülenmesinde krizi açıklayan faktörlerin kümelenmesi ve bağımlılığı gösteren bir yöntem olarak ASS'yi kullanmasıdır. Erdoğmuş vd. (2005) yüksek teknoloji alternatiflerinin seçiminde bir firmanın yönetim kademesi için model hazırlamışlardır. Chen vd. (2006a) mimari, mühendislik, çevresel faktörler gibi ölçütler açısından akıllı bina değerlendirmesi amacıyla ASS yöntemini kullanmışlardır. Wu ve Lee (2006) bilgi yönetimi stratejilerinden sistem merkezli, insan merkezli ve dinamik yapılar arasında bir seçim yapabilmek amacıyla söz konusu yöntemi kullanmışlardır. Neaupane ve Piantanakulchai (2006) yöntemin pek çok alanda kullanılabilmesine bir örnek teşkil edecek bir çalışma yapmışlardır. Neaupane ve Piantanakulchai yaptıkları çalışmada tektonik hareketlerin yoğun olduğu Nepal'de toprak kayması riskinin yüksek olduğu alanların belirlenmesi için ASS yönteminden yararlanmışlardır. Huang vd. (2005) kültür, son kullanıcı ve yönetim konularını kapsayan insan faktörü ile yetenek, süreç ve kaynak konularını kapsayan teknoloji arasındaki karşılıklı etkileşimleri ortaya çıkarmak için yöntemden yararlanmışlardır.

Karsak vd. (2002) müşteri ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayacak olan bir üründe bulunması gereken teknik özellikleri önceliklendirmek amacıyla Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) ile ASS yöntemini birarada kullanmıştır. Chung vd. (2005) toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörleri gözönüne alarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karmasını doğru biçimde oluşturmaya çalışmışlardır. Lee ve Kim (2000) bilişim sistemi projesinin seçiminde 5 farklı proje arasında seçim yapabilmek için yöntemden yararlanmışlardır. Türkiye'de en fazla pazar payına sahip yedi

otomobil markası için pazar payı tahmini amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır. Pazar payını etkilediği düşünülen ana ölçütler ve bunların alt ölçütleri, konu uzmanlarının görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir (Kocakalay, Özdemir ve Işık, 2004).

III. Bulanık ASS

Klasik ASS yönteminde önceki bölümde açıklandığı gibi AHS yönteminin aşamalarının tüm etkileşimleri göz önüne alınarak uygulanmaktadır. Bulanık ASS yönteminde de benzer yol izlenmekte, klasik yöntemde uygulanan klasik AHS adımlarının yerini bulanık AHS adımları almaktadır. Daha sonra bulanık AHS'den elde edilen ağırlıklar yine bir süper matriste toplanmakta ve son hesaplamaları yapılmaktadır. Bulanık AHS ve bulanık ASS arasındaki bu sıkı ilişki göz önüne alınarak öncelikle bulanık AHS yöntemi anlatılmakta daha sonra ASS'ye özgü adımlara bölümün sonunda yer verilmektedir.

Pek çok gerçek problemde, karar vermeye ilişkin verilerin bazıları kesin olarak değerlendirilebilirken; bazıları belirlenemez (Kulak ve Kahraman, 2005, 192). Bu tür problemlerde amaç ve parametreler kesin olarak bilinmemektedir (Gu ve Zhu, 2004, 1). İnsanoğlu sayısal tahminlemeler yapma konusunda başarısızdır, ancak niteliksel tahminlemelerde sayısal tahminlemelere göre daha etkindir (Kulak ve Kahraman, 2005, 192). Klasik AHS'de karar vericiden hiyerarşinin her seviyesinde her bir nitelik için $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ alt nitelikleri arasında r_{ij} olarak ifade edilen ikili karşılaştırma değerlerini tam olarak vermesi istenmektedir. Bu karşılaştırma oranlarının kesin olmayan yargıları belirttiğini savunan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu durum, grup kararlarının alınmasında bireysel yargılarda değişkenliğe ve yargılarda belirsizliğe yol açmaktadır (Leung ve Cao, 2000, 102). Temel olarak, öncelik yargılarındaki belirsizlik seçeneklerin sıralamasında belirsizliğe yol açar (Leung ve Cao, 2000, 103).

Bulanık AHS tekniği, sosyal, ekonomik ve yönetim bilimleri gibi çeşitli alanlardaki yapılandırılmamış problemleri modellemede kullanılan iyi bilinen bir analitik araç olan Saaty'nin AHS yönteminden geliştirilen ileri bir analitik teknik olarak düşünülebilir (Yu, 2002, 1970; Sheu, 2004, 45). Çok ölçütlü karar alma problemlerinde hem sayısal hem de niteliksel ölçütleri ele almada AHS'nin tutarlılığına rağmen, karar vericinin yargıları, bulanıklığı ve belirsizliği, geleneksel AHS yöntemlerinde karar vericinin kesin olmayan yargılarını değerlendirmeye katmaktadır (Sheu, 2004, 45). AHS'nin amacı uzmanların bilgisini ortaya çıkarmak olmasına rağmen, geleneksel AHS yöntemleri insan düşünce tarzını hala yansıtamamaktadır (Kahraman vd, 2004, 173; Tolga vd, 2005, 6-7). AHS'de önceliklerin temeli, algıya dayalı insanoğlunun yargıları olduğundan dolayı (ki bu durum özellikle fiziksel varlığı olmayan, elle tutulamaz durumlar için kesinlikle doğrudur.) bulanık AHS daha kesin sonuçlar üretmektedir (Leung ve Cao, 2000, 103). Bu yüzden, pek çok araştırmacı, geleneksel AHS teknikleri ile karşılaştırmalı olarak karar verme sürecinde daha kesin tanımlamalar sağlayan Bulanık AHS olarak ifade edilen

Saaty'nin geliştirdiği AHS teorisinin bulanık uzantısı ile ilgilenmişlerdir (Sheu, 2004, 45).

AHS kavramı ile karar verici algıya dayalı yargı aralığı yerine deterministik öncelikler sağlayamaz. Önceliklendirmedeki bu tür bir belirsizlik bulanık küme teorisi kullanılarak modellenilebilir. Bulanık küme teorisinde, karar vericiden sağlanan oran bir üyelik fonksiyonu olarak tanımlanan bir bulanık sayıdır. Burada, üyelik fonksiyonu öncelik setindeki yargı aralığındaki elemanların değerini tanımlar (Leung ve Cao, 2000, 103). Uzmanların bir konudaki görüşlerini kesin bir sayı yerine daha gerçekçi bir seçenek olan sözel değerlendirmelerle vermeleri daha uygun olacaktır. İşte bu sözel değerlendirmeler, yargı aralığını gösteren üçlü bulanık sayılardır (Gu ve Zhu, 2004, 3).

Bulanık AHS konusunda da literatürde çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Huang vd. Basıma kabul edilmiş ancak henüz yayınlanmamış çalışmalarında hükümet tarafından desteklenen Ar-Ge çalışması projelerinin seçiminde proje riski, potansiyel yararları, ekonomik ve sosyal faydaları, teknik ve ticari riskleri değerlendirmek için Bulanık AHS yöntemini kullanmışlardır. Bozbura ve Beşkese (2006) stratejik değerlerin aktarılması, teknolojiye yapılan yatırım ve yapı esnekliği ana ölçütleri ile güvenilirlik, kullanım kolaylığı, yenilik gibi alt ölçütlere göre sermaye göstergelerinin önceliklendirilmesi işleminde bulanık AHS yöntemini kullanmışlardır. Bozbura vd. (2006) benzer bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Lee vd. (2006) bilişim teknolojisi bölümlerinin performans değerlendirmesi için finansal, müşteri, işletme içi ve öğrenme ve gelişme ana faktörlerine göre çeşitli performans göstergeleri saptayarak bir çalışma yapmışlardır. Kang ve Lee 2007 yılında yayınlanacak olan çalışmalarında toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörleri gözönüne alarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karmasını doğru biçimde oluşturmaya çalışmışlardır. Cheng vd (2006) teknoloji öngörümleme metodunun seçiminde veriye ulaşabilme, verilerin doğruluğu, teknoloji gelişiminin tahmin edilebilirliği, teknoloji benzerliği, metod uyum sağlama yeteneği, işlem kolaylığı ve uygulama maliyeti ölçütlerine bağlı olarak delphi metodu, senaryo yazma, örnek olay çalışması, ilişki ağacı ve gelişim eğrisi yöntemlerini karşılaştırmıştır. Kreng ve Wu 2007 yılında basılacak olan çalışmalarında bilgi içeriği, kullanıcı ara yüzü, site yönetimi ve satıcı desteği ana ölçütlerine göre bilgi yönetim araçlarını değerlendirmek için 3 firmayı karşılaştırarak Tayvan çelik endüstrisine ilişkin bir inceleme yapmışlardır. Chen vd. (2006b) yeni ürün geliştirme çalışmaları kapsamında TFT ve LCD televizyonlarından ürün karmasını oluşturarak firmada en yüksek performansı sağlamak için organizasyon-Pazar, imalat kapasitesi ve teknoloji-mühendislik ana ölçütlerine göre 2 ürünlü çeşitli ürün karmalarını karşılaştırmıştır.

A. Yöntemin İşleyişi

Bulanık AHS yönteminin çalışması şu şekilde ifade edilebilir (Kahraman, Cebeci ve Ruan, 2004, 176); (Kulak ve Kahraman, 2005, 199); (Tolga, Demircan ve Kahraman, 2005, 6-7).

$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_n\}$ nesne seti olsun. Nesne; ana amaç açısından bakıldığında ana ölçütleri; ana ölçütler açısından bakıldığında ise alt ölçütleri ifade etmektedir.

$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, M_{g_i}^4, M_{g_i}^5, \dots, M_{g_i}^m$ $i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$ olsun.

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) değerleri üçlü bulanık sayılardır.

Adım 1: i . Nesneye göre bulanık değerler şu şekilde tanımlanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

Buradaki

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \quad (2)$$

değerini elde etmek için aşağıda gösterilen ek bulanık işlemin yapılması gerekmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4)$$

değerinin elde edilebilmesi için $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) ile ilgili şu bulanık işlem yapılmalıdır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (5)$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (6)$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer

m = en olası değer

u = en yüksek değer

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı:

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük } (\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (7)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda,} \end{cases} \quad (8)$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

En küçük $V(M \geq M_i)$, $i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$; $k \neq i$ için

$d^i(A_j)$ = en küçük $V(S_i \geq S_j)$ olsun.

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W = (d^1(A_1), d^1(A_2), d^1(A_3), d^1(A_4), d^1(A_5), \dots, d^1(A_n))^T$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

Karar verme problemlerine modele dayalı ve matematiksel olarak yaklaşmak, kararın sonucunda elde edilen fayda üzerinde etkili olmaktadır. AHS yönteminde tek yönlü hiyerarşik yapılar oluşturularak, bu yapı üzerinden kriterler değerlendirmekte ve önem düzeyleri ortaya çıkarılmaktadır. Ancak ölçütlerin net olarak tek yönlü hiyerarşik düzene uymadığı, grup içi ve gruplararası ilişkilerin çok yönlü ve ağ yapısında olduğu çok kriterli karar verme problemleri ile karşılaşıldığında AHS'nin bu koşullarda yetersiz kaldığı ve uyarlanması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu durum ASS yönteminin doğmasına yol açmıştır. Temel olarak AHS gibi çalışan ASS, sadece tek yönlü değil, tüm yönlerdeki etkileşimleri de göz önüne alacak şekilde uyarlanarak problem çözümlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Bulanık ASS yönteminde, ilk kurulan hiyerarşi yapısı üzerinde etkileşimler ve geri bildirimler göz önüne alınarak yukarıda 1'den 8'e kadar verilen formüller yoluyla ağırlıklar belirlenmektedir. Elde edilen bu ağırlıkların ardından aşağıdaki adımlarla sonuca ulaşılmaktadır:

Adım 1. Bulanık AHS ile elde edilen, ağ üzerinde bulunan ölçütlerin önem düzeyleri birer sütun matrisi olarak alınır ve bu matrislerin (W_i) birleşiminden süpermatris elde edilir (S_{ij}):

$$S = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nm} \end{bmatrix}$$

Adım 2. Sütun toplamları kontrol edilir. Toplamlar önem düzeylerini göstereceğinden toplamları bire eşit olmalıdır. Eğer sütun toplamları

$(\sum_{i=1}^n W_{i1}, \sum_{i=1}^n W_{i2}, \sum_{i=1}^n W_{i3}, \dots, \sum_{i=1}^n W_{im})$ birden farklı ise ölçüt grupları için

$$\sum_{i=1}^n a_{im} W_{im} = 1$$

ağırlıklar atanarak $\sum_{i=1}^n a_{im} W_{im} = 1$ şeklinde her sütun toplamının bire eşit olması sağlanır. Böylece ağırlıklı süpermatris elde edilir.

Adım 3. Ağırlıklı süpermatris bir markov geçiş matrisi olarak ele alınır ve uzun dönem geçiş değerlerini bulmak üzere değerler sabitleninceye kadar markov zinciri hesaplanır. Böylece genel olarak, tüm ölçüt grupları için son önem değerlerini gösteren matris (S^N) hesaplanmış olur ki, bu matriste sütunlar boyunca değerler birbirine eşittir:

$$S^N = \prod_{i=1}^N S \quad (N=1,2,\dots,\infty) \quad (9)$$

Adım 4. Alternatiflerin Ağırlıklandırılması: Ağırlıklı matris yardımıyla karşılıklı etkileşimleri de dikkate alarak ana ölçütlerin önem düzeylerinin belirlenmesinin ardından, alternatiflerin ağırlıklandırılması işlemi de bulanık AHS operasyonları ile yapılır. Bu işlemlerin sonucunda, her bir alt ölçüte göre alternatiflerin aldığı puanlar, alt ölçütün bağlı olduğu ana ölçütün elde ettiği önem düzeyi değeri ile çarpılarak, genel önem düzeyleri bulunur.

Adım 5. Çözümün belirlenmesi: Alternatiflerin ağırlıklandırılması işlemi tamamlandıktan sonra her alt ölçüte göre alternatiflerin aldığı ağırlıklı önem düzeyleri toplanarak genel puan tespit edilerek seçim yapılır.

Böylece ortaya çıkan çok kriterli, etkileşimli karar verme problemi verilerin bulanık olduğu ve sözel değişkenlerle ifade edildiği bir ortamda en uygun tesis yeri seçimi için ağırlıklar belirlenmiş olur.

Bulanık ASS yöntemi, klasik ASS ve AHS yöntemine göre henüz yeni uygulanmaya başlamıştır. Özellikle tesis yeri seçiminde hiç uygulanmayan yöntem, birçok araştırmacı için henüz gelişme aşamasındadır. Bir sonraki bölümde uluslararası literatürde yer alan bulanık ASS çalışmalarına yer

verilerek yöntemin yeniliği ortaya konmuştur. Verilen koşullarda çözülmeye çalışılan tesis yeri seçimi problemi için de bir örnek olacağı düşünülmektedir.

IV. Bulanık ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar

Literatür taramasında Ulusal Chi Han Üniversitesi Bilişim Yönetimi bölümünden Jing-Run Yu ile Ulusal Wha-Han Ticaret Yüksek Okulu Veri İşleme bölümünden Sheu-Ji Cheng'in birlikte hazırladığı "An Integrated Approach For Deriving Priorities in Analytic Network Proces" isimli kısa değerlendirme şeklindeki çalışma European Journal of Operational Research isimli dergide basıma kabul edilmiş makale olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma Bulanık ASS konusuna değinmiş ve literatüre bu kavramı "FANP" olarak yerleştirmiştir. Bu da Bulanık ASS yönteminin kullanılabilirliğine önemli bir dayanak oluşturmaktadır. Bu çalışma dışında Bulanık ASS yöntemine ilişkin bir çalışma olmaması da yöntemin yeniliğini göstermektedir.

V. Tesis Yeri Seçimi Konusunda Yapılan Çalışmalar

Tesis yeri seçimi hem imalat hem de hizmet sektöründeki bir çok işletme açısından genel bir problemdir. Bu problemlerden bazıları yöneticilerin tecrübeleriyle sezgisel olarak çözülebilir ancak optimal ve başarılı kararlar için bu tecrübe analitik yaklaşımlarla desteklenmelidir. Analitik yaklaşımların arasında, analitik hiyerarşi süreci ve optimizasyon modelleri, ağırlık merkezi tekniği ve coğrafi bilgi sistemleri gibi tesis ve konum alternatifleri hakkında sayısal verileri değerlendiren niceliksel modeller olan grup karar verme teknikleri gibi karar vericilerin öznel düşüncelerini analiz etmek için sayısal bazı yöntemler vardır. Deneysel seçim fonksiyonu (Tóth et. al, 2007), çoklu regresyon (Nobuaki,1998), matematiksel ağ akış modeli (Verter, 2002), tam sayılı programlama modeli (Melkote & Daskin, 2001) ve (Sankaran, 2006), modern sezgisel yöntemlere dayalı çözüm (Berman et al., 2001) ve (Kuo et al., 2002), bir başka tamsayı model olan dal sınır algoritması (Klose, 1998) ve (Senne et al., 2005),dinamik programlama modeli (Canel et al., 2001), doğrusal olmayan model (Nanthavanij & Yenradee, 1999), amaç programlama (Badri, 1999), kuadratik programlama modeli (Comley, 1995), ağırlık merkezi yaklaşımı (Drezner & Drezner, 2007), coğrafi bilgi sistemleri (Gemitzi, 2006) tesis yerleşim problemlerine uygulanan geleneksel sayısal yöntemlerdir.

Niteliksel modellerin arasında AHP (Badri, 1999), (Wu vd., 2007) ve (Tzeng, vd., 2002), bulanık AHP (Kahraman vd, 2003), Delphi yöntemi (Butt ve Cavalier, 1996), kalite fonksiyon geçirimi ve analitik serim süreci (Partovi, 2006) bu alandaki tekniklerdendir. Tesis yeri seçiminde AHS, Bulanık AHS ve ASS yöntemi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde ise şu sonuca ulaşılmaktadır. Kahraman vd. (2003) tesis yeri seçiminde Ankara, İstanbul ve İzmir arasında bir seçim yapabilmek için müşteriye yakınlık, altyapı, işçi kalitesi, serbest ticaret bölgeleri ve rekabet avantajı ölçütlerini belirleyerek Bulanık AHS yöntemi ile değerlendirme yapmışlardır. Tesis yeri seçimi konusunda yapılan yayınlar

arasında Bulanık ASS yöntemini kullanan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

VI.Uygulama

Tesis yeri seçiminde etkili olan faktörleri doğru tespit edebilmek için öncelikle literatür taraması yapılmış ve konu ile ilgili yapılan çalışmalardan ölçütler çıkarılarak bir alt yapı hazırlanmıştır.

A.Firma İle Görüşme

Literatür incelemesi sonucunda tesis yeri seçiminde etki edebilecek faktörler hazırlandıktan sonra şirket hissedarlarından Murat Yavuzer ile görüşmeler yapılarak bu ölçütler tek tek incelenmiş ve firmanın faaliyette bulunduğu sektöre uygun olup olmadıkları tartışılmış uygun olmadığı düşünülen ölçütler çıkarılıp literatür taramasında gözden kaçan faktörler de değerlendirmeye alınmıştır. Bu faktörlerin değerlendirilmesinin ardından sektörün genelini ve doğal olarak firmanın kararlarını etkileyebilecek olan etkenler hakkında görüşülmüştür.

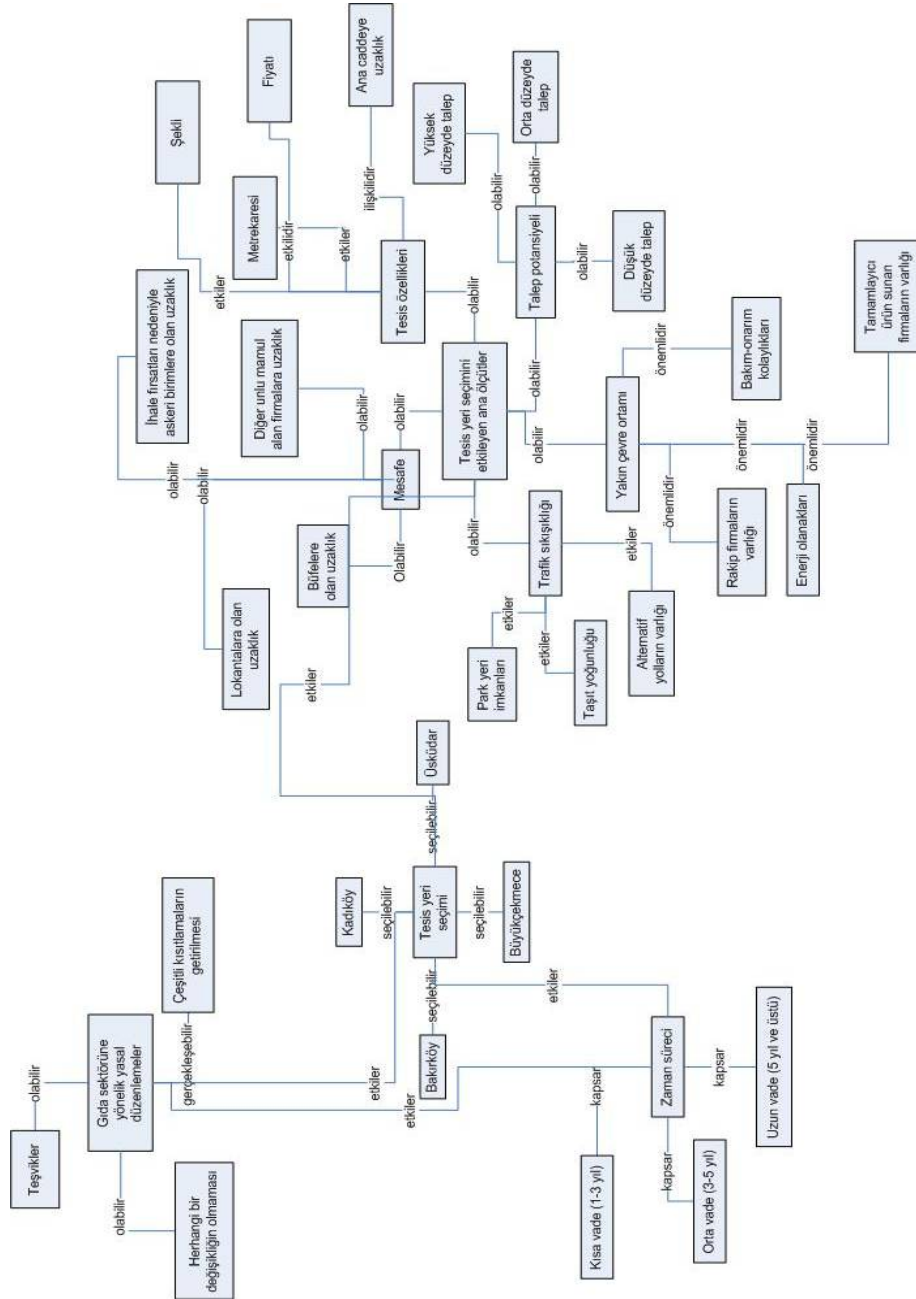
Tesis yeri seçimi geri dönüşü çok zor bir karar olduğundan tesis bir kere kurulduktan sonra bundan vazgeçmenin hemen hemen imkansız olduğu ya da büyük maliyetlere katlanmayı gerektireceğinden dolayı zaman süreci de bir faktör olarak düşünülmüştür. Bu konunun önemini belirten H. C. Stuckeman'ın şu sözünü bu noktada belirtmekte yarar vardır. "Bir fabrika için yer seçimi eş seçmeye benzer. İleride onu değiştirmek olası görülebilir, ancak bu değişiklik hem pahalı hem de hoş olmayabilir." (Demir ve Gümüşoğlu, 2003, 195). Buna göre zaman süreci kısa, orta ve uzun vade olarak incelemeye alınmıştır. Bu faktörlerin tespit edilmesinin ardından firmanın alternatif kuruluş yerleri belirlenmiştir. Firmanın İzmir'deki fabrikasındaki atıl durumda bulunan ya da düşük kapasitede çalıştırılan makinelerini taşımak suretiyle daha düşük maliyetle Marmara bölgesinde faaliyet gösterecek yeni kuruluş yerine ilişkin alternatifler belirlenmiştir. Buna göre 4 farklı alternatif bulunmaktadır. Bu aşamanın ardından kavram haritalama kısmına geçilmiştir.

B.Kavram Haritalama

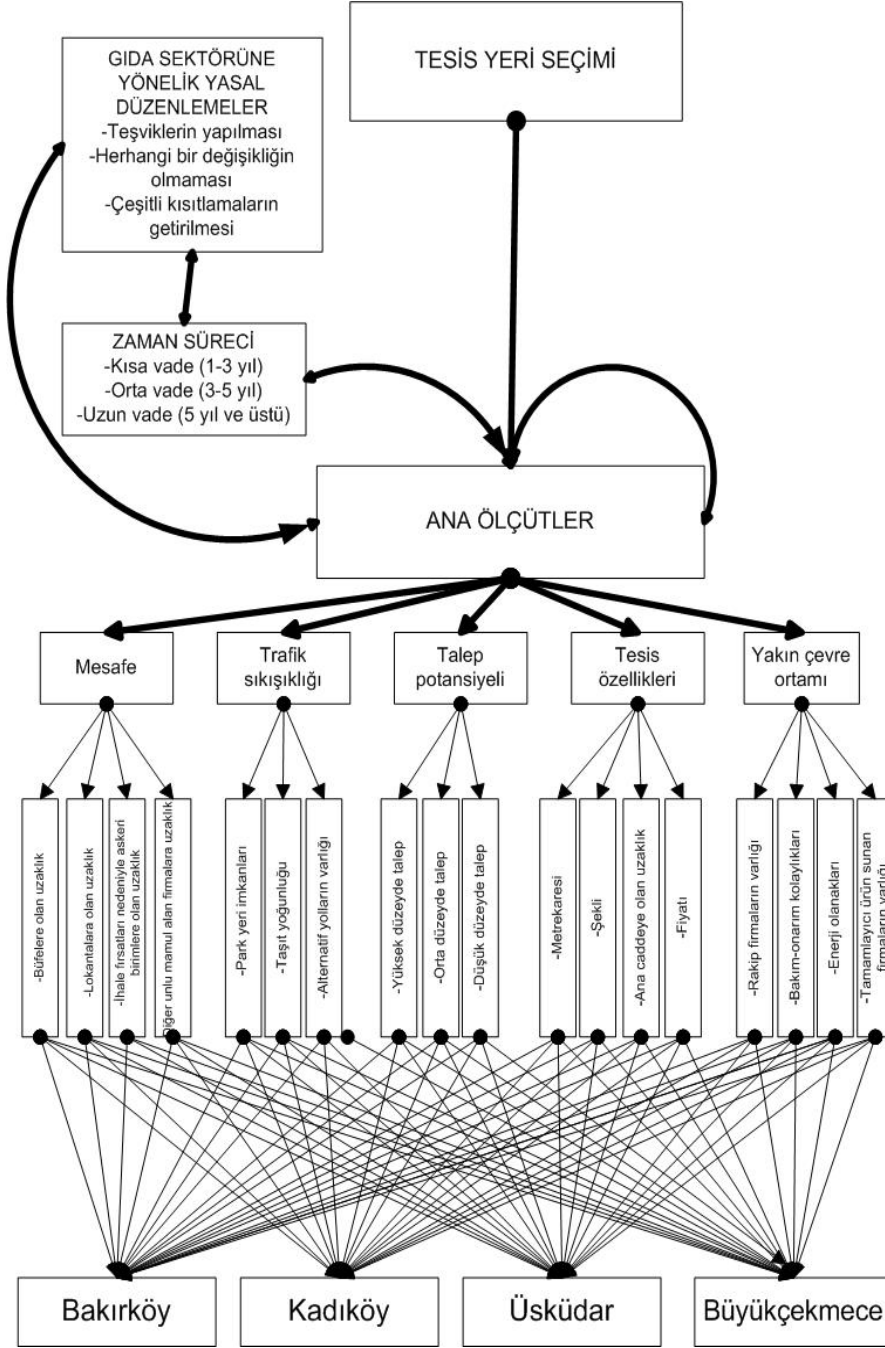
ASS yöntemindeki karşılıklı etkileşimleri doğru belirleyebilmek amacıyla kavram haritalama yönteminden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda ana ve alt ölçütleri içeren ve bunlar arasındaki etkileşimleri gösteren kavram haritası aşağıda sunulmuştur. Aşağıda verilen kavram haritası incelendiğinde; ana ölçütler ve alt ölçütlerin her birinin bir kutu içinde belirtildiği görülecektir. Bu ifadeler arasında bir ilişki olduğu düşünülüyorsa bu bir doğru ile belirtilir. Doğru üzerine ise aradaki ilişkiyi açıklayan bir fiil yazılır.

Kavram haritasının tamamlanmasının ardından ASS hesaplamaları için kullanılacak ilişkileri gösteren yapı kurulmuştur. Oluşturulan yapı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Bu şeklin ardından tesis yeri seçimi için oluşturulan ASS modelinin genel yapısı ise Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 1: Kavram Haritası



Şekil 2: Tesis Yeri Seçimi İçin ASS Modelinin Genel Yapısı

C. Formun Hazırlanması

Tesis yeri seçimi için ASS modeli genel yapısı oluşturulduktan sonra bu modele ve karşılıklı etkileşimlere uygun olarak değerlendirilmede kullanılacak olan form hazırlanmıştır. Formun içeriğine ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.

“Örnek: Yasal düzenlemeler ile zaman süreci arasında ilişki olduğu düşünüldüğünden her yasal düzenleme durumuna göre zaman süreçleri karşılaştırılacaktır. Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırınız. Teşviklerin yapılması açısından;

Soru1: Kısa vade, orta vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Soru2: Kısa vade, uzun vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Soru3: Orta vade, uzun vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Aynı karşılaştırma gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarında herhangi bir değişikliğin olmaması ve Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi kontrol ölçütleri açısından da yapılacaktır.”

Tablo 1: Örnek Karşılaştırma Formu

Teşviklerin yapılması açısından	Bir ana kriterin diğerine göre önemi										
Sorular	Kriterler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli	Kriterler
Soru1	Kısa vade							X			Orta vade
Soru2	Kısa vade								X		Uzun vade
Soru3	Orta vade								X		Uzun vade

Bu tablodaki verilere karşılık gelen üçlü bulanık sayılar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Üçlü Bulanık Sayı Değerleri

Durum	Üçlü bulanık sayılar
Kesinlikle daha önemli	$(7/2, 4, 9/2)$
Daha önemli	$(5/2, 3, 7/2)$
Önemli	$(3/2, 2, 5/2)$
Az öneme sahip	$(2/3, 1, 3/2)$
Eşit öneme sahip	$(1, 1, 1)$
Az öneme sahip	$(2/3, 1, 3/2)$
Önemli	$(2/5, 1/2, 2/3)$
Daha önemli	$(2/7, 1/3, 2/5)$
Kesinlikle daha önemli	$(2/9, 1/4, 2/7)$

Kaynak: (Tolga vd. 2005, 22)' den geliştirilmiştir.

Eşit öneme sahip satırdan sonraki ifadeler karşılaştırma yapılan ölçütün diğer ölçüte göre öneminin az olduğu durumları ifade etmek için kullanılmaktadır. AHS'de iki aktivitenin karşılaştırılmasında satırlar sütunlarla karşılaştırılarak " satırdaki aktivite sütundaki aktiviteye göre ne kadar daha önemli ?" sorusunun cevabı her bir hücre için verilmektedir. Diyagonalin alt kısmı ise kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Böylece, matrisin a_{ij} hücresinin değeri x ise a_{ji} hücresinin değeri $1/x$ olmaktadır (Yenginol, 2000, 102). Buradaki değerler de aynı mantıkta alt limit değerini simgeleyen l , en olası değeri simgeleyen m ve üst limit değerini simgeleyen u değerlerinin de tersi alınarak işlem gerçekleştirilmektedir. Örneğin daha önemli kavramındaki üçlü bulanık sayı değerleri olan $7/2$, 4 ve $9/2$ değerlerinin tersi alındığında sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre kesinlikle daha önemliyse $[1/ (9/2); 1/4; \text{ve } 1/(7/2)]$ hesaplaması sonucunda $(2/9, 1/4, 2/7)$ değerleri elde edilecektir.

Bu açıklamaların ardından firmanın tesis yeri seçiminde kullandığı ölçütlerin ağırlıklarının belirlenmesine ilişkin formların bulanık değerlendirme matrislerine dönüştürülüp hesaplamalarının yapılması açıklanmıştır.

D.Hesaplamalar

İlk olarak gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerinin karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur. Tablo 3'te kısa vade ile orta vade seçeneklerinin kesiştiği sayılar incelenecek olursa; Tablo 1'deki ilk satırda kısa vade ile orta vade kriterlerinin karşılaştırılmasında işaretlenen sözel ifade orta vade kriterine daha yakın olduğu için buradan orta vade kriterinin gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütü açısından kısa vadeye göre önemli olduğunu ifade etmektedir. Buna karşılık gelen üçlü bulanık sayı değeri Tablo 2'den görüleceği üzere $(2/5, 1/2, 2/3)$ olarak belirlenecektir. Orta vade satırı ile kısa vade sütununun kesiştiği alana da bu değer tersi alınıp $(3/2, 2, 5/2)$

yazılacaktır. Köşegen değerleri aynı kriterlerin bulunduğu bölgeler olduğu için köşegenlere (1, 1, 1) yazılacaktır.

Tablo 3: *Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi*

	Kısa vade (k)			Orta vade (o)			Uzun vade (u)		
Kısa vade (k)	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5
Orta vade (o)	3/2	2	5/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5
Uzun vade (u)	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1

Kısa vade (k) için l , m ve u değerleri o satırdaki l , m ve u değerlerinin toplamından elde edilir. Bu işlem orta ve uzun vade için de yapılacaktır.

$$l_k = 1 + 2/5 + 2/7 = 1,685$$

$$m_k = 1 + 1/2 + 1/3 = 1,833$$

$$u_k = 1 + 2/3 + 2/5 = 2,067$$

$$l_o = 3/2 + 1 + 2/7 = 2,786$$

$$m_o = 2 + 1 + 1/3 = 3,333$$

$$u_o = 5/2 + 1 + 2/5 = 3,9$$

$$l_u = 5/2 + 5/2 + 1 = 6$$

$$m_u = 3 + 3 + 1 = 7$$

$$u_u = 7/2 + 7/2 + 1 = 8$$

Bu aşamadan sonra l , m ve u değerlerinin genel toplamı elde edilir.

$$l = l_k + l_o + l_u$$

$$m = m_k + m_o + m_u$$

$$u = u_k + u_o + u_u$$

Bu işlemin gösterimi formül 5'teki gibidir.

$$l = 1,685 + 2,786 + 6 = 10,471$$

$$m = 1,833 + 3,333 + 7 = 12,167$$

$$u = 2,067 + 3,9 + 8 = 13,967$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması formül 6'daki şekilde ifade edilebilir.

Bu işleme göre üçlü sayıların tersi şu şekilde oluşmaktadır.

$$(1/13,967; 1/12,167; 1/10,471)$$

Birinci alt kriter olan kısa vadeye ilişkin l , m , ve u değerleri genel toplama bölünür.

Bu hesaplamının gösterimi formül 3'teki şekilde ifade edilmektedir.

$$S_k = (1,685; 1,833; 2,067) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) =$$

$$(0,121; 0,151; 0,197)$$

Aynı işlem 2. ve 3. kriterler için de tekrarlanır.

$$S_o = (2,786; 3,333; 3,9) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) =$$

$$(0,199; 0,274; 0,372)$$

$$S_u = (6; 7; 8) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) = (0,43; 0,575; 0,764)$$

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığının bulunması gerekmektedir. Bu olasılığın gösterimi formül 7, yapılan hesaplama ise formül 8'deki gibidir.

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

$$(l_1; m_1; u_1) = (0,121; 0,151; 0,197)$$

$$(l_2; m_2; u_2) = (0,199; 0,274; 0,372)$$

Uzun yıllar süren ilişki ile bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven karşılaştırıldığında şu değere ulaşılmaktadır.

$$V(M_k \geq M_o) = 0$$

Diğer ikili karşılaştırmaların sonucu aşağıdaki gibidir.

$$V(M_u \geq M_f) = 0$$

$$V(M_b \geq M_u) = 1$$

$$V(M_b \geq M_f) = 0$$

$$V(M_f \geq M_u) = 1$$

$$V(M_f \geq M_b) = 1$$

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.}$$

Buna göre ağırlık vektörü oluşturulur :

$$W^i = (d^i(A_1), d^i(A_2), d^i(A_3), d^i(A_4), d^i(A_5), \dots, d^i(A_n))^T$$

$$\text{En küçük } V(M_k \geq M_o) \text{ ve } V(M_k \geq M_u) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$$

$$\text{En küçük } V(M_o \geq M_k) \text{ ve } V(M_o \geq M_u) = \text{en küçük } (1; 0) = 0$$

$$\text{En küçük } V(M_u \geq M_k) \text{ ve } V(M_u \geq M_o) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

$$W^i = \{0; 0; 1\}$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

$$\text{Normalize işlemi için toplam değer} = 0 + 0 + 1 = 1$$

$$W = \{0/1; 0/1; 1/1\}$$

$$W = \{0; 0; 1\}$$

Bu hesaplamaların sonucuna bakıldığında gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütü açısından kısa ve orta vade kriterlerinin önem düzeyleri 0; uzun vade kriterinin önem düzeyi 1'dir.

Tablolarda hesaplanan önem düzeyleri incelendiğinde, bazı değerlerin sıfır olduğu görülmektedir. Bu durum bulanık AHS ve bulanık ASS yöntemleri açısından karşılaşılabilecek doğal bir sonuçtur. Aynı hiyerarşi yapısında, kriterler deterministik değerlerle ve klasik yaklaşımlar ile çözülsediydi sıfır çıkmayacak ancak sıfıra çok yakın, önemsenmeyen kriterler olarak değerlendirilecekti. Bulanık yaklaşımın, AHS ve ASS'deki subjektif değerlendirmelerdeki yanlışmaları göz önüne almasının yanında başka bir avantajı da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir hiyerarşi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar sırasında, grubun içinde tüm kriterlere göre önemsiz kalan kriter veya kriterler sıfır çıkarken, asıl üzerinde durulması ve göz önüne alınması gereken kriterin/kriterlerin önem düzeyi artarak karar verme sürecinin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Bulanıklığın verdiği sapma miktarı da eklendiğinde aslında bazı ölçütlerin göz önüne alınmayacak kadar az öneme sahip olduğunu ve bazılarının da asıl gözetilmesi gereken kriter ya da seçenek olduğunu vurgulamaktadır.

Yasal düzenlemeler ile zaman süreci arasında karşılıklı ilişki olduğu düşünüldüğünden zaman süreçlerine göre yasal durumdaki değişikliklerin tesis yeri seçimini nasıl etkilediğinin de incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle her zaman sürecine göre yasal durumların karşılaştırılması istenmektedir.

Bu karşılaştırma matrislerinin karşılıklı etkileşim içerisindeki tüm ölçütler açısından yapılması sonucunda elde edilen değerler ağırlıksız süpermatris yapısını oluşturacaktır. Tablo 4'te ağırlıksız süpermatris yapısı sunulmuştur.

Tablo 3'te sunulan gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerinin karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar Tablo 4'teki 4. sütunun ilk 3 değerini oluşturmuştur. Birbirleriyle etkileşim içinde olduğu düşünülen ölçütler arasında Tablo 3'te ve izleyen hesaplama yöntemine göre elde edilen sonuçlar Tablo 4'ün parçalarını meydana getirmiştir.

Tablo 4: Ağırlıksız Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0	0	0	0	0,333	0	0	0	0	0	0
	Orta vade	0	0	0	0	0,333	0,17	0	0	0	0	0
	Uzun vade	0	0	0	1	0,333	0,83	0	0	0	0	0
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,418	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Herhangibir değişikliğin olmaması	0,582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana ölçütler	Mesafe	0	0	0	0,078	0	0,577	0,21	0	0	0	0
	Trafik sıkışıklığı	0	0	0	0	0,711	0,357	0	0	0	0	0
	Talep potansiyeli	0,424	0,424	0,424	0,522	0,289	0,066	0,378	0,577	0,577	0,577	0,577
	Tesis özellikleri	0,384	0,384	0,384	0,331	0	0	0,378	0,358	0,358	0,358	0,358
	Yakın çevre ortamı	0,192	0,192	0,192	0,069	0	0	0,034	0,065	0,065	0,065	0,065

Süpermatris içerisinde ana faktörlerden gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler ve zaman sürecine etki eden faktörler birden fazla olduğundan bu faktörler içinde ikili karşılaştırma yaparak ağırlıklar belirlenmelidir. Ana faktörlerden zaman sürecine etki eden faktörler; gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler ve ana ölçütlerdir. Burada ağırlıklar firma ile görüşmeler sonucunda sırasıyla 0,50 ve 0,50 olarak bulunmuştur. Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler faktörüne etki eden faktörler ise zaman süreci ve ana ölçütlerdir. Burada da ağırlıklar firma ile görüşmeler sonucunda sırasıyla 0,50 ve 0,50 olarak bulunmuştur. Bu ağırlıklar ile Tablo 4'teki ağırlıksız süpermatrisin ilgili kısımları çarpılarak ağırlıklı süpermatris elde edilir.

Zaman süreci faktörü altında yer alan kısa vade sütunu ile gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler satırlarındaki değerlerin ağırlıklı süpermatristeki değerlerinin hesaplanması şu şekilde gösterilebilir.

*Ağırlıklı süpermatris yapısındaki değer = Ağırlıksız süpermatris yapısındaki değer * belirlenen ağırlık puanı*

$$\text{Teşviklerin yapılması} = 0,418 * 0,50 = 0,209$$

$$\text{Herhangi bir değişikliğin olmaması} = 0,582 * 0,50 = 0,291$$

$$\text{Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi} = 0 * 0,50 = 0$$

Bu işlemler sonucu elde edilen süpermatris yapısı ise Tablo 5'te verilmiştir.

Bu süpermatrisin matris çarpımı alınarak sistem kararlı hale getirilmektedir. Bu işlem ardarda tekrarlandığında belli bir limit noktasında aynı sıradaki tüm değerler aynı hale gelmekte ve sistemin kararlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Ağırlıklı süpermatris bir markov geçiş matrisi olarak ele alınır ve uzun dönem geçiş değerlerini bulmak üzere değerler sabitleninceye kadar markov zinciri hesaplanır. Böylece genel olarak, tüm ölçüt grupları için son önem değerlerini gösteren matris (SN) hesaplanmış olur ki, bu matriste sütunlar boyunca değerler birbirine eşittir.

Sistemin kararlı yapısı Tablo 6'da verilmiştir. Kararlı yapının ağırlıklı süpermatris yapısından yararlanarak elde edilmesi işlemi formül 9'daki gibidir.

Tablo 5: Ağırlıklı Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,500	0,167	0,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,209	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangibir değişikliğin olmaması	0,291	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000	0,289	0,210	0,000	0,000	0,000	0,000
	Trafik sıkışıklığı	0,000	0,000	0,000	0,000	0,356	0,179	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Talep potansiyeli	0,212	0,212	0,212	0,261	0,145	0,033	0,378	0,577	0,577	0,577	0,577
	Tesis özellikleri	0,192	0,192	0,192	0,166	0,000	0,000	0,378	0,358	0,358	0,358	0,358
	Yakın çevre ortamı	0,096	0,096	0,096	0,035	0,000	0,000	0,034	0,065	0,065	0,065	0,065

Bundan sonraki aşamada alt ölçütlerin bağlı bulunduğu ana ölçütlere göre karşılaştırılması yapılacaktır. Bunun için ilk olarak mesafe ana ölçütüne ilişkin alt ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılmış ve elde edilen değerlerden bulanık değerlendirme matrisi hazırlanmıştır.

Zaman ve yasal düzenlemeler ile karşılıklı ilişki içinde bulunan ana ölçütler ile bunların alt ölçütlerinin ağırlıkları bulunduğundan sonra her bir alt ölçüt açısından alternatif kuruluş yerlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. İlk olarak büfelere olan uzaklık açısından 4 alternatif kuruluş yerinin karşılaştırması yapılmıştır. Büfelere olan uzaklık açısından alternatif kuruluş yerlerinin karşılaştırılması tüm alt ölçütler açısından yapılarak ağırlıklar bulunacaktır.

VII. Sonuç, Öneriler, Değerlendirme

A. Sonuç

Ana ölçütler, alt ölçütler ve alternatif kuruluş yerlerinin alt ölçütlere ilişkin önem düzeyleri kullanılarak her bir alternatifin genel önem düzeyi bulunur. Ana ölçütlerin ağırlıkları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Ana Ölçütlerin Önem Düzeyleri

Ana ölçüt	Önem düzeyi
Mesafe	0
Trafik sıkışıklığı	0
Talep potansiyeli	0,577
Tesis özellikleri	0,358
Yakın çevre ortamı	0,065

Karşılıklı ilişkiler göz önüne alınarak Bulanık ASS yöntemi kullanıldığından tesisin kuruluş yerinde mesafe ve trafik faktörlerinin uzun vadede diğer ana ölçütlere göre önem taşımadığı, kararlı yapı matrisinden de görülmüştür.

Her bir ana ölçüte ilişkin alt ölçütlerin kendi içindeki önem düzeyleri ilk bulanık değerlendirme matrisindeki gibi hesaplamalar yapılarak bulunur.

Tablo 8: Trafik Sıkışıklığı Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Trafik Sıkışıklığı açısından	Park yeri imkanları			Taşıt yoğunluğu			Alternatif yolların varlığı		
Park yeri imkanları	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Taşıt yoğunluğu	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2
Alternatif yolların varlığı	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri aşağıdaki şekildedir.

$$W = \{0; 0,907; 0,093\}$$

Bu hesaplamalar diğer ana ölçütler açısından da yapılarak Tablo 9'daki yerel önem düzeyleri elde edilir. Genel önem düzeylerini hesaplanması ise ana ölçütün önem düzeyi ile ilgili alt ölçütün yerel önem düzeyinin çarpılması ile yapılır. Örneğin yakın çevre ortamı ana ölçütü altında yer alan rakip firmaların varlığı alt ölçütünün genel önem düzeyinin bulunması için şu hesaplama yapılır.

$$\text{Rakip firmaların varlığı alt ölçütü genel önem düzeyi} = \text{Yakın çevre ortamı ana ölçütü önem düzeyi} * \text{Rakip firmaların varlığı alt ölçütü yerel önem düzeyi} = 0,065 * 0,525 = 0,034$$

Tablo 9: Alt Ölçütlerin Önem Düzeyleri

	Önem düzeyi	Alt ölçüt	Önem düzeyi (Yerel)	Önem düzeyi (Genel)
Mesafe	0	Büfelere olan uzaklık	0,78	0
		Lokantalara olan uzaklık	0	0
		İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,22	0
		Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0	0
Trafik sıkışıklığı	0	Park yeri imkanları	0	0
		Taşıt yoğunluğu	0,907	0
		Alternatif yolların varlığı	0,093	0
Tesis özellikleri	0,358	Metrekare	0	0
		Şekil	0	0
		Ana caddeye uzaklık	0	0
		Fiyat	1	0,358
Talep potansiyeli	0,577	Yüksek düzeyde talep	1	0,577
		Orta düzeyde talep	0	0
		Düşük düzeyde talep	0	0
Yakın çevre ortamı	0,065	Rakip firmaların varlığı	0,525	0,034
		Bakım-onarım kolaylıkları	0	0
		Enerji olanakları	0,475	0,031
		Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0	0

Bu tablodaki veriler incelendiğinde bir firmanın kuruluş yeri kararı verildiğinde tesisin alım maliyeti olarak fiyatının, o bölgedeki talep potansiyelinin, rakip firmaların ve 24 saat kesintisiz çalışan ve günde 5 ton malzeme akışı olan bir firma için enerji olanaklarının kuruluş yeri kararında temel olduğunu ve diğer faktörlerin bu faktörler karşısında uzun vadede ihmal edilebilir önem düzeylerine sahip olduğu görülmektedir.

Zaman ve yasal düzenlemeler ile karşılıklı ilişki içinde bulunan ana ölçütler ile bunların alt ölçütlerinin ağırlıkları bulunduktan sonra her bir alt ölçüt açısından alternatif kuruluş yerlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. İlk olarak büfelere olan uzaklık açısından dört alternatif kuruluş yerinin karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma verilerine göre oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10: *Büfelere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi*

Büfelere Olan Uzaklık	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyük çekmece		
	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Bakırköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Bu hesaplamalar diğer alternatifler açısından da yapılarak Tablo 11'deki önem düzeyleri elde edilir.

Tablo 11'de bulunan değerler Tablo 9'da gösterilmiş olan her bir alt ölçütün genel önem düzeyi ile çarpılarak alternatiflerin genel önem düzeyleri elde edilir. Bu işlemler sonucu 4 alternatif kuruluş yerinin her bir alt ölçüte göre elde ettikleri önem düzeyleri ve genel toplamları Tablo 12'de gösterilmiştir. Tablo 12'deki genel önem düzeyleri sütunu Tablo 9'da bulunan alt ölçütlere ilişkin genel önem düzeyleridir. Bu alt ölçütlere ilişkin genel önem düzeyleri Tablo 11'de verilen alternatiflerin önem düzeyi ile çarpılarak genel önem düzeyi bulunur.

Buna ilişkin bir örnek vermek gerekirse fiyat alt ölçütü açısından alternatiflerin elde ettikleri önem düzeyleri şu şekilde hesaplanabilir.

*Fiyat alt ölçütü genel önem düzeyi = Fiyat alt ölçütü önem düzeyi * Bakırköy alternatifinin fiyat açısından önem düzeyi = 0,358 * 0,684 = 0,245*

Tablo 11: Alternatiflerin Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyük çekmece
Büfelere olan uzaklık	0,684	0,316	0	0
Lokantalara olan uzaklık	0,586	0,414	0	0
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,684	0,316	0	0
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0,468	0,422	0,11	0
Park yeri imkanları	0,25	0,25	0,25	0,25
Taşıt yoğunluğu	0,062	0,244	0,347	0,347
Alternatif yolların varlığı	0,684	0,316	0	0
Metrekare	0,684	0,316	0	0
Şekil	0,468	0,422	0,11	0
Ana caddeye uzaklık	0,684	0,316	0	0
Fiyat	0,684	0,316	0	0
Yüksek düzeyde talep	0,684	0,316	0	0
Orta düzeyde talep	0,684	0,316	0	0
Düşük düzeyde talep	0	0,178	0,411	0,411
Rakip firmaların varlığı	0,684	0,316	0	0
Bakım-onarım kolaylıkları	0,684	0,316	0	0
Enerji olanakları	0,684	0,316	0	0
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,684	0,316	0	0

Alternatif kuruluş yerlerinin aldığı puanlar alt ölçütlerin önem düzeylerine göre düzenlendikten sonra aldıkları puanlar Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12: Alternatiflerin Genel Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Önem düzeyi (Genel)	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyük çekmece
Büfelere olan uzaklık	0	0	0	0	0
Lokantalara olan uzaklık	0	0	0	0	0
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0	0	0	0	0
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0	0	0	0	0
Park yeri imkanları	0	0	0	0	0

Tablo 12: Alternatiflerin Genel Önem Düzeyleri

Taşıt yoğunluğu	0	0	0	0	0
Alternatif yolların varlığı	0	0	0	0	0
Metrekare	0	0	0	0	0
Şekil	0	0	0	0	0
Ana caddeye uzaklık	0	0	0	0	0
Fiyat	0,358	0,245	0,113	0	0
Yüksek düzeyde talep	0,577	0,395	0,182	0	0
Orta düzeyde talep	0	0	0	0	0
Düşük düzeyde talep	0	0	0	0	0
Rakip firmaların varlığı	0,034	0,023	0,011	0	0
Bakım-onarım kolaylıkları	0	0	0	0	0
Enerji olanakları	0,031	0,021	0,010	0	0
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0	0	0	0	0
Genel puan		0,684	0,316	0	0

Firma İstanbul'da yeni yatırım yapma kararında Bakırköy ve Kadıköy alternatiflerine yoğunlaşmış Üsküdar ve Büyükçekmece alternatiflerini elemiştir.

B. Değerlendirme ve Öneriler

Gıda Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi kuramında da belirtildiği gibi insanların en temel gereksinimidir. Bu nedenle gıda sektörü diğer sektörlerle göre üretimde dalgalanmaların daha az olduğu bir alandır denilebilir. Ancak günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü de etkisi altına almaktadır. Endüstri devriminin ilk aşamalarında üretimin yetersiz olmasından kaynaklanan üretim anlayışı, yerini sırasıyla "Daha iyi bir fare kapını yaparsanız, dünya ayağımıza gelir." sloganıyla özdeşleşen ürün anlayışına bırakmıştır. Ardından pazarlama araçlarını kullanarak işletme amaçlarına ulaşmayı düşünen satış anlayışına bir geçiş yapılmış ve onu tüketici isteklerini tatmin ederek işletme amaçlarına ulaşmayı düşünen müşteri odaklı pazarlama anlayışı izlemiştir. Gıda mamullerindeki cazip kar oranları da sektöre yeni firmaların girmesine neden olmakta bu da firmaların üretim anlayışlarını değiştirmelerine yol açmaktadır. Dolayısı ile yeni firmalar açılmakta, mevcut firmalar ise şubeleriyle büyümeye çalışmaktadır. Bu çalışmada İstanbul'da şube açma amacıyla olan bir gıda firması için kriterler belirlenmiş ve alternatifler

analiz edilmiştir. Uygulama sonucunda aşağıdaki değerlendirmelerin yapılması uygun olur.

- Atıl kapasite ile çalışan makinelerin İstanbul'da kurulacak tesise aktarılması ile daha düşük yatırım maliyeti ile piyasaya girmek mümkün olur.
- Farklı pazarlarda faaliyet göstererek ihale fırsatlarını yakalamak, firma açısından hayati bir öneme sahiptir.
- Doğru bir kuruluş yeri seçimi, firma açısından bir rekabet avantajı getirecek ve rakiplere karşı bir üstünlük sağlayacaktır.

Oluşturulan modelin, geliştirilmeye açık yönleri hala mevcuttur.

Bunlar, şu şekilde ifade edilebilir.

- Oluşturulan formun yapısı hakkında çeşitli kademelerdeki karar vericilere eğitimler verilerek farklı durumlarda da kullanılmasına imkan sağlanabilir.
- Bu tür bir kararın ne kadar masraflı olduğu düşünülürse, mevcut halinde yapılabilecek küçük değişikliklerle üretimin maksimum hangi seviyeye çıkabileceği tespit edilerek çeşitli askeri ihalelere girme konusunda sağlıklı karar almaya yardımcı olabilir.

İlgili koşullarda çözülen tesis yeri seçimi problemi için yukarıda ayrıntısı verilen başarılı ve tercih edilen sonuçlar elde edilmiş, problemin ortaya çıktığı firma tarafından uygulamaya değer bulunmuştur.

Bulanık ASS yöntemi, klasik ASS ve AHS yöntemine göre henüz yeni uygulanmaya başlamış ve özellikle tesis yeri seçiminde hiç uygulanmayan yöntem, birçok araştırmacı için henüz gelişme aşamasındadır. Önceki bölümlerde uluslararası literatürde yer alan bulanık ASS çalışmalarına yer verilerek yöntemin yeniliği ortaya konmuştur. Verilen koşullarda çözülmeye çalışılan tesis yeri seçimi problemi için de bir örnek olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Agarwal, Ashish. Shankar, Ravi. Tiwari, M.K. (2006). Production, Manufacturing And Logistics Modeling The Metrics Of Lean, Agile And Leagile Supply Chain: An Anp-Based Approach. *European Journal Of Operational Research*. 173. 211–225
- Badri, M.A. (1999). Combining The Analytic Hierarchy Process And Goal Programming For Global Facility Location—Allocation Problem, *International Journal Of Production Economics*, 62 (3), 237–248
- Berman, O., Drezner, Z. (2001). Wesolowsky, G.O., Location Of Facilities On A Network With Groups Of Demand Points, *IIE Transactions*, 33 (8), 637–648.
- Bozbura, F. Tunc, Beşkese, Ahmet. Kahraman, Cengiz. (2006). Prioritization Of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *Expert Systems With Applications*. (Baskıda makale)

- Bozbura, F. Tunc. Beşkese, Ahmet. (2006). Prioritization Of Organizational Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *International Journal Of Approximate Reasoning*. (Baskıda makale)
- Butt, S.E., Cavalier, T.M. (1996). Efficient Algorithm For Facility Location In The Presence Of Forbidden Regions, *European Journal of Operational Research*, 90(1), 56–70.
- Canel, C., Khumawala, B.M., Law, J. (2001). Loh, A., Algorithm For The Capacitated, Multi-Commodity Multi-Period Facility Location Problem, *Computers And Operations Research*, 28 (5), 411– 427.
- Chen, Hsing Hung. Lee, Amy H.I. Tong, Yunhuan. (2006b). Analysis Of New Product Mix Selection At TFT-LCD Technological Conglomerate Network Under Uncertainty. *Technovation*. 26. 1210–1221
- Chen, Zhen. Clements-Croome, Derek. Hong, Ju. Li, Heng. Xu, Qian. (2006a). A Multicriteria Lifespan Energy Efficiency Approach To Intelligent Building Assessment. *Energy And Buildings*. 38. 393–409
- Cheng, An-Chin. Chen, Chung-Jen. Chen, Chia-Yon. (2006). A Fuzzy Multiple Criteria Comparison Of Technology Forecasting Methods For Predicting The New Materials Development. *Technological Forecasting & Social Change*. (Baskıda makale)
- Chung, Shu-Hsing. Lee, Amy H.I. Pearn, W.L. (2005). Analytic Networkprocess (ANP) Approach For Product Mix Planning In Semiconductor Fabricator. *Int. J. Production Economics*. 96. 15–36
- Comley, W.J. (1995). Location Of Ambivalent Facilities: Use Of A Quadratic Zero-One Programming Algorithm, *Applied Mathematical Modeling*, 19 (1), 26–29.
- Demir, M. Hulusi. Gümüšoğlu, Şevkinaz. (2003): *Üretim Yönetimi İşlemler Yönetimi*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. İstanbul
- Drezner, T. Drezner, Z. (2007). The Gravity P-Median Model. *European Journal Of Operational Research* 179, 1239–1251.
- Gemitzi, A., Tsihrintzis, V.A., Christou, O., Petalas C. (2007). Use Of GIS in Siting Stabilization Pond Facilities For Domestic Wastewater Treatment. *Journal Of Environmental Management*, 82, 155–166.
- Gu, Xiangbai. Zhu, Qunxiong. (2004). Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making Method Based On Eigenvector Of Fuzzy Attribute Evaluation Space. *Decision Support Systems*.
- Huang, Chi-Cheng. Chu, Pin-Yu. Chiang, Yu-Hsiu. A Fuzzy AHP Application In Government-Sponsored R&D Project Selection. *Omega*. (Baskıda makale)
- Huang, Jih-Jeng. Tzeng, Gwo-Hshiung. Ong, Chorng-Shyong. (2005). Multidimensional Data In Multidimensional Scaling Using The Analytic Network Process. *Pattern Recognition Letters*. 26. 755–767
- Kahalekai, L. Phillips, L., Using ANP Methodology For The Analysis, Evaluation And Recommendation Of Courses Of Action Based On

- Economic, Political, Sociological, Cultural, And Psychological Factors Critical To Operations Other Than War, *Huntsville Simulation Conference*, Huntsville, Alabama, 9-10 Ekim, 2002.
- Kahraman, Cengiz. Cebeci, Ufuk. Da Ruan. (2004). Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case Of Turkey. *International Journal of Production Economics*. 87.
- Kahraman, Cengiz. Ruan, Da. Doğan, İbrahim. (2003). Fuzzy Group Decision-Making For Facility Location Selection. *Information Sciences*. 157. 135–153
- Kang, He-Yau. Lee, Amy H.I. (2007). Priority Mix Planning For Semiconductor Fabrication By Fuzzy AHP Ranking. *Expert Systems With Applications*. 32. 560–570
- Karsak, E. Ertugrul. Sözer, Sevin. Alptekin, S. Emre. (2002): Product Planning in Quality Function Deployment Using A Combined Analytic Network Process And Goal Programming Approach. *Computers & Industrial Engineering*. 44. 171–190
- Kengpol, Athakorn. Tuominenb, Markku. (2006). A Framework For Group Decision Support Systems: An Application In The Evaluation Of Information Technology For Logistics Firms. *Int. J. Production Economics*. 101. 159–171
- Klose, A. (1998). Branch And Bound Algorithm For An Uncapacitated Facility Location Problem With A Side Constraint. *International Transactions On Operations Research*, 5(2), 155-168.
- Kocakalay, Şafak. Özdemir, Müjgan Sağır. Işık, Alim. (2004): Analitik Serim Süreci Tekniği İle Pazar Payı Tahmini. *YA/EM 2004 Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004. Gaziantep-Adana
- Kreng, Victor B. Wu, Chao-Yi. (2007). Decision Support Evaluation Of Knowledge Portal Development Tools Using A Fuzzy AHP Approach: The Case Of Taiwanese Stone Industry. *European Journal Of Operational Research*. 176. 1795–1810
- Kulak, Osman. Kahraman, Cengiz. (2005). Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design And Analytic Hierarchy Process. *Information Sciences*. 170.
- Kuo, R.J., Chi, S.C., Kao, S.S. (2002). A Decision Support System For Selecting Convenience Store Location Through Integration Of Fuzzy AHP And Artificial Neural Network, *Computers in Industry*, in Press.
- Lee, Amy H.I. Chen, Wen-Chin. Chang, Ching-Jan. (2006). A Fuzzy AHP And Bsc Approach For Evaluating Performance Of It Department In The Manufacturing Industry In Taiwan. *Expert Systems With Applications*. (Baskıda makale)

- Lee, Jin Woo. Kim, Soung Hie. (2000). Using Analytic Network Process And Goal Programming For Interdependent Information System Project Selection. *Computers & Operations Research*. 27. 367-382
- Leung, L.C. Cao, D. (2000). On Consistency And Ranking Of Alternatives In Fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*. 124.
- Meade, L.M. Liles, D.H. Sarkis, J. (1997): Justifying Strategic Alliances And Partnering: A Prerequisite For Virtual Enterprises. *Omega International*. 25.(1). 29-42
- Melkote, S., Daskin, M.S. (2001). Capacitated Facility Location/Network Design Problems, *European Journal Of Operational Research*, 129 (3), 481–495.
- Nanthavanij, S., Yenradee, P. (1999). Predicting The Optimum Number, Location, And Signal Sound Level Of Auditory Warning Devices For Manufacturing Facilities, *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 24 (6), 569–578.
- Neaupane, K.M. Piantanakulchai, M. (2006). Analytic Network Process Model For Landslide Hazard Zonation. *Engineering Geology*. 85. 281–294
- Nobuaki, S., Akira, U., Atsushi, D., Akira, O., Seiji, S., Satoshi, H. (1998). Commercial Facility Location Model Using Multiple Regression Analysis, *Computers Environment And Urban Systems*, 22 (3) 219–240.
- Nydick, R.L. Ve Hill, R.P. (1992). Using The Analytic Hierarchy Process To Structure The Supplier Selection Procedure. *International Journal Of Purchasing And Materials Management*, 28 (2).
- Partovi, Fariborz Y. (2006). An Analytic Model For Locating Facilities Strategically. *Omega*. 34. 41 – 55
- Partovi, Fariborz Y. (2007). An Analytical Model Of Process Choice In The Chemical Industry. *Int. J. Production Economics*. 105. 213–227
- Ravi, V. Shankara, Ravi. Tiwarib, M.K. (2005). Analyzing Alternatives In Reverse Logistics For End-Of-Life Computers: Anp And Balanced Scorecard Approach. *Computers & Industrial Engineering*. 48. 327–356
- Saaty, Thomas L. And Luis G. Vargas, (1994). Decision Making With The AHP, University Of Pittsburgh, USA.
- Saaty, Thomas. L. (2001). Decision Making With Dependence And Feedback: Analytic Network Process, RWS Publications
- Sankaran, J.K. (2007). On Solving Large Instances Of The Capacitated Facility Location Problem. *European Journal Of Operational Research*, 178, 663–676.

- Sarkis, Joseph. (1998). Evaluating Environmentally Conscious Business Practices. *European Journal Of Operational Research*. 107.
- Senne, E.L.F., Lorena, L.A.N., Pereira, M.A. (2005). A Branch-And-Price Approach To P-Median Location Problems. *Computers & Operations Research*, 32, 1655–1664
- Sheu, Jiu-Biing. (2004). A Hybrid Fuzzy-Based Approach For Identifying Global Logistics Strategies. *Transportation Research*. 40.
- Tolga, Ethem. Demircan, Murat Levent. Kahraman, Cengiz. (2005) Operating System Selection Using Fuzzy Replacement Analysis And Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics*. 97.
- Tóth, B., Fernández, J. , Csendes,T. (2007). Empirical Convergence Speed Of Inclusion Functions For Facility Location Problems. *Journal Of Computational And Applied Mathematics*, 199, 384 – 389.
- Tzeng,G-H., Teng, M-H, Chen, J-J., Opricovic, S. (2002). Multicriteria Selection For A Restaurant Location in Taipei. *Hospitality Management*, 21, 171–187.
- Verter V. (2002). An Integrated Model For Facility Location And Technology Acquisition. *Computers & Operations Research*, 29, 583-592.
- Wu, CR., Lin, C-T, Chen, H-C. (2007). Optimal Selection Of Location For Taiwanese Hospitals To Ensure A Competitive Advantage By Using The Analytic Hierarchy Process And Sensitivity Analysis, *Building And Environment*, 42, 1431–1444.
- Wu, Wei-Wen. Lee, Yu-Ting. (2006). Selecting Knowledge Management Strategies By Using The Analytic Network Process. *Expert Systems With Applications*. (Baskıda makale)
- Yenginol, Fatih. (2000). Yeni Ürün Geliştirmede Müşteri İstek Ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir
- Yu, Chian-Son. (2002): A GP-AHP Method For Solving Group Decision-Making Fuzzy AHP Problems. *Computers & Operations Research*. 29.
- Yu, Jing-Run. Cheng, Sheu-Ji. (2006). An Integrated Approach For Deriving Priorities in Analytic Network Proces. *European Journal of Operational Research*