



Research Article / Araştırma Makalesi
A SUPPLIER SELECTION MODEL FOR PROJECT PORTFOLIOS

Süleyman TOSUN*, **Semih ÖNÜT**

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Received/Geliş: 24.12.2013 Revised/Düzeltilme: 19.05.2014 Accepted/Kabul: 24.06.2014

ABSTRACT

Nowadays, one of the most important subjects for the companies which are profitable and have continuous management principles, is the fact of having targets. The project management discipline which is the most widely used technique to achieve the targets, is continuing its development. The knowledge areas and the processes for that management discipline are detailed in the guide of PMI (Project Management Institute), named as PMBOK (Project Management Body of Knowledge) which is the most popular approach in project management discipline.

Suppliers are appeared as elements which affect the success of projects in the project management knowledge areas. Having the necessary materials on time, on budget and with the quality desired directly affects project success. Consequently, this is a subject that affects the targets indirectly.

There are a lot of models and techniques in supplier selection. In that point, we aim to have an upper look to the situation with the model offered. For that reason, the relations of the supplier subjects and the relation between the projects and the targets are in a critical chain.

Supplier selection is associated with the targets in the model and it seems the first perspective in the literature with the model introduced. Also, the techniques used in the model are used together for the first time in the literature. For that purpose, Fuzzy ANP, QFD and Pareto Diagram are combined in the model and the solution is found with Linear Programming.

Keywords: Project management, weighting projects, supplier selection, fuzzy ANP, QFD and pareto.

PROJE PORTFÖYLERİ İÇİN TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ

ÖZET

Günümüzde işletmelerin karlı ve sürdürülebilir bir yönetim için en önemli konularından birisi hedeflemiş oldukları unsurlardır. Hedeflerin gerçekleştirilmesi konusunda en yaygın disiplin olarak kullanılan proje yönetimi konusu ise hızlı gelişimine devam etmektedir. Proje yönetiminde en çok öne çıkan yaklaşımlardan olan PMI (Project Management Institute) rehberi PMBOK (Project Management Body of Knowledge) içerisinde bu yönetimde temel olan bilgi alanları ve süreçler detaylandırılmıştır.

Tedarikçi seçimi ile ilgili bir çok alanda farklı uygulamalar ve modeller geliştirilmiştir. Fakat resmin bir üst versiyonuna çıkarak bu bakışı sağlamak bu modelde bizim takip ettiğimiz yöntem olacaktır. Bu sebeple tedarik unsurlarının projelerle ilişkileri ve projelerin de hedeflerle ilişkileri stratejik yönetime kadar uzanacak bir zincirdir.

Model içerisinde literatürde yer alan örneklerinden farklı olarak ilk defa tedarikçi seçimi hem proje yönetimi hem de hedeflerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca model içerisinde kullanılan yöntemler de bu anlamda ilk defa bir arada kullanılacaktır. Bu amaçla Ramik Fuzzy ANP, QFD ve Pareto Diyagramı yaklaşımları modelde birleştirilmiş ve çözüm Lineer Programlama ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Hedef önceliklendirme, proje yönetimi, proje önceliklendirme, tedarikçi seçimi, fuzzy ANP, QFD, pareto diyagramı.

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: suleymantosun@gmail.com, tel: (533) 222 91 77

1. GİRİŞ

Tedarikçi seçimi, satın alma alanında araştırma yapılan en geniş alanlardan birisidir[1]. Genel olarak seçim süreci farklı tedarikçilerin belirli kriterler temelinde değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Değerlendirme kriterleri çok çeşitlilik göstermekle birlikte genellikle fiyat, kalite, zaman, performans temelinde yer almaktadır.

Proje yönetim sürecinde projelerin başarılarının değerlendirilmesi için de temelde dört farklı kriter bulunmaktadır. Bunlar da tedarik yönetim sürecinde tedarikçi seçimi için değerlendirmede kullanılan kriterlere benzer şekilde kapsam, kalite, zaman ve maliyet şeklindedir[2].

Benzer olan bu faktörler bir arada düşünülerek bir projede yapılacak olan tedarikçi seçiminin o projenin temel başarı faktörlerindeki ağırlıklarla ilişkilendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Zaman yönetiminin ön planda olduğu bir proje için zaman kriterinin ön planda olduğu bir tedarikçi seçimi yapılmalıdır. Kritik yol üzerindeki bir aktivite için yapılacak bir tedarik için zaman ne kadar önemli ise aynı şekilde üretilecek ürünün temel kalite gereksinimlerine etki edecek malzemelerin de tedariginde kalite kriteri önem kazanmaktadır. Tedarikçi seçimindeki bu ilişki en alt seviyede malzemenin projelere, projelerden stratejilere şeklinde ilerletilebilir. Bununla birlikte, yıl içindeki stratejilere göre tüm projeler için tedarik edilecek ürün veya hizmetlerin hangi tedarikçiden ve ne kadar miktarda alınacağı belirlenirken kalite, zaman ve maliyet unsurlarından maksimum faydanın elde edileceği bir sonuç ortaya konulacaktır.

2. TEDARİKÇİ SEÇİMİ LİTERATÜR TARAMASI

Tedarikçi seçimi konusunda literatürde birçok model yer almaktadır. Bu modeller bir taraftan kullanılan yöntem bir taraftan da değerlendirme kriterlerinin farklılaştırılması ile birbirinden ayrılmaktadır.

1966 yılında Dickson kendi çalışması içerisinde tedarikçi seçimi ile ilgili olarak literatürde en azından 50 adet farklı ve anlamlı tedarikçi seçimi kriteri bulmanın kolaylıkla mümkün olabileceğini belirtmiştir[3]. Dickson 1966 yılındaki çalışmasında Amerika ve Kanada'da bulunan Ulusal Satın Alım Yöneticileri Birliğinden 273 adet tedarik ajansı ve yöneticileri ile görüşmüştür. Toplamda 170 adet cevapla çalışmasına devam ederek 23 farklı tedarikçi seçim kriteri üzerinde araştırmasını gerçekleştirmiştir[3]. Kalite, fiyat ve teslim tarihine uyma bu kriterler arasında yer almaktadır.

1991 yılında, "Vendor selection criteria and methods" adlı makale ile tedarikçi seçimi üzerine yeni bir literatür çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada 74 makale incelenmiş ve Dickson'ın gerçekleştirdiği çalışma ile birlikte sonuçlar incelenmiştir. [4].

Dickson'ın çalışmasında yer alan kriterler sıralama ve değerlendirme kriteri olarak kullanılmış ve bu 74 makale için değerlendirilerek adetsel dağılım gerçekleştirilmiştir. Net maliyet, teslim ve kalite bu dönem içerisinde en öne çıkan kriterler olmuştur[4].

2000 yılında yayınlanan "An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective" adlı makalesinde Degraeve, Labro ve Roodhooft tedarikçi seçiminde kullanılan sayısal modelleri inceleyerek literatürde yer alan çalışmaların hangi modelleri kullandığını göstermiştir [5].

Benzer bir çalışma 2001 yılında "A review of methods supporting supplier selection" adlı makale ile Boer, Labro ve Morlacchi tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale içerisinde tedarikçi seçimini destekleyen metodlarla ilgili literatürde yapılan çalışmalar belirtilmiştir[6].

2000 yılı sonrasında ait en geniş literatür taraması ise "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review" adlı makalede William Ho, Xiaowei Xu ve Prasanta K. Dey tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma içerisinde 2000 yılı ile

2008 yılı arasında yayınlanan 78 adet makale incelenmiştir[7]. Kalite, Teslim, Fiyat/Maliyet ilk üç kriter arasında yer almaktadır.

Tedarikçi seçiminde kullanılan sayısal modeller makalede tekil yöntemler ve entegre yöntemler şeklinde iki sınıfta incelenmiştir[7].

Literatürde Analitik Ağ Süreci ve Kalite Fonksiyon yayılımı metodunun birlikte incelendiği çalışmalar yer almaktadır. Teknik gereksinimler ve müşteri gereksinimlerinin içsel bağımlılıklarının da ele alınarak değerlendirildiği bir metot Bulanık Analitik Ağ Süreci ve Kalite Fonksiyon Yayılımı metodunun birlikte kullanımı ile daha önceden uygulanmıştır[8]. Farklı bir çalışmada, aynı kişiler tarafından, bir araç dizayn sürecinin basit üretim planlama süreci Analitik Ağ Süreci ve Kalite Fonksiyon Yayılımı metodu ile bulanık mantık çerçevesinde incelenmiştir[9].

Bulanık Analitik Ağ Süreci, Kalite Fonksiyon Yayılımı veya Tam Sayılı Lineer Programlama için tekil veya entegre çalışmalar daha önceden gerçekleştirilmiştir. Fakat Bulanık Analitik Ağ Süreci, Kalite Fonksiyon Yayılımı metotlarının bir arada bulunduğu kriter değerlendirme seti ile birlikte problem çözümünün Tam Sayılı Lineer Programlama metodu ile gerçekleştirildiği bir çalışmanın literatürde olmadığı görülmektedir. Bu sebeple bu çalışma içerisinde sunulan model Bulanık Analitik Ağ Süreci ve Kalite Fonksiyon Yayılımı metotları ile değerlendirme kriterleri için ağırlık belirleme ve çözüme Tam Sayılı Lineer Programlama ile ulaşma amacıyla hazırlanmıştır. Model içerisinde farklılık oluşturmak ve değerlendirmelerin daha rahat bir şekilde yapılabilmesi için kullanılacak olan Bulanık Ağ Süreci modeli olarak Ramik tarafından sunulan metot seçilmiştir[10]. Bu yönü ile çalışma literatürdeki örneklerden tamamen farklılaşmaktadır.

3. KALİTE FONKSİYON YAYILIMI

Kalite Fonksiyon Yayılımı metodu 1966 yılında Yoji Akao tarafından geliştirilmiştir ve 1972 yılında Standardization and Quality Control adlı dergideki “Development and Quality Assurance of New Products: A System of Quality Deployment” başlıklı yazı ile yayınlanmıştır [13].

Yoji Akao, Kalite Fonksiyon Yayılımı için “Müşteri tatminini amaçlayan, müşteri gereksinimlerini tasarım hedefleri haline getirip bunların en önemli kalite güvenceleri olmasını sağlayan ve bu anlayışın üretimin her noktasında kullanılmasını gerekli kılan, kalite tasarımının geliştirilmesi” tanımını yapmıştır [14].

Kalite Fonksiyon Yayılımı metodunda ürün planlama aşaması için kritik bir matris kullanılır(Şekil 3.1). Bu matris, müşterilerin satın alma davranışlarını etkileyen ürün tasarımı, üretim ve pazarlama unsurları ile birlikte işletme içi planlama becerisini geliştirmek için önemlidir[15].



Şekil 3.1. Kalite fonksiyon yayılımı matrisi [15]

Kalite Fonksiyon Yayılımı metodunun ana kapsamı ürün planlama, parça planlama, süreç planlama ve üretim planlama matrislerinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Her bir matristeki “nasıl” sorusu bir sonraki için “ne” sorusunun karşılığını oluşturmaktadır. Müşteri ihtiyaçları müşterilerin ne istediğini gösteren bir bilgi olarak matris içerisinde “Ne” sorusunun karşılığında listelenmektedir. Müşteriler dinlenilerek onların beklentileri oluşturulur. Müşteri beklentileri sonrasında temel ürün karakteristikleri belirlenir. Bu karakteristiklerin önemleri de matris içerisinde belirtilmiştir.

4. BULANIK ANALİTİK AĞ SÜRECİ

Analitik Hiyerarşi Süreci metodunun 7 ana direği Analitik Ağ Süreci için bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. Analitik Ağ Süreci içerisindeki hiyerarşiyi içermeyen bir ağ yapısı üzerine odaklanmıştır. Analitik Ağ Süreci metodu karşılaştırılan değişkenler arasındaki içsel ilişkileri de göz önünde tutarak vermek için önemli bir metottur[16].

Analitik Ağ Süreci metodunun ana olarak iki kısmı bulunmaktadır. İlk kısımda tüm ilişkileri gösteren kriter ve alt kriter seti yer almaktadır. İkinci kısımda ise küme ve elemanlar arasındaki ilişkileri gösteren bir ağ değerlendirilmektedir. Bu sayede Analitik Ağ Süreci metodu ile hem kümelerin iç elemanları hem de kümeler arası değerlendirme imkanı yer almaktadır[16].

Ana hedef tüm etkenlerin birbiri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Bu noktada öncelikle tüm kriterler belirli kümeler altında sınıflandırılır ve karşılaştırma işlemleri gerçekleştirilir[16].

Kriterler arası kontrolleri gerçekleştirmeden önce tüm kriterler ve kümeler arası ilişkiler belirlenir. Gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda süper matris olarak adlandırılan matris elde edilir[17].

$$W = \begin{matrix} & G & C & A \\ \text{Hedef}(G) & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \text{Kriter}(C) & \begin{pmatrix} W_{21} & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \text{Alternatifler}(A) & \begin{pmatrix} 0 & W_{32} & I \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (4.1)$$

Matris içerisindeki W_{21} vektörü hedeflerin kriterler üzerindeki etkilerini göstermektedir. W_{32} ise her bir alternatif üzerinde kriterlerin etkisini göstermektedir. W kendi

girdileri birer matris olduğu için süper matris olarak adlandırılmıştır. İç bağımlılıklar W_{22} matrisi ile gösterilmektedir.

$$W = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{pmatrix} \tag{4.2}$$

Matrislerin her birinde kullanılan değerlerin bulanık değerler olması ile birlikte yöntem Bulanık Analitik Ağ Süreci olarak isimlendirilmektedir. Karar vericinin seçimleri ve karşılaştırma matrisleri bulanık değerler kullanılarak aşağıdaki gibi oluşturulabilir [10]:

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} (a_{11}^l, a_{11}^m, a_{11}^u) & (a_{12}^l, a_{12}^m, a_{12}^u) & \dots & (a_{1n}^l, a_{1n}^m, a_{1n}^u) \\ (a_{21}^l, a_{21}^m, a_{21}^u) & (a_{22}^l, a_{22}^m, a_{22}^u) & \dots & (a_{2n}^l, a_{2n}^m, a_{2n}^u) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (a_{m1}^l, a_{m1}^m, a_{m1}^u) & (a_{m2}^l, a_{m2}^m, a_{m2}^u) & \dots & (a_{mn}^l, a_{mn}^m, a_{mn}^u) \end{pmatrix} \tag{4.3}$$

a_{mn} elemanı m (satur değeri) ile n (sütun değeri) arasındaki karşılaştırma değerini göstermektedir.

bulanık değerleri ağırlıklarının hesaplanması için kullanılan logaritmik en küçük kareler metodu hesaplama yöntemi ise Ramik tarafından aşağıdaki gibi formüle edilmiştir[10].

$$\tilde{w}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n. \tag{4.4}$$

$$w_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s \right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij}^m \right)^{1/n}}, \quad s \in \{l, m, u\}. \tag{4.5}$$

5. PARETO DİYAGRAMI

Bir tür kalite diyagramı olan Pareto diyagramı ismini 19. yüzyılda yaşamış İtalyan iktisatçı ve sosyolog Vilfredo Pareto'dan almaktadır. Vilfredo Pareto, gelir dağılımının eşit olmadığını göstermek amacıyla 1987 yılında bir çalışma gerçekleştirmiştir. [18]

Vilfredo Pareto'nun ilkesine benzer bir teori 1907 yılında Amerikan İktisatçı M.C. Lorenz tarafından geliştirilmiştir[18].

Pareto diyagramı prensibinde maliyet oluşturan hataların %20'sinin oluşan maliyetlerin %80'ine sebep olduğu belirtilmektedir. Her iki teoride de kullanılan oran 20/80 şeklinde gösterilmekte olup, Dr. J. M. Juran tarafından bu oran kullanılarak toplumun gelirinin %80'lik kısmının toplumdaki %20'lik bir gruba ait olduğu belirtilmiştir. Juran tarafından bu ilke Pareto Diyagramı olarak isimlendirilmiştir[18].

Pareto diyagramının uygulanması amacıyla;

- Hataya sebep olan tüm unsurlar sıralanır.
- Belirlenen bir zaman aralığında hataların gerçekleşme verileri tespit edilir.

- Veriler en büyük değerden en küçüğe sıralanır.
- Verilerin her birine ait toplam içindeki yüzde hesaplanır.
- Kümülatif dağılımları da gösterecek şekilde diyagram çizilir.
- Pareto diyagramı analiz edilerek yorumlar oluşturulur.

işlemleri gerçekleştirilir[19].

6. MODEL VE İŞLEM ADIMLARI

Karar Değişkenleri

Y_{ij} : Malzemenin tedarikçiden alım yapıma durumu: 0: Alım yok, 1: Alım var; i : Tedarikçi, j : Malzeme

NT_{ij} : Tedarikçiden alınan malzeme adedi i : Tedarikçi, j : Malzeme

T_j : j malzemesinden satın alımı yapılacak toplam adet

Parametreler

ZT_i : Tedarikçinin zaman boyutunda değerlendirme puanı

BT_j : Tedarikçinin bütçe boyutunda değerlendirme puanı

KT_i : Tedarikçinin kalite boyutunda değerlendirme puanı

ZM_{ij} : Malzemenin zaman boyutunda önem ağırlığı i : Tedarikçi, j : Malzeme

BM_{ij} : Malzemenin bütçe boyutunda önem ağırlığı i : Tedarikçi, j : Malzeme

KM_{ij} : Malzemenin kalite boyutunda önem ağırlığı i : Tedarikçi, j : Malzeme

FT_{ij} : Tedarikçiden alınan malzeme fiyatı i : Tedarikçi, j : Malzeme

B : Toplam bütçe

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Maks } z = \sum Y_{ij} * NT_{ij} * [ZT_i * ZM_{ij} + BT_i * BM_{ij} + KT_i * KM_{ij}] \quad (6.1)$$

Kısıtlar

$$\text{Malzeme Adet Kısıtı} \quad : \sum NT_{ij} = T_j \quad (6.2)$$

$$\text{Malzemenin en az bir tedarikçiden alınma kısıtları: Her } i \text{ için } \sum Y_{ij} \geq 1 \quad (6.3)$$

$$\text{Bütçe Kısıtı} \quad : \sum FT_{ij} * \sum NT_{ij} \leq B \quad (6.4)$$

$$\text{Negatif Olmama Kısıtları: } NT_{ij}, ZT_i, BT_j, KT_i, ZM_{ij}, BM_{ij}, KM_{ij}, T_j, FT_{ij}, B \geq 0 \quad (6.5)$$

İşlem Adımları

1. Yıllık olarak stratejik hedefler belirlenir.
2. Hedefler için W_{21} , hedeflerin değerlendirilmesi için kullanılan Bulanık Analitik Ağ Süreci matrisi, hesaplanır.
3. Hedefler için W_{22} , hedeflerin kendi aralarındaki ilişkinin değerlendirilmesi için kullanılan Bulanık Analitik Ağ Süreci matrisi, hesaplanır.
4. W_{21} ve W_{22} kullanılarak W_{HEDEFLER} , hedeflerin ağırlıklarını gösteren ana matrisi, hesaplanır.
5. Hedeflerle ilişkili projeler belirlenir
6. Proje sayısı fazlaysa ve azaltılması istenilirse projeler Pareto diyagramı uygulaması ile elenir.
7. Hedefler ve eleme sonrası kalan projeler Kalite Fonksiyon Yayılımı mantığı ile ilişkilendirilir ve Kalite Fonksiyon Yayılımı ile W_{32} , Projelerle hedeflerin birbiri ile ilişkisini Kalite Evi kullanarak gösteren matris, hesaplanır.

8. Projeler için W_{33} , Projelerin kendi aralarındaki ilişkinin değerlendirilmesi için kullanılan Bulanık Analitik Ağ Süreci matrisi, hesaplanır.

9. W_{32} ve W_{33} kullanılarak $W_{\text{PROJELER-HEDEFLER}}$, Projelerin hedeflerle ilişkisini değerlendiren ve projelerin kendi iç ilişkisini de içeren matris, hesaplanır.

10. $W_{\text{PROJELER-HEDEFLER}}$ ile W_{HEDEFLER} çarpılarak $W_{\text{PROJELERX}}$, Projelerin hedeflere göre değerlendirilerek ağırlıklandırıldığı, hedeflerin ve projelerin kendi iç dinamiklerini ve hedeflerle projelerin ilişkisini değerlendirerek hesaplanmış ana matris, hesaplanır.

11. Proje bazında malzemeler belirlenir.

12. Malzeme sayısı fazlaysa ve azaltılması istenilirse malzemeler bütçelerine göre Pareto uygulaması ile elenir.

13. Belirlenen malzemeler için proje adı ve malzeme adını içeren malzemeleri 3 boyutta ele alan önem değerlendirilmesi yapılır. Bu değerlendirme ile $W_{\text{MALZEMELER-PROJELER}}$, projeler içerisinde satın alınacak malzemelerin tamamı için 3 farklı boyutta (zaman, bütçe, kalite) malzemelerin projelerdeki önemini değerlendiren matris, hesaplanır.

14. $W_{\text{MALZEMELER-PROJELER}}$ ile $W_{\text{PROJELERX}}$ çarpılarak $W_{\text{MALZEMELERX}}$, malzemelerin projelerdeki önemini, projelerin stratejik hedeflerle ilişkilendirilmiş yapısı ile birleştiren ve tüm ağırlıkları içeren son matris (zaman, bütçe ve kalite boyutlarını içeriyor) hesaplanır.

15. Tedarikçi listesi oluşturulur.

16. Her bir malzemeden ne kadar alınabileceği belirlenir.

17. Toplam bütçe belirlenir.

18. Zaman sınırlamaları varsa bunlarla ilgili hususların yapılacak olan sözleşmelerde belirtileceği ve bu aşamada dikkate alınmayacağı öngörülmüştür.

19. $W_{\text{MALZEMELERX}}$ normalize edilerek modele dahil edilir.

20. Her bir tedarikçi her bir malzeme için 3 boyutta (zaman, bütçe, kalite) değerlendirilir.

21. Çözüm tam sayılı lineer programlama ile gerçekleştirilir.

Tüm model içerisinde önemli olarak yer alan varsayımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tedarikçiler belirlenirken kapasite sorunu olmayacağı varsayılmıştır.
- Mevsimsel fiyat etkileri göz ardı edilmiştir.
- Adetlere göre fiyatların azalması veya pazarlık unsurları göz ardı edilmiştir.
- Tedarik zamanının belirlenmesi ve sözleşme içerisindeki bu unsurlar göz ardı edilmiştir.

7. ÖNERİLEN MODEL İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI

Model tanıtımı ile birlikte detayları anlatılan teorinin uygulamadaki sonuçlarının değerlendirilmesi ve modelin bu yönde incelenmesi amacıyla model bir lojistik firmasında uygulanmıştır. Bu bölümde bu uygulama çalışması ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Firmanın bilgi gizliliği prensibi sebebiyle veriler etiketlenerek aktarılabilecek ve gerçek değerler gösterilmeyecektir.

7.1. Hedefler İçin Ağırlıkların Belirlenmesi

Firma Proje Ofisi ve Bilgi Teknolojileri Departmanı ile görüşülerek 2013 yılı hedefleri ile ilgili bilgi alınmıştır. Temel olarak 3 ana hedef üzerinde 2013 yılı projelerinin yoğunlaştığı bilgisine istinaden bu bölümde 3 hedef için uygulama gerçekleştirilmiştir.

Ramik Bulanık Analitik Ağ Süreci metodu ile birlikte hedefler değerlendirilerek W_{21} matrisi (hedeflerin değerlendirilmesi için kullanılan Bulanık Analitik Ağ Süreci matrisi) (Çizelge 7.1) oluşturulmuştur. Hedeflerin kendi aralarındaki ilişkilerini de değerlendirmek amacıyla W_{22} matrisi (Çizelge 7.2) hesaplanmış ve iki matrisin çarpımı ile W_{HEDEFLER} matrisi (Çizelge 7.3) elde edilmiştir. W_{HEDEFLER} matrisinin normalize edilmesi ile birlikte her bir hedef için önem puanları

görülmüştür(Çizelge 7.4). İlk iki hedef eş değer önemdeyken üç nolu hedef daha az öneme sahiptir.

Çizelge 7.1. W_{21} matrisi

W_{21}	L	M	U
H_1	0,374749	0,428981	0,472154
H_2	0,374749	0,428981	0,472154
H_3	0,118039	0,142039	0,187375

Çizelge 7.2. W_{22} matrisi

	S_1			S_2			S_3		
W_{22}	L	M	U	L	M	U	L	M	U
H_1	0	0	0	0,613141	0,750941	0,867112	0,5	0,5	0,5
H_2	0,613141	0,750941	0,867112	0	0	0	0,5	0,5	0,5
H_3	0,216778	0,249059	0,30657	0,216778	0,249059	0,30657	0	0	0

Çizelge 7.3. $W_{HEDEFLER}$ matrisi

$W_{HEDEFLER}$	L	M	U
H_1	0,288793	0,393159	0,503098
H_2	0,288793	0,393159	0,503098
H_3	0,162475	0,213683	0,289497

Çizelge 7.4. $W_{HEDEFLER}$ matrisi normalize değerler

	Normalize Edilmiş Değerler	Karşılaştırmalı Önem Puanları
H_1	0,395017	1,780277
H_2	0,395017	1,780277
H_3	0,221885	1

7.2. Projeler İçin Ağırlıkların Belirlenmesi

Hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilecek projeler Proje Ofisi ile birlikte yapılan görüşmeler ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde Proje Yöneticileri ve Direktör görüşleri de göz önünde bulundurulmuş ve ortak bir karar alınarak bu değerler matrislere dahil edilmiştir. Toplamda 9 adet proje bu kapsamda değerlendirilmiştir. Proje sayısının matris hesaplarında uygulamayı zorlaştırmayacak şekilde olması sebebiyle Pareto diyagramı uygulaması tercih edilmemiştir.

Hedefler ve projeler Kalite Evi yaklaşımı ile birleştirilerek bir matris oluşturulmuştur (Çizelge 7.6). Ayrıca projelerin kendi içlerindeki ilişkilerini inceleyen ayrı bir matris oluşturulmuştur(Çizelge 7.5). Her iki matrisin çarpımı ile $W_{PROJELER-HEDEFLER}$ matrisi elde edilmiştir(Çizelge 7.7).

Çizelge 7.5. W₃₃ matrisi

W ₃₃	P1			P2			P3			P4			P5			P6			P7			P8			P9					
	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U	L	M	U
P1	0,00	0,00	0,00	0,21	0,27	0,32	0,23	0,29	0,35	0,19	0,23	0,27	0,19	0,24	0,28	0,21	0,25	0,29	0,21	0,25	0,29	0,21	0,25	0,29	0,19	0,23	0,27	0,23	0,29	0,35
P2	0,15	0,18	0,21	0,00	0,00	0,00	0,14	0,16	0,18	0,15	0,18	0,21	0,15	0,18	0,21	0,14	0,16	0,18	0,14	0,16	0,18	0,14	0,16	0,18	0,14	0,16	0,18	0,15	0,18	0,21
P3	0,19	0,26	0,32	0,21	0,27	0,32	0,00	0,00	0,00	0,16	0,20	0,25	0,16	0,21	0,25	0,18	0,22	0,27	0,18	0,22	0,27	0,18	0,22	0,27	0,16	0,20	0,25	0,20	0,26	0,32
P4	0,11	0,13	0,15	0,08	0,10	0,12	0,11	0,13	0,15	0,00	0,00	0,00	0,09	0,11	0,13	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,12	0,11	0,13	0,15
P5	0,13	0,16	0,19	0,10	0,12	0,15	0,13	0,16	0,19	0,10	0,13	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10	0,12	0,14	0,09	0,11	0,13	0,09	0,11	0,13	0,10	0,12	0,14	0,13	0,16	0,19
P6	0,08	0,10	0,14	0,08	0,10	0,13	0,08	0,10	0,14	0,08	0,10	0,14	0,08	0,10	0,14	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07	0,10	0,06	0,07	0,10	0,06	0,07	0,10	0,06	0,08	0,11
P7	0,06	0,07	0,09	0,05	0,06	0,09	0,05	0,07	0,09	0,05	0,07	0,09	0,05	0,07	0,09	0,05	0,07	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06
P8	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04
P9	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Çizelge 7.6. W₃₂ matrisi

W ₃₂	H ₁			H ₂			H ₃		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U
P ₁	6	7	8	2	3	4	2	3	4
P ₂	2	3	4	6	7	8	2	3	4
P ₃	6	7	8	2	3	4	2	3	4
P ₄	2	3	4	6	7	8	2	3	4
P ₅	8	9	10	6	7	8	2	3	4
P ₆	2	3	4	2	3	4	6	7	8
P ₇	2	3	4	2	3	4	6	7	8
P ₈	2	3	4	2	3	4	6	7	8
P ₉	2	3	4	6	7	8	2	3	4

Çizelge 7.7. W_{PROJELER-HEDEFLER} matrisi

W _{PROJELER-HEDEFLER}	H ₁			H ₂			H ₃		
	L	M	U	L	M	U	L	M	U
P ₁	5,36	8,65	12,48	6,44	9,97	14,02	5,80	9,08	12,91
P ₂	4,31	6,54	8,99	4,04	6,24	8,67	3,90	5,97	8,28
P ₃	4,59	7,66	11,59	5,62	8,94	13,09	4,95	8,02	11,97
P ₄	2,82	4,22	5,86	2,44	3,78	5,37	2,38	3,64	5,16
P ₅	2,75	4,37	6,33	2,91	4,57	6,58	2,88	4,48	6,43
P ₆	2,29	3,66	5,90	2,34	3,73	5,99	1,61	2,79	4,76
P ₇	1,56	2,49	4,02	1,59	2,52	4,06	1,16	1,98	3,33
P ₈	1,07	1,71	2,78	1,09	1,73	2,81	0,85	1,43	2,40
P ₉	1,16	1,70	2,55	1,01	1,53	2,34	1,08	1,61	2,43

W_{PROJELER-HEDEFLER} ile W_{HEDEFLER} matrislerinin çarpılması ile birlikte W_{PROJELERX} matrisi (Çizelge 7.8) oluşturulmuştur. Böylelikle projelerin hedeflere göre değerlendirilerek ağırlıklandırıldığı, hedeflerin ve projelerin kendi iç dinamiklerini ve hedeflerle projelerin ilişkisini değerlendirerek hesaplanmış ana matris elde edilmiştir.

Çizelge 7.8. $W_{\text{PROJELERX}}$ matrisi

$W_{\text{PROJELERX}}$	L	M	U
P ₁	4,3487	9,260715	17,07417
P ₂	3,045188	6,299788	11,28194
P ₃	3,753626	8,238807	15,88233
P ₄	1,906962	3,924608	7,14266
P ₅	2,101875	4,470485	8,360605
P ₆	1,599426	3,500785	7,363322
P ₇	1,56	2,49	4,02
P ₈	1,07	1,71	2,78
P ₉	1,16	1,70	2,55

Elde edilen son matris üzerinden normalizasyon işlemi yapılması ile birlikte yeni önem puanları projeler bazında elde edilmiştir (Çizelge 7.9).

Çizelge 7.9. $W_{\text{PROJELERX}}$ matrisi normalizasyon

$W_{\text{PROJELERX}}$	Normalize Değerler	Karşılaştırmalı Önem Puanları
P ₁	10,23	5,50
P ₂	6,88	3,70
P ₃	9,29	4,99
P ₄	4,32	2,32
P ₅	4,98	2,68
P ₆	4,15	2,23
P ₇	2,84	1,53
P ₈	1,98	1,06
P ₉	1,86	1,00

7.3. Projelerde Satın Alınacak Malzemelerin Belirlenmesi ve Zaman, Bütçe, Kalite Açısından Değerlendirilmesi

Modelin bu aşamasında projelerde tedarik edilecek malzemelere ait değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla değerlendirmeler hem proje yöneticileri hem de Satın Alma Bölümü ile birlikte Proje Ofisi koordinasyonunda yapılmıştır.

Tüm projeler için tedarik edilecek malzemeler belirlenerek konsolide bir liste oluşturulmuştur. Bu listenin içerisinde 48 adet malzeme olması sebebiyle bu aşamada malzeme listesi için Pareto diyagramı uygulamasına gereksinim bulunmadığı düşünülmüştür.

Her bir malzeme tüm projelerle eşleştirilecek şekilde Ramik Bulanık Analitik Ağ Süreci metoduna uygun olacak bir değerlendirme ile puanlanmıştır.

- 1,1,1: Önemsiz
- 2,3,4 : Düşük Dereceli Önem
- 4,5,6: Orta Dereceli Önem
- 6,7,8: Yüksek Dereceli Önem
- 8,9,10: Çok Yüksek Dereceli Önem

7.4. Tedarikçi Listesi, Değerlendirmeler ve Çözüm

Tedarikçi listesi değerlendirmesi Satın Alma Bölümü ile oluşturulmuştur. Bu aşamada öncelikle tüm malzemeler için alternatif tedarikçiler belirlenmiştir. Malzemelerin tek bir tedarikçiden alınması zorunlu ise bu durumda tek bir alternatif dahil edilmiştir. Her bir tedarikçi malzemeler bazında fiyat, kalite ve zaman açısından 10 üzerinden performans değerlendirmesine tabi tutulmuştur. Ayrıca malzemelerin tedarikçilerden satın alınabileceği tutarlar için de değerlendirme yapılmıştır. Fiyat bilgilerinin gizlilik sebebiyle uygulama içerisinde belirli bir yöntemle değiştirilerek verilmiştir.

Bu aşamadaki diğer bu husus tedarik edilecek malzemelerin adetleri ve tahmini bütçelerinin oluşturulmasıdır. Bu veriler her bir projenin maliyet yönetim planından alınarak uygulamaya dahil edilmiştir.

Model çözümü iki ayrı uygulama içerisinde gerçekleştirilmiştir. Open Solver ve Analytic Solver Platform uygulamaları kullanılarak her iki uygulama içerisinde de aynı sonuçların alındığı görülmüştür. Uygulamalar içerisinde yöntem olarak bir farklılık bulunmamasına rağmen değişken sayıları, parametre sayıları ve kısıtlar yönünden sınırlandırmalar yer almaktadır. Ayrıca uygulamaların çalıştırıldığı arayüzler ve veri giriş arayüzleri değişiklik göstermektedir. Her iki uygulamayı da kullanarak sonuçların uygulamadan etkilenme durumu ortadan kaldırılmıştır. Analytic Solver Platform üzerinde model değişkenleri tanımlanırken malzemelerin tedarik edilebileceği tedarikçiler göz önünde bulundurularak 105 adet değişken kullanılmıştır. Bu değer Solver uygulaması üzerinde modelin tedariklerin mümkün olmadığı tedarikçilere çözümün yönelip yönelmediğini gözlemek için daraltılmamış ve 1728 (36 tedarikçi ve 48 malzeme) adet değişkenle çözüm gerçekleştirilmiştir.

Modelin uygulanması ile birlikte her bir malzeme için hangi tedarikçilerden ve kaç adet tedarik gerçekleştirilmesi gerektiği bilgisi elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 7.10'da yer almaktadır.

Tüm sonuçlar Satın Alma Bölümü ile paylaşılarak karşılıklı değerlendirme sürecine tabi tutulmuştur. Model sonucunda ortaya konulan çözüm ile gerçekleşmesi istenilen tedarik planı arasında %100 uyum olduğu görülmüş ve sonuçlar firma tarafından doğrulanmıştır.

Çizelge 7.10. Sonuç değerleri

Malzeme	Tedarikçi	Adet	Malzeme	Tedarikçi	Adet
T ₁	S ₁₅	1	T ₂₅	S ₉	1
T ₂	S ₁₈	36	T ₂₆	S ₂₂	25
T ₃	S ₁₈	259	T ₂₇	S ₁₈	40
T ₄	S ₂₈	2500	T ₂₈	S ₁₈	140
T ₅	S ₂₁	1	T ₂₉	S ₂₂	10
T ₆	S ₂₁	1	T ₃₀	S ₂₆	200
T ₇	S ₂₁	4	T ₃₁	S ₃₃	1
T ₈	S ₂₁	1	T ₃₂	S ₁₈	3
T ₉	S ₃₄	3	T ₃₃	S ₁₈	3
T ₁₀	S ₂₅	2	T ₃₄	S ₁₈	1
T ₁₁	S ₂₂	1	T ₃₅	S ₁₁	2
T ₁₂	S ₁₄	2	T ₃₆	S ₈	4
T ₁₃	S ₅	1	T ₃₇	S ₉	1
T ₁₄	S ₃₃	291	T ₃₈	S ₂₆	7
T ₁₅	S ₃₃	1	T ₃₉	S ₂₆	3
T ₁₆	S ₇	40	T ₄₀	S ₂₆	36
T ₁₇	S ₇	415	T ₄₁	S ₇	1
T ₁₈	S ₇	580	T ₄₂	S ₇	1
T ₁₉	S ₇	1	T ₄₃	S ₂₂	3
T ₂₀	S ₃₃	1	T ₄₄	S ₇	1
T ₂₁	S ₂	1	T ₄₅	S ₂₄	1
T ₂₂	S ₁₅	1	T ₄₆	S ₃	1
T ₂₃	S ₂	200	T ₄₇	S ₁₇	10
T ₂₄	S ₇	2	T ₄₈	S ₁₈	3

7.5. Modelin Senaryolarla Denenmesi

Modelin farklı senaryolarda denenerek sonuçların incelenmesi ve modelin davranışlarının gözlenmesi amaçlanarak 5 farklı senaryo ile deneme gerçekleştirilmiştir.

- **Fiyat Artış Senaryosu:** Çözüme göre 7 nolu tedarikçiden alınması gerektiği belirtilen 17 nolu malzemenin fiyatı %50 artırılarak model yeniden izlenmiştir. Bu durumda modelden beklenti bütçenin yetersiz kalması sebebiyle tedarikçiler arasında bütçeye uygun olanı seçerek çözümü güncellenmesidir.
- **Bütçe Yetersizliği:** Fiyat artış senaryosunda fiyat artışına istinaden bütçe içinde kalacak şekilde çözümü güncelleyen model bu defa 7 nolu tedarikçinin alternatifi olan 12 nolu ve 1 nolu tedarikçi fiyatlarını da aynı değere taşıyarak yeniden uygulanmıştır. Bu durumda fizibil bir çözüm bulunamaması beklenmektedir.
- **Fiyat ve Önem Puanları:** İlk senaryoda fiyatı artışı yapılan 7 nolu tedarikçiye ek olarak 12 nolu tedarikçinin fiyatı da aynı seviyeye getirilmiştir. Bu durumda modelin bu tedarikçilerin önem puanlarına göre hareket etmesi beklenmektedir.
- **Düşük Fiyat ve Önem Puanları:** Fiyat ve önem puanları ilk senaryosunda aynı fiyata getirilen 7 nolu ve 12 nolu tedarikçilerden 12 nolu tedarikçinin fiyatı %50 artış yerine %25 artış ile güncellenmiştir. Bu durumda 1 nolu tedarikçi en ucuz, sonrasında 12 nolu tedarikçi ve sonrasında 7 nolu tedarikçi olacak şekilde fiyatlar güncellenmiştir.
- **Önem Puanı Değişikliği:** Tedarikçilerin önem puanları ile ilgili güncelleme yaparak modelin davranışı izlenmiştir. Bu uygulamada 7 nolu tedarikçi ile 12 nolu tedarikçinin önem puanları aynı seviyeye getirilmiş ve 7 nolu tedarikçinin fiyatındaki %50 artış durumu korunarak devam edilmiştir. Modelin aynı önem puanına sahip fakat fiyat olarak az olan 12 nolu tedarikçiyi seçmesi beklenmektedir.

Her bir senaryo ile model sonuçlarının istenilen sonuçlara uygun olduğu görülmüştür.

7.6. Duyarlılık Analizi

Model uygulaması Analytic Solver Platform ile birlikte gerçekleştirildikten sonra bu uygulamada yer alan sonuçlar incelenmiştir.

Model uygulaması toplamda 48,08 saniye sürmüştür ve bu süre içerisinde çözüme ulaşılmıştır. Aynı uygulama için Open Solver üzerinde gerçekleştirilen ve 1728 değişkenden oluşan modelin çözümü daha kısa süre almaktadır. Fakat Open Solver duyarlılık analizi raporları sunmadığı için Analytic Solver Platform ile sonuçlar aktarılmaktadır. Modelin uygulanması ile ilgili sürece ait bilgiler Şekil 5.4'te gösterilmektedir.

```

---- Start Solve ----
No uncertain input cells.
Using: Full Reparse.
Parsing started...
Diagnosis started...
Convexity testing started...
Model diagnosed as "LP/MIP".
Automatic engine selection: Gurobi Solver V5.5.0.0
Model: [AnalyticSolverPlatform.xlsx]Modelleme
Using: Psi Interpreter
Parse time: 5,55 Seconds.

Engine: Gurobi Solver V5.5.0.0
Setup time: 0,20 Seconds.

Engine Solve time: 0,00 Seconds.

Integer solution found within tolerance.
Solve time: 48,08 Seconds.

```

Şekil 7.1. Analytic solver platform çözüm süreci

Analytic Solver Platform üzerindeki model uygulamasında modelin tanıtımı ile ilgili rapor Şekil 5.5'te gösterilmektedir.

Microsoft Excel 12.0 Structure Report
Worksheet: [AnalyticSolverPlatform.xlsx]Modelleme
Report Created: 12.12.2013 6:36:26 PM
Model Type: LP/MIP Assumption: NLP

Statistics

	Variables	Functions	Dependents
All	105	50	304
Smooth	105	50	304
Linear	105	50	304

Şekil 7.2. Analytic solver platform model raporu

Amaç fonksiyonu için maksimizasyon hedefi bulunmaktaydı, modelle birlikte maksimum değer elde edilerek çözüme ulaşıldı.

Çizelge 7.11. Amaç fonksiyonu değeri

Objective Cell (Max)	Cell	Name	Original Value	Final Value
	\$N\$213	Value Added	308775,7726	308775,7726

Model içerisindeki önemli kısıtlardan toplam bütçe kısıtı çözümde 10.836 TL bütçe altında kalınarak korundu.

Çizelge 7.12. Bütçe kısıtı

Cell	Name	Formula	Status	Slack
\$D\$105	Toplam Bütçe Expected Cost	\$D\$105>=\$O\$213	Not Binding	10836,45

Modelin diğer kısıtları olan tedarik sayılarının talep sayılarına eşit olması ile ilgili sonuçlar ayrıca rapor olarak alınmıştır.

8. MODEL SONUCU VE ÖNERİLER

3 adet hedefle başlanılan model içerisinde 9 proje için toplamda 48 çeşit malzemenin 36 adet tedarikçiden satın alınabileceği belirtilmişti. Çalışma içerisinde hedeflerin önem puanları belirlenerek bir sıralama elde edilmiştir. 9 adet projenin birbirleri arasındaki önemleri ve bu önemin hedeflerle birleştirilmesi sonrasında hedeflerle ağırlıklandırılmış projeler önem sıralaması belirlenmiştir.

Projelerde tedarik edilecek tüm malzemeler ve bu malzemelerin projeler için zaman, kalite ve maliyet değerlendirmeleri gerçekleştirildikten sonra oluşturulan matris hedeflerle ağırlıklandırılan projeler önem matrisi ile birleştirilmiştir. Sonuç olarak elde edilen önem puanları malzemeler bazında zaman, kalite ve maliyet önemlerini gösterilmiştir.

Malzemelerin her birinin tedarik edilebileceği tedarikçi firmalar belirlenerek her bir firma için zaman, maliyet ve kalite açısından değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Malzemeler ve tedarikçiler için yapılan değerlendirme sonuçları model içerisinde malzeme adet ve bütçe kısıtları ile birleştirilerek çözüme ulaşılmıştır.

Çözüm süresi, modelin hızlı bir şekilde çalıştığını ortaya koyacak şekilde ve beklenen düzeyde olduğu görülmüştür. Modelde matrislerin oluşturulması amacıyla gerçekleştirilen değerlendirmeler için kullanılan süreleri kontrol altında tutmak için modele Pareto diyagramı metodu da dahil edilmiştir.

Çözümde istenilen bütçe içerisinde kalınarak tam olarak istenilen malzeme adetlerinin karşılandığı bir tedarik planı oluşturulmuştur.

Model ile ilgili önemli konulardan birisi varsayım olarak ortaya konulan hususlardır. Aşağıda yeniden belirtilen bu hususlarla ilgili olarak çalışmalar yapılarak modelin geliştirilmesi mümkündür.

- Tedarikçiler belirlenirken kapasite sorunu olmayacağı varsayılmıştır.
- Mevsimsel fiyat etkileri göz ardı edilmiştir.
- Adetlere göre fiyatların azalması veya pazarlık unsurları göz ardı edilmiştir.
- Tedarik zamanının belirlenmesi ve sözleşme içerisindeki bu unsurlar göz ardı edilmiştir.

Model üzerinde yapılacak yenilikler ve geliştirmeler açısından kapasite sorunu, mevsimsel fiyat etkileri ve adetlere göre fiyatların azalması konuları değerlendirilebilir.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Talluri, S., Narasimhan, R., (2004). "A methodology for strategic sourcing", *European Journal of Operational Research*, 154(1):236-250.
- [2] PMI 99-001, (2004). *Project Management Body of Knowledge*, ANSI, 6, Pennsylvania.
- [3] Dickson, G.W., (1966). "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of Purchasing* 2/1, 5-17.
- [4] Charles, A. W., John, R. C. ve Benton, W. C., (1991). "Vendor selection criteria and methods", *European Journal of Operational Research*, 50:2-18.
- [5] Zeger D., Eva, L. ve Filip, R., (1999). "An evaluation of vendor selection models from a total cost of ownership perspective", *European Journal of Operational Research*, 125:34-58.
- [6] Luitzen de, B. ve Eva, L., (2001). "A review of methods supporting supplier selection", *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7:75-89.
- [7] William H., Xiaowei, X. ve Prasanta, K., (2010). "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review", *European Journal of Operational Research*, 202:16-24.
- [8] Buyukozkan, G., Ertay, T., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2004). "Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach", *International Journal of Intelligent Systems*, 19:443-461.
- [9] Ertay, T., Buyukozkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2005). "Quality function deployment implementation based on analytic network process with linguistic data: An application in automotive industry", *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 16:221-232.
- [10] Ramik, J., (2007). "A Decision System Using ANP and Fuzzy Inputs", *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, ICIC International, 3(4):825-837.
- [13] Çelik, M., Cebi, S., Kahraman, C., Er, I.D., (2009). "An integrated fuzzy QFD model proposal on routing of shipping investment decisions in crude oil tanker market", *Expert Systems with Applications*, Volume 36 (3):6227-6235.
- [14] Yoji, A., (1990). *Quality Function Deployment Integrating Customer Requirements Into Product Design*, Productivity Press, Massachusetts.
- [15] Cohen, L., (1995). *QFD: How to Make QFD Work for You*, Addison-Wesley Publishing, New York.

- [16] Saaty, T.L., (1999). Fundamentals of the analytic network process , ISAHP Kobe.
- [17] Saaty, T. L. and Vargas, L. G., (1998). “Diagnosis with Dependent Symptoms: Bayes Theorem and the Analytic Hierarchy Process”, Operations Research, Vol 46:491-502.
- [18] Wikipedia, Pareto Diyagramı, http://tr.wikipedia.org/wiki/Pareto_diyagram%C4%B1, 10 Aralık 2013.
- [19] Özcán, S., (2001). “İstatiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayinde Bir Uygulama”, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi 2: 153.