

LOJİSTİK TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE AKSİYOMATİK TASARIM TEKNİĞİ UYGULAMASI¹

Ayhan Demirci²

Makale İlk Gönderim Tarihi / Recieved (First): 12.12.2019

Makale Kabul Tarihi / Accepted: 14.01.2020

Özet

Üretimde girdi kullanımlarının artması ve üretim süreçlerinin her geçen gün karmaşık bir boyut kazanması, firmaların tedarikçi seçimini de önemli ölçüde etkilemektedir. Talepteki olası dalgalanmalara karşı, tedarikçilerin gerekli reaksiyonu gösterememeleri halinde hem firma karlılığı zafiyete uğrayacak ve hem de güvenilirlik sorunuyla karşı karşıya kalınacaktır. Dolayısıyla doğru tedarikçilerle çalışmak başta firmanın üretim maliyetleri olmak üzere hayatta kalmasında stratejik öneme sahiptir. Günümüzde tedarikçi seçimine yönelik çok sayıda bilimsel tabanlı uygulamaya rastlamak mümkündür. Özellikle son yıllarda önemli gelişmelerin görüldüğü çok kriterli karar verme tekniklerinde, karar aşamasında birçok parametreyi barındıran ve rasyonel seçim yapmaya olanak sağlayan uygulamalar gelişmiştir. Bu sayede karar vericiler, çoğu zaman belirsizlik içeren ve birçok kriterin etkisi altında kalan çeşitli alternatifler arasında doğru olanı belirlemede zorlanmamaktadırlar. Çalışmada çok kriterli karar verme teknikleri arasında yaygın olarak kullanılan ve birçok kriterin etkisindeki farklı alternatifler arasında en iyi olanı belirlemek amacıyla geliştirilen bir yaklaşım olan 'Aksiyomatik Tasarım' tekniği kullanılmış ve bu yöntemle lojistik tedarikçi seçimi yapılmıştır. Yöntem, sağladığı uygulama kolaylığı ve nitel/nicel kriterleri birlikte kullanabilmesi sayesinde önemli bir ayrıcalığa sahiptir. Uygulamada; kurumsal altyapı, ekonomik güç, lojistik konum, tedarik süresi ve ürün birim fiyatı kriterleri kullanılarak hem firmanın beklentileri ve hem de alternatif tedarikçilerin bu beklentileri karşılayabilme potansiyelinin alt ve üst sınırları belirlenmiş ve aksiyomatik tasarım tekniği ile yapılan analiz neticesinde en uygun tedarikçinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, tedarikçi seçimi, çok kriterli karar verme teknikleri, aksiyomatik tasarım.

APPLICATION OF AXIOMATIC DESIGN TECHNIQUE IN LOGISTICS SUPPLIER SELECTION

Abstract

The increasing use of inputs in production and the becoming complexity of production processes affect the selection of suppliers. In case of failure of suppliers to react against possible fluctuations in demand, both the profitability of the firm will decrease and the reliability problem will be faced. Therefore, working with the right suppliers has a strategic importance in the survival of the firms, especially in production costs. Nowadays, it is possible to find many scientific-based applications for supplier selection. Especially in the multi-criteria decision-making techniques, where significant developments have been observed in recent years, applications that contain many parameters and enable rational selection have been developed. In this way, decision-makers often have no difficulty in determining the right choice among the various alternatives that involve uncertainty and are influenced by many criteria. In this study, axiomatic design, which is commonly used among multi-criteria decision-making techniques and which is developed to determine the best one among different alternatives under the influence of many criteria, has been used to select a supplier for logistic sector by using this method. The method has an important privilege due to its ease of application and its ability to use qualitative/ quantitative criteria together. In application; by using the criteria of corporate infrastructure, economic power, logistic location, supply time and product unit price, both the expectations of the company and the upper and lower limits of the potential of alternative suppliers to meet these expectations were determined and as a result of the analysis performed with axiomatic design technique, the most suitable supplier was determined.

Key Words: Logicstic, supplier selection, multi criteria decision making techniques, axiomatic design.

¹ 28-29 Kasım 2019 tarihinde yapılan ULUK 2019 3. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi (Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep)'te sunulan bildiriden üretilmiştir.

² Dr. Öğr. Üyesi, Toros Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, ayhan.demirci@toros.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3788-4586

1. Giriş

“Dünya Düzdür” adlı eserindeki temel argümanları ortaya koyarken Thomas L. Friedman (2006) özellikle on temel düzleştiriciden bahsetmektedir. Dünyanın düz olarak algılanmasına sebep olan bu on düzleştiricinin beş tanesinin doğrudan, kalan diğer beşinin ise dolaylı olarak lojistik saha ile ilişkili olması belki de bir tesadüftür. Ancak lojistiğin geçmişte olduğu gibi günümüzde de bu denli önemli ve hayati olması asla bir tesadüf olarak görülmemelidir. Ancak şu mutlak bir gerçektir ki son yıllarda tüketiciler açısından bakıldığında, talep edilen herhangi bir ürünün, dünyanın herhangi bir noktasından temin etmek, düz dünyanın getirdiği en önemli kolaylıkların başında gelmektedir.

İşte bu noktada gerek rekabetçi koşulların sağladığı bir avantaj olarak görülen ve gerekse fiyat ve kalite avantajını da beraberinde sunan bir pazar olanağının birleştirildiği bu koşullarda, tedarikçilerin de dikkatlerini farklı alanlarda toplamak zorunda kalacakları açıktır. Bu durum bir yandan maliyet etkinliği sağlarken, diğer yandan da kaliteli bir sunum, esnek pazar ve üretim koşullarına uyum sağlayabilme gibi farklı alanları da göz önüne almalarını zorunlu kılmaktadır.

İşletmeler karlılık ve rekabetçi koşulların sürdürülebilirliği açısından temel argüman olarak maliyet etkinliği ön plana çıkardıklarına göre, bu noktada maliyet avantajını meydana getiren ana konulara odaklanmaları gerekecektir (Ceran ve Alagöz, 2007: 153-175).

Üretim süreçlerinin benzerliği, hammadde temin olanaklarının eşit koşullara tabi olduğu ve nihayet pazarın aynı mesafede olduğu dikkate alınır, maliyet etkinlik için oldukça önemli konuların başında doğru tedarikçilerle çalışmak gelmektedir. Tedarikçi seçimi, işletmeleri en fazla meşgul eden konuların başında gelmektedir. Çünkü doğru seçilen bir tedarikçi, üretimin aksamaması ve dolayısıyla sürdürülebilir rekabet anlayışına önemli katkılarda bulunacaktır. Bunun tam aksine yanlış bir tedarikçi üretimin aksamamasına ve büyük bir ihtimalle müşteri memnuniyetsizliği ve buna bağlı olarak rekabet edememe ve hatta pazarda kalamama sonucuna neden olacaktır.

Bu bağlamda çalışmanın giriş bölümünü takip eden ikinci bölümünde; tüm süreçlerde olduğu gibi, özellikle lojistik faaliyetlerde de başlangıçta yer alan ve sürecin sağlıklı işleminin çıkış noktasını temsil eden tedarikçi seçiminin önemi üzerinde durulmuş ve literatürde konuya ilişkin çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde; günümüzde yaygın olarak başvuru alan önemli karar destek mekanizmaları olan çok kriterlik karar verme teknikleri ile ilgili genel bilgiler ile aksiyomatik tasarım tekniğinin yapısı tanıtılmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde; literatüre dayanarak belirlenen kriterler, uzman görüşü alınarak ağırlıklandırılmış ve üç alternatif tedarikçinin örnek değerlendirmesi yapılarak yöntemin, bu alanda da uygulanabilirliği ortaya konmuştur. Nihayet son bölümde elde edilen bulgular tartışılarak, daha sonra yapılabilecek benzer çalışmalarda dikkate alınmak üzere önerilerde bulunulmuştur.

2. Tedarikçi Seçimi Problemi

İşletmelerin kuruluş ve varlık amacı büyüme ve pazar payını artırmaktır. İşletmelerin bu amaçlarına ulaşmaları ise rekabet avantajı elde etmelerine ve müşteri memnuniyeti oluşturmalarına dayanmaktadır. İşte bu noktada tedarikçilerin, işletmelerin bu amaçlarına ulaşma/ulaşmama sonucunu doğrudan veya dolaylı olarak etki ettikleri görülmektedir. Günümüzdeki üretim stratejileri dikkate alındığında işletmelerin, kendi ihtiyacı olan hammadde ve yarı mamul ürünlerin işletme içerisinde üretilmesi yaklaşımını süratle terk ettikleri görülmektedir. Bunun yerine işletmeler, kendi ana faaliyet alanlarında uzmanlaşarak diğer ihtiyaçlarını ise yine bu alanlarda uzmanlaşmış olan tedarikçilerden sağlama yolunu tercih etmektedirler. İşletmeler, günümüzde bir taraftan pazarlama, yenilikçilik ve farklılaştırma stratejilerine odaklanırken diğer taraftan operasyon süreleri ve maliyetlerin istenilen seviyelere çekilmesinde tedarikçilerden daha fazla yararlanmaktadırlar (Erdal, 2014: 293).

Tedarikçi seçimi lojistik faaliyet alanları içerisinde belki de en karmaşık olanıdır. Dışsal etkiye sahip olan ve çoğu zaman işletmelerin kendi inisiyatiflerinin dışında kalan bu konu, sonuçları itibariyle işletmeyi derinden etkilemesi nedeniyle, aslında son derece önemlidir.

Kelime anlamıyla lojistik; ürünlerin tedarikçilerden müşterilere doğru olan akışı boyunca tüm süreçlerin optimizasyonu ile ilgilenmektedir. Bu sadece bir süreç gibi görünmekle birlikte, aslında bilişim tabanlı bir faaliyetler zincirini; pazarın gerekliliklerine bağlı olarak üretim gerekliliklerinin ve dolayısıyla hammadde gerekliliklerinin planlanması anlamına gelen bir faaliyetler bütünü ifade etmektedir (Waters, 2003: 24). Bu anlamıyla lojistik; dağıtım, depolama vb. süreçleri sayesinde, ekonomideki diğer tüm sektörlerin tamamlayıcısı bir rol oynamaktadır.

Lojistik Derneği tarafından lojistik; “Taşımacılık, depolama, paketleme ve katma değerli hizmetleri muayene, gözetim ve denetim, sipariş yönetimi, stok yönetimi, sigorta ve gümrük faaliyetlerinin bütünü” şeklinde tanımlanmaktadır (www.loder.org). Lojistik Yönetim Konseyi tarafından en genel haliyle yapılan tanıma göre ise lojistik; “Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere hammaddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkin ve verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketinin ve depolanmasının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir” şeklinde tanımlanmıştır (Duruel ve Görçün, 2016: 14).

Tanımlardan da anlaşılacağı üzere lojistik faaliyetlerin ilk çıkış noktası tedarikçilerden başlamaktadır ve hangi süreç olursa olsun bir sürecin çıkış noktasını oluşturan başlangıç noktası, sürecin sağlıklı işlemesi ve planlandığı şekilde sonuçlanması için son derece önemlidir.

Bir ürüne dair yürütülen her türlü faaliyetin, lojistiğin faaliyet konuları arasında olduğunu belirtmek çok da abartılı bir yaklaşım olmayacaktır. Zira yukarıda belirtildiği üzere, çıkış noktasından itibaren günümüze kadar yüklendiği ilave konular da dikkate alınırsa ürünün, üretilmesi fikri ve tasarımı aşamasından başlayarak müşteri ile buluşmasına ve hatta elden çıkarılması sürecine kadar yaşanan her noktada lojistikten bahsetmek gerekecektir.

Her bir ürünün müşteri ile buluşmasında aktif rol oynayan lojistiği, maliyet boyutunun da bir o kadar önemli olacağı açıktır. Ancak bu maliyetlerin, müşteri açısından herhangi bir katma değer ifade etmemesi de maliyet etkinlik açısından konunun önemini daha da artırmaktadır. Bu noktada lojistik ana fonksiyon sahalarının çok iyi tahlil edilmesi ve maliyet iyileştirme çalışmalarında bu noktaların göz önünde bulundurulması da ayrıca önem arz etmektedir.

Günümüzde bu alanda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu lojistik ana fonksiyon sahaları içerisine; talep tahmini, sipariş yönetimi, satın alma ve tedarik, stok yönetimi, taşıma ve ulaştırma, malzeme elleçleme, ambalajlama, depolama, müşteri hizmetleri gibi birçok faaliyet üzerinde durmuşlardır (Stock ve Lambert, 2001: 19-25; Şengel, 2012: 28-45; Gümüş, 2012: 11-19; Murphy ve Knemeyer, 2016: 16-18).

Burada en önemli konu ise yukarıda belirtilen tüm faaliyetlerin hem başlangıç noktasını temsil eden ve hem de tüm bu faaliyetlerle bir şekilde ilişkili olan tedarikçi yönetimidir. Zira bu konuda yapılan hatanın telafisinin mümkün olmayacağı ve dışsal olma özelliği nedeniyle çoğu zaman yönetiminin de diğer konular kadar kolay olmayacağı açıktır.

Bu noktada maliyet kavramının da ele alınmasında yarar görülmektedir. Tanım olarak maliyet; “mal ya da hizmet için yapılmış giderlerin ve diğer fedakarlıkların para cinsinden toplam tutarı veya bir mamul ya da hizmeti satın almak için yapılan ödeme veya ödeme vaadi” şeklinde ifade edilebilir (Bursal ve Ercan, 1998: 14). Bu açıdan bakıldığında lojistik maliyetlerin, müşteri açısından bir şey ifade

etmeyeceği belirtilebilir. Çünkü müşteri satın aldığı ürünün kendisinde yarattığı doyumla ilgilenmekte, o ürünün kendisine ulaşana kadar geçirdiği safhalarla ilgilenmemektedir.

Artan küresel rekabet, maliyetler konusunda işletmeleri yoğun tedbirler almaya zorlamaktadır. Birçok üretim hattında girdilerin ve hatta ürünlerin fiyatlarında, işletmelerin söz hakkı olmadığı göz önüne alındığında, maliyetlerin sadece lojistik faaliyetlerden etkilenebileceği açıktır. Günümüzde işletmeler, hammadde ve yarı mamul tedarik ederlerken tedarikçilerinin fiyatlarının, ürün satışlarında ise rakiplerinin ve müşteri beklentilerinin baskısı altında kalmaktadırlar. Dolayısıyla kâr artırmak, piyasa koşullarında rekabet ederek hayatta kalabilmek ve hatta bu koşullarda söz sahibi olmak isteyen işletmeler, girdi ve ürün fiyatlarını etkileyemediklerine göre, ikisinin arasında yer alan lojistik faaliyetlerin maliyetlerini etkilemek zorunda kalacaklardır.

Lojistik faaliyetlerde maliyetlerin kontrol altına alınması için; bayilerle sıkı işbirliği sağlanması, elektronik ticaret olanaklarından etkin bir şekilde yararlanılması, merkezi tedarik ve etkin stok planlaması yapılması, optimizasyon yönetimine uygun yazılımların kullanılması, dış kaynak kullanımının öne çıkarılması, üretim planı, stok planı, müşteri hizmetleri ve dağıtım, ulaştırma olanaklarının entegrasyonu, getirisi olmayan müşteri ve üretim hatlarının eliminasyonu, tedarik zinciri fonksiyonlarının merkezileştirilerek etkin yönetimi gibi bir dizi önlemlerin alınması yararlı olacaktır (Donath vd., 2002: 119-122).

En yalın haliyle bile tedarikçiler, üretim tesisleri, depolar, dağıtım merkezleri, toptancılar, perakendeciler, son kullanıcılar gibi elemanlardan meydana gelen lojistik ağ yapısı, bütünlük bir sistemi ifade etmektedir. Sistemin tasarımı da özellikle tedarikçilerin seçimi ve bunların konumu, üretim yeri ile depo ve dağıtım merkezlerinin lokasyonu ve bunlar arasındaki taşıma, ulaştırma gibi tüm alt süreçlerin belirlenmesini içeren komplike bir çalışmayı gerektirmektedir (Uludağ, 2013: 191).

Maliyet optimizasyonu konu edildiğinde, lojistik ana fonksiyon sahalarında yer alan bazı hususların, özellikle yönetsel tedbirler gerektirdiği ve mutlak surette bilimsel yaklaşımlarla ele alınması gerektiği bilinmelidir. Son zamanlarda lojistik ana fonksiyon sahalarındaki; talep tahmini ve sipariş faaliyetleri, stok ve depolama faaliyetleri, taşıma ve ulaştırma faaliyetleri, kuruluş yeri seçimi, tedarikçi seçimi ve personel planlaması gibi bazı konuların bu kapsamda tartışıldığı gözlenmektedir.

Çalışmanın kapsamı dahilinde ele alınan tedarikçi seçiminin önemi gitgide artmaktadır. Dolayısıyla tedarikçi seçimi, işletmelerdeki satın alma birimlerinin verecekleri en önemli kararların başında gelmektedir. Bu karar; işletmenin ihtiyaçlarını belirtmesi ve potansiyel tedarikçilerin bu ihtiyaçları ne ölçüde karşılayabileceklerine karar vermesi gibi süreçleri içermektedir (Murphy ve Knemeyer, 2016: 96).

Tedarikçi seçimine etki eden başlıca faktörler; fiyat, kalite ve güvenilirlik, teslimat, performans geçmişi, şikâyet politikası, üretim olanakları ve kapasitesi, teknik özellikler, mali durum, haberleşme sistemi, endüstrideki durumu, iş yapma arzusu, yönetim ve organizasyonu, tamir servisleri, davranışı, paketleme özelliği, işçi ilişkileri, coğrafi konum, geçmişteki iş hacmi, eğitim desteği vb. konular şeklinde sıralanabilir (Yenersoy, 1990: 99).

3. Aksiyomatik Tasarım Tekniği

Karar verme, karara ilişkin en az iki veya daha fazla seçeneğin bulunması halinde, bunlardan herhangi birinin, belirli gerekçelere dayanarak tercih edilmesi halidir. Burada dikkat edilecek olursa; öncelikle ortada karar vermeyi gerektirecek bir durum veya sorun olmalıdır. Ayrıca bu sorunun çözümüne yönelik birden fazla alternatif bulunmalıdır. Bu alternatifler, karar vericinin tercihine etki edecek şekilde çok sayıda parametrenin etkisi altında olmalıdır. Nihayet karar vericiyi, tercihine zorlayacak bazı kısıtların da göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Belli bir döneme ilişkin belli sorunların çözümünde kullanılacak, birbirinden ayrı özelliklere sahip seçeneklerin bulunması halinde bir seçim veya karar verme işlemi ortaya çıkar (Yozgat,1994: 2). Genellikle karara ilişkin kurumun genelini ilgilendiren durumlar olması halinde, verilecek kararlar ilgili tüm sürecin, bütün boyutlarıyla ele alınması ve titizlikle incelenerek sonuca gidilmesi son derece önemlidir.

Karar verme; “bir karar vericinin, farklı çözüm alternatiflerine sahip olan bir sorun veya sonradan sorun olabilecek bir duruma karşılık, belirlenen farklı çözüm alternatifleri arasından birini veya birkaçını seçmesi ve uygulaması süreci” şeklinde tanımlanabilir (Yaraloğlu, 2004: 2).

Buradan hareketle karar verme işleminde kullanılan yöntemlerin; sezgi, inanış, taklit ve deneme-yanılmaya dayanan geleneksel karar verme yöntemleri ile sistematik bir çözüm arayışına yönelik, daha bilimsel tabanlı çözüm arayışında olan çağdaş karar verme yöntemleri olmak üzere başlıca iki grupta incelenebileceği belirtilebilir (Özden, 1989: 29-31).

Özünde belirlilik ortamı, risk ortamı ve belirsizlik ortamı barındıran karar verme (Aladağ, 2014: 4-5; Aktaş vd., 2015: 23-24); geleceğe yönelik olma, karar vericiye sorumluluk yükleme, bir maliyet unsuru meydana getirme ve bir süreç olma özelliklerine sahiptir (Yaraloğlu, 2004: 2-3).

Literatürde tek amaçlı karar verme yöntemleri, karar destek sistemleri ve çok kriterli karar verme teknikleri olmak üzere üç ana başlıkta toplanabilecek karar verme yaklaşımları mevcuttur (Özbek, 2017: 24). Bu yaklaşımlar doğrusal programlama, karar ağacı, oyun teorisi ve simülasyon gibi bazı yöntemleri içermektedir. Ancak çalışmanın temeli çok kriterli karar verme tekniklerine dayandırıldığı için bu yöntemlerin üzerinde durulmayacaktır.

Günlük hayatta son derece sıradan konularda alınan kararların büyük bir çoğunluğu birden fazla kriterden etkilenmektedir. Bu durum aynı konuda, farklı kişiler tarafından verilen kararların da birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır. Kriter sayısı arttıkça daha da karmaşık bir yapıya bürünen karar verme problemi, bu kriterlerin birbirlerini etkilemesi halinde daha da kompleks bir hal almaktadır.

Karar verme süreci; sorunun tanımlanması, soruna ilişkin bilgi toplanması, bilgilerin sınıflandırılması, çözümlenmesi ve yorumu, seçeneklerin ortaya konması, en uygun seçeneğin belirlenmesi, seçeneğin karar haline getirilmesi ve uygulanması ve değerlendirme şeklinde sıralanabilecek başlıca adımlardan meydana gelmektedir (Aladağ, 2016: 2-3; Öztürk, 2009: 7-13; Özgüven, 2008: 3-20).

Literatür araştırmasında aksiyomatik tasarım tekniğinin tedarikçi seçimi ve daha birçok alanda uygulandığı ve çok kriterli karar verme teknikleri arasında önemli bir yer edindiğini belirtmek mümkündür. Batur ve Özyörük (2008); bebek maması üretimine yönelik tedarikçi seçimi çalışmalarında bekleme zamanı, hammadde kalitesi, fiyat, deneyim, iletişim, ödeme koşulları ve dağıtım zamanı kriterlerini kullanmışlar ve aksiyomatik tasarım tekniği ile çözüme ulaşmışlardır.

Kannan, Govindan ve Rajendran (2015); bulanık aksiyomatik tasarım tekniği kullanarak yeşil tedarikçi seçimi yapmışlardır. Singapur için yapılan çalışmada kalite, fiyat, dağıtım kapasitesi, servis, çevre yönetim sistemi, yönetim sistemleri, sosyal sorumluluk, kirlilik kontrolü, yeşil üretim, yeşil imaj, yeşil yaratıcılık, çevre performansı ve tehlikeli madde yönetimi kriterlerini kullanmışlardır.

Özel ve Özyörük (2007); beyaz eşya üreticisi bir firmaya tedarikçi seçimi için yaptıkları çalışmalarında, bulanık aksiyomatik tasarım tekniği uygulamışlar ve fiyat, hata oranı, teslim süresi, teknik yeterlik, esneklik ve geçmiş performans kriterlerini kullanmışlardır.

Bir başka alanda Gonçaves-Coelho ve Mourao (2007); aksiyomatik tasarım tekniği kullanarak her bir ürün ile üretim prosesi arasındaki ilişkiye dayalı en uygun üretim kaynağını belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmada fiyat, ekipman ve işçilik kriterlerini kullanmışlardır.

Aksiyomatik Tasarım

Karar verme yaklaşımında; sistematik tasarım, bilgi ve işleme faaliyeti olarak tasarım, sınırlandırmaya dayalı tasarım ve aksiyomlarla tasarım gibi birçok tasarım işlemi belirlemek mümkündür (Karataş ve Akman, 2009: 46-47).

Bahse konu tasarım işlemlerinde aksiyomatik tasarım; ürün geliştirme, Ar-Ge, mühendislik tasarımı, proje yönetimi, süreç geliştirme, üretim vb. sahalarda karşılaşılabilecek tasarım problemlerinin yapısının oluşturulmasında ve anlaşılmasında tasarımcılara yol gösteren ve böylelikle ihtiyaçların, çözümlerin ve süreç sentezlerinin ve analizlerinin etkinlikle yapılmasını sağlayan bir tasarım yöntemidir.

Aksiyomatik tasarım tekniği, Nam P. Suh tarafından, uygun tasarım ihtiyaçları, çözümleri ve süreçlerin sentezlerinin ve analizlerinin yapılmasını sağlamak amacıyla ortaya atılmıştır. Tasarımcılara, tasarım problemlerinin yapısını oluşturmada ve anlamada yardım eden aksiyomatik tasarım tekniği; “neyi gerçekleştirmek istiyoruz” ve “nasıl gerçekleştirebiliriz” sorularının etkileşimiyle tanımlanır. Bunun için özenli ve sonuca gidecek bir tasarım yaklaşımı “neyi başarmak istediğimiz”in belirgin bir ifadesiyle başlamalı ve “bunun nasıl başarılacağı”nın açık bir tanımıyla bitmelidir (Suh, 1990a: 67-90). Tasarımların bilimsel bir temele dayandırılmasını amaçlayan aksiyomatik tasarım tekniği bu vesileyle (Güngör, 2017: 5);

- Tasarımlar için bilimsel bir temel oluşturmak,
- Tasarımcıyı mantıklı düşünce süreçleri ve araçlarıyla desteklemek,
- Rastgele arama süreçlerini azaltmak,
- Tekrarlanan denemeleri ve süreç hatalarını minimize etmek,
- Önerilenler arasından en iyi tasarıma karar vermek konularına bilimsel bir yaklaşım getirmiş olacaktır.

Temel amacı; tasarımlar için bilimsel bir temel oluşturmak ve tasarımcıyı, mantıklı düşünce süreçleri ve araçları ile destekleyerek tasarım faaliyetlerini geliştirmek olan aksiyomatik tasarım içindeki en önemli kavram tasarım aksiyomlarının varlığıdır. Bu bağlamda ortaya atılan bağımsızlık ve bilgi aksiyomları, ürün tasarımlarını oluşturmak ve kurulan çözüm alternatiflerinden en iyisini seçmek için gerekli olan oransal temeli sağlar. Buna göre bağımsızlık ve bilgi aksiyomları şöyledir (Suh, 2001: 39-51);

- Bağımsızlık Aksiyomu (1. Aksiyom): Fonksiyonel ihtiyaçların (Fİ) bağımsızlığını devam ettirmek. Kabul edilebilir bir tasarımda, bir tasarım parametresi (DP) diğer fonksiyonel ihtiyaçları etkilemeden ilgili fonksiyonel ihtiyacı sağlamak için düzenlenebilir.

Bağımsızlık aksiyomu fonksiyonel gereksinimler ile tasarım parametreleri arasındaki bağımsızlık ilişkisini tanımlamaktadır. Bağımsızlık aksiyomuna; bir fonksiyonel gereksinme (FRi), yalnızca tek bir tasarım parametresi (DPi) ile ilişkili olmalı, diğer tasarım parametrelerini etkilememelidir. FR ile DP arasındaki ilişki eşitlik (1) ile açıklanabilir (Yılmaz, 2006: 11);

$$\begin{pmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ \dots \\ FR_n \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nn} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ \dots \\ DP_n \end{pmatrix} \quad (1)$$

Eşitlik 1, {FR} ve {DP} bir $n \times 1$ kolon matris ve [A] bir $n \times n$ matris olmak üzere $A_{ij} = \delta FR_i / \delta DP_j$, fonksiyonel gereksinimler ile tasarım parametreleri arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Bağımsızlık aksiyomu gereği tasarım matrisi [A], “diyagonal” veya “triangular” olmak zorundadır. Böylece FR ile DP arasındaki ilişki, aksiyomatik tasarım yöntemi yardımıyla tasarımın yapılabilmesi için gerekli özelliğe sahip olacak, yani “Ayrık” veya “Ayrılmış” olacaktır. Burada “ayrık matris”in diyagonal olması nedeniyle tasarım çözümleri, birbirlerini etkilemeden, ‘eş zamanlı’ olarak geliştirilebilecektir. Bir diğer özellik olarak belirtilen “ayrılmış tasarım matrisi”, triangular bir matris yapısına sahiptir. Buna göre, belirlenen görevler, belirli bir sıra ile yürütülmelidir. “Bağlı Tasarım Matrisi” ise diyagonal çizginin üstünde ve altında kalan üçgenlerdeki değerlerin sıdırdan farklı bir değer almasını gerektirmektedir. Dolayısıyla aksiyomlarla tasarım için gerekli koşulları sağlamamaktadır. Çünkü bağlı tasarım matrisinde, atılan her adım, bir sonraki adımı etkileyecektir. Bu nedenle öncelikle bağlı tasarımlar, ayrılmış tasarımlara dönüştürülerek bağlı tasarımın olumsuz etkisi ortadan kaldırılmalıdır.

- Bilgi Aksiyomu (2. Aksiyom): Bilgi aksiyomatığının temel amacı; bilgi içeriğini minimize etmektir. Alternatif tasarımlardan bağımsızlık aksiyomunu sağlayan en iyi tasarım minimum bilgi içeriğine sahiptir.

Tasarım için bağımsızlık aksiyomunu sağlayan uygun alternatifler arasından en uygun alternatifin seçilmesi işleminde kullanılan temel aksiyom “Bilgi Aksiyomu”dur. Bilgi aksiyomuna göre tasarımların bilgi içerikleri dikkate alınır ve en az bilgi içeriğine sahip alternatif en iyi tasarım olarak kabul edilir. Bilgi içeriği eşitlik (2) yardımıyla belirlenir (Çebi vd., 2008: 20);

$$I_i = \log_2 \left(\frac{A_s}{A_c} \right) \quad (2)$$

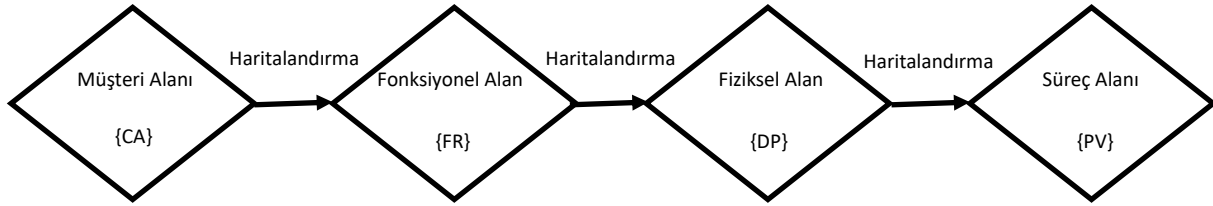
Eşitlik 2’de; I bilgi aksiyomunu, A_s sistem alanını ve A_c kesişim alanını ifade etmektedir. Buna göre sistem alanı; sistemin sahip olduğu özellikleri, kesişim alanı ise bu özelliklerin sistemden bekleneni ne oranda karşıladığını göstermektedir.

Bağımsızlık Aksiyomunun ortaya attığı en önemli argüman; tasarım amaçlarını karakterize eden bağımsız fonksiyonel ihtiyaçların minimum sayısı olarak tanımlanan Fonksiyonel ihtiyaçların (Fİ) bağımsızlığının, sürekli korunması gerektiğidir. Normal koşullarda mühendisler, karmaşık yapıdaki herhangi bir problemi, alt problemlere ayırarak ve her bir alt problemi de tek başına ele alarak bağımsız bir problem şeklinde çözüme giderler. Bu, karmaşık yapıdaki problemlerin ayrıştırılarak küçük parçalara bölünmesi ve problemler ile çözümler arasındaki bağımsız eşleştirme için önemli noktaları ortaya çıkaracak etkili bir yöntemi gerektirmektedir. İki veya daha fazla fonksiyonel ihtiyacın meydana gelmesi halinde tasarım çözümü, gerekli tüm fonksiyonel ihtiyaçları sağlarken, diğer fonksiyonel ihtiyacı etkilememelidir. Bunun anlamı; fonksiyonel ihtiyaçlar sağlanırken, bunların bağımsızlığının korunmasını garanti eden, doğru bir tasarım parametre kümesinin seçilmesidir. Bilgi aksiyomu da bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasından, minimum bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunur. Çünkü bilgi içeriği, olasılık terimleriyle tanımlanır ve fonksiyonel bağımsızlığı sağlayan eşit olarak kabul edilebilir tasarımların oransal değerlerini kıyaslamak için ölçülebilir. Bilgi aksiyomuna göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan tasarım en iyi tasarımdır (Suh, 1998: 189-209).

Aksiyomatik tasarım tekniğinde bütün tasarımlar, Şekil 1’de gösterilen dört farklı alanda (CA, FR, DP ve PV); hem kendi içerisindeki, hem de birbirleri arasındaki bilgilerin sürekli işlenmesini

gerektirmektedir. Şekil 1’de görüleceği üzere aksiyomatik tasarım tekniği; müşteri ihtiyaçları (CA) ile başlamaktadır. Burada müşteri ihtiyaçları belirlenir ve bu ihtiyaçlar bir sonraki alan olan fonksiyonel alanda (FR) formüle edilir. Bu alanda, “ne yapmak istiyoruz?” sorusuna cevap aranır. Burada çözüm için gereken ve birbirlerinden bağımsız olan fonksiyonel gereksinimler (FRs) seti tanımlanır. Fiziksel alanda (DP) ise “bunu nasıl başarabiliriz?” sorusuna cevap aranmaktadır. Tasarım, bu iki alan (FR ve DP) arasındaki ilişkilerin planlanması sürecinden oluşmaktadır. Tasarım parametreleri ise süreç alanındaki süreç değişkenleri (PVs) ile ilişkilendirilir. Burada “ne” sorusu ile “nasıl” sorusu arasındaki tüm geçişler “haritalandırma” olarak tanımlanmaktadır (Suh, 1997: 76; Yılmaz, 2006: 10).

Şekil 1: Tasarım Haritası İşlem Süreci



Bu noktada aksiyomatik tasarımla ilişkili bazı terimlerin bilinmesine de ihtiyaç duyulmaktadır. Aşağıda bazı terimler tanıtılmıştır (Alkan, 2009: 42-43);

Aksiyom: Her zaman geçerli olan ve karşıt görüşü bulunmayan temel gerçeklerdir. Çok sayıda yapılan gözlemler sonucunda hipotez haline getirilebilen aksiyomlar türetilemez ve ispat edilemezler, ancak istisna durumlarda ve karşıt örneklerle geçersiz hale getirilebilirler.

Teorem: Kendiliğinden ispatlanma olanağı bulunmayan, ancak kabul edilmiş aksiyomlar aracılığıyla ispatı mümkün olan önermelerdir. Dolayısıyla sadece bir kural veya prensip olarak görülürler. Bu durumda geçerlilikleri, kendisinin geçerli olmasını sağlayan aksiyomun geçerliliğine bağlıdır.

Sonuçlar: Aksiyomlara veya diğer ispatlanmış önermelere bağlı olarak geçerli kabul edilen önermelerdir. Sonuçların geçerlilik durumları da teoremlerde olduğu gibidir.

Fonksiyonel İhtiyaçlar (F.İ.): Her bir fonksiyonel ihtiyaç bir diğerinden bağımsız olmak üzere, fonksiyonel bilgi sahasında yer alan tüm tasarım ihtiyaçlarını tanımlayan bağımsız ihtiyaçların minimum toplamı şeklinde tanımlanır.

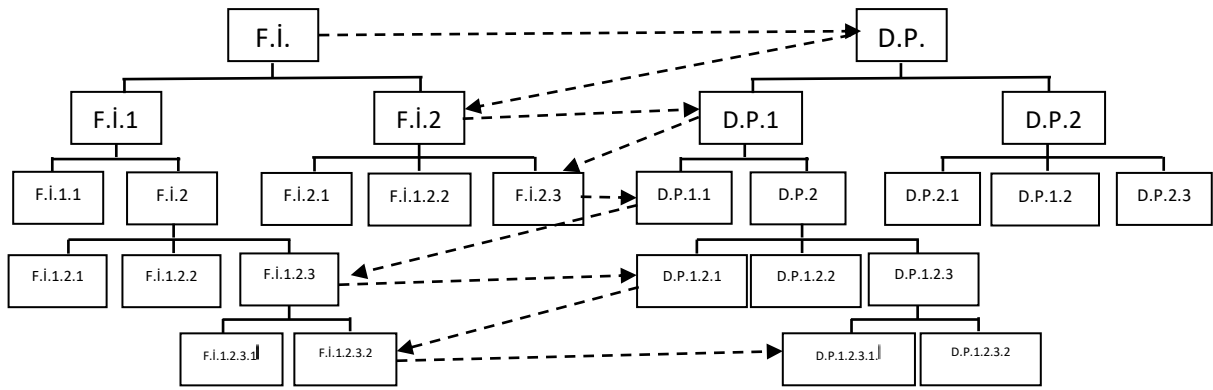
Tasarım Parametresi (T.P.): Fonksiyonel ihtiyaç ile tanımlanan, tasarım süreçleri ile oluşturulan, fiziksel kavramı nitelendiren anahtar değişkenlerdir.

Müşteri alanı (CA): Müşterinin bir ürün, süreç veya sistemde aradığı müşteri ihtiyaçları (veya öznelilikleri) ile karakterize edilir. Fonksiyonel alanda, müşteri ihtiyaçları fonksiyonel gereksinimler (FR'ler) ve kısıtlamalar (Cs) açısından belirtilmiştir. Belirtilen FR'leri karşılamak için, fiziksel alandaki tasarım parametreleri (DP) tarafından tanımlanan bir tasarım tasarlanır. Son olarak, DP'ler açısından belirtilen tasarım ürününü üretmek için, süreç alanındaki süreç değişkenleri (PV) ile karakterize edilen bir süreç geliştirilir.

En üst seviyeden en alt seviyeye kadar tasarım süreci boyunca ayrıntılı bir şekilde ilerleme işlemine tasarım hiyerarşisi denir. Tasarım amacına uygun olarak, tasarımda yer alan tüm bilgi sahalarında birer hiyerarşi bulunmaktadır. Fonksiyonel, fiziksel ve süreç hiyerarşileri olarak adlandırılan bu süreçler arasında belli bir uyum olmalıdır. Fiziksel hiyerarşi ağacı olmaksızın, tam bir fonksiyonel

hiyerarşi ağacının kurulması mümkün değildir. Aynı şekilde fonksiyonel hiyerarşi ağacı olmadan da fiziksel hiyerarşi ağacı kurulamaz. Tasarımda yer verilen fonksiyonel ihtiyaçların sayısı arttıkça, tasarım süreci de karmaşıklaşmaktadır. Dolayısıyla tasarımcı, hiyerarşinin belirli bir seviyesinde fonksiyonel ihtiyaçlar kümesi belirlendikten sonra fiziksel bilgi sahasına geçerek, belirlenen fonksiyonel ihtiyaçlar kümesini karşılayan fiziksel sistemi kurmalıdır. Ardından tekrar fonksiyonel bilgi sahasına dönerek alt seviyedeki fonksiyonel ihtiyaç setini kurar. Bu şekilde, tasarımcı süreç boyunca bilgi sahaları arasında zikzak'lar yaparak alt problemler için çözümün bilindiği noktaya kadar tasarım sorununu ayrıştırır. Zikzak ile ayrıştırma durumu Şekil 2'de gösterilmiştir. Daha az tecrübeli tasarımcılar, hiyerarşik yapıyı göz önünde bulundurmaksızın tüm seviyelerde fonksiyonel ihtiyaçların tamamını tanımlamaya çalışırlar. Bu yaklaşımla, her tasarım sorunu karmaşık ve çözümsüz görünür (Suh, 1998: 194-195).

Şekil 2: Zikzak İle Ayrıştırma



Aksiyomatik tasarım metodolojisi şu şekilde özetlenebilir (Suh, 1990b:145-149):

Adım 1. Uzmanı belirleyin. Uzman grubu belirlerken, tasarlanan ürünün potansiyel kullanıcı popülasyonu dikkate alınmalıdır.

Adım 2. Fonksiyonel alanda FR'leri tanımlayın. Bu adımda, tasarım parametrelerini tanımlamak için, müşteri gereksinimlerini karşılamak için fonksiyonel gereksinimler belirlenir.

Adım 3. Fiziksel etki alanında DP'leri tanımlayın. Tanımlanan FR'leri karşılamak için tasarım parametreleri / kriterleri tanımlanmıştır.

Adım 4. FR ve DP'lerin ayrıştırılması. Uygulanabilir tasarım parametrelerini elde edinceye kadar üst seviyedeki FR'ler ve DP'ler ayrıştırılır.

Adım 5. Tasarım matrisini oluşturun ve FR'ler ve DP'ler arasındaki ilişkileri değerlendirin.

Literatürde bilgi aksiyomunun daha yaygın olarak kullanıldığı gözlenmektedir. Dolayısıyla bu bölümde bilgi aksiyomunun matematiksel modeli verilmesi uygun görülmüştür. Yukarıda bilgi aksiyomunun en küçüklenme amacını güttüğü, diğer bir deyişle bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasında, minimum bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunduğu ifade edilmiştir. Buna göre bilgi içeriği (I), verilen bir fonksiyonel ihtiyacı (Fİ) sağlama olasılığı ile tanımlanır.

Burada verilen bir Fİ'yi sağlama başarısının olasılığı p ise, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I , eşitlik (3)'deki gibi ifade edilir (Suh, 1995: 258-260; Kulak ve Kahraman, 2005: 195-197);

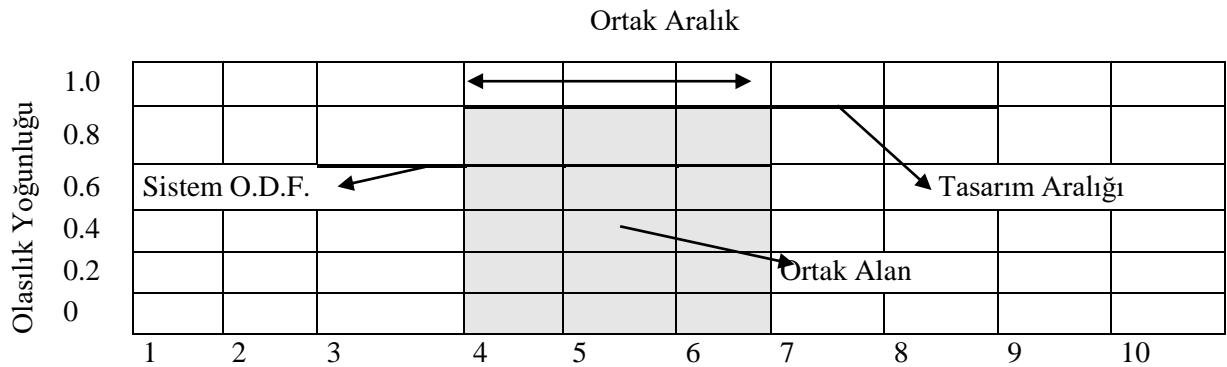
$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right) \quad (3)$$

Çok fazla sayı ve miktarda fonksiyonel ihtiyaç bulunduğu ve bunların çoğunlukla aynı zamanda meydana geldiği dikkate alındığında, bilgi içeriğinin eklenebilmesi için logaritmik fonksiyon kullanılır. Burada n tane Fİ olduğu için toplam bilgi içeriği de tüm bu olasılıkların toplamına eşit olacaktır. Tüm olasılıkların toplamı 1'e eşit olduğunda ise bilgi içeriği sıfıra eşit olur. Tam tersi bir ifadeyle bir ya da daha fazla olasılık sıfıra eşit olursa gerekli bilgi sonsuza yakınsar. Bu durum ise düşük olasılık durumlarında, fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelmektedir.

Gerçekleşme olasılığı hesaplanırken, Fİ için Tasarım Aralığının (d_r) ve Fİ'yi sağlayacak tasarım için Sistem Aralığının (s_r) belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Herhangi bir tasarımda başarı olasılığı, tasarımcının tolerans (tasarım aralığı) bakımından neyi başarmayı istediği ve sistemin bunu ne ölçüde karşılayabileceği (sistem aralığı) ile ifade edilir. Bilgi içeriği, tasarımcı tarafından belirlenen ve fonksiyonel ihtiyaca karşılık olasılık dağılımının bir göstergesindeki tasarım aralığı olarak adlandırılan tolerans ile sistemin sağladığı tolerans (sistem aralığı) arasındaki kesim noktası şeklinde belirtildiği için oransal bir kavramdır.

Şekil 3'de uniform olasılık dağılım fonksiyonuna sahip bir Fİ için kabul edilebilir çözüm aralığının tasarımcı tarafından belirlenen "tasarım aralığı" ile sistemin gerçekleştirdiği "sistem aralığı" arasında kalan kesişim alanı olduğu görülmektedir.

Şekil 3. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve Fİ'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu



Sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğu durumda Fİ'nin gerçekleşme olasılığı eşitlik (4) yardımıyla hesaplanır.

$$p_i = \frac{\text{ortak aralık}}{\text{sistem aralığı}} \quad (4)$$

Buradan hareketle bilgi içeriği de eşitlik (5) yardımıyla hesaplanır.

$$I_i = \log_2 \left(\frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortak aralık}} \right) \quad (5)$$

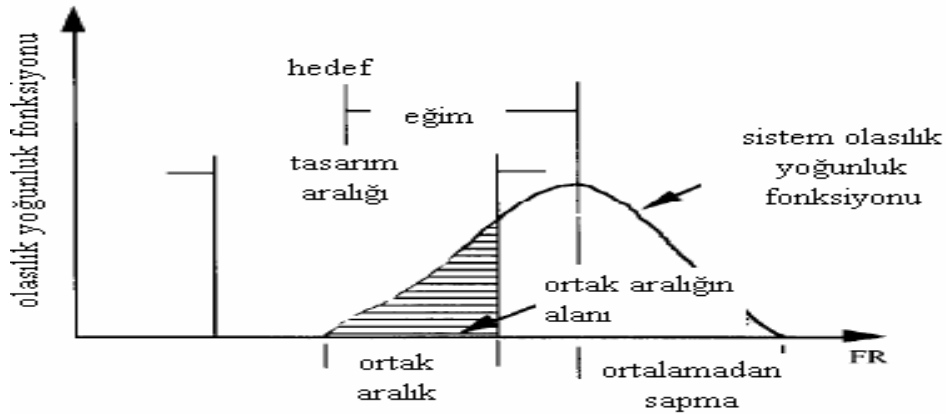
Eğer $F\dot{I}_i$ sürekli tesadüfi değişken ise, $p_s(F\dot{I}_i)$ her $F\dot{I}_i$ için sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, tasarım aralığındaki $F\dot{I}_i$ 'yi gerçekleştirme olasılığı eşitlik (6) kullanılarak belirlenir.

$$p_i = \int_{dr_l}^{dr^u} p_s(F\dot{I}_i) dF\dot{I}_i \quad (6)$$

Bu eşitlikte sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonunun integrali alınarak, dr^u üst tasarım aralığı ve dr_l tasarım aralığının en düşük sınırı olmak üzere, bütün sistemin aralığının gerçekleşme olasılığı hesaplanır.

Aşağıda Şekil 4'te sistem aralığı belirlenmiş bir $F\dot{I}_i$ 'ye karşılık gelen olasılık yoğunluk fonksiyonu gösterilmiştir. Burada sistem aralığı ve tasarım aralığı arasında kalan taralı bölge ortak alan (c_r) sadece fonksiyonel ihtiyaçların sağlandığı bölgedir. Buna göre tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesinin olasılığı; sistem aralığının altında kalan alanın, ortak aralığın altında kalan alana bölümü ile bulunur.

Şekil 4: Tasarım Aralığı, Sistem Aralığı, Ortak Aralık ve $F\dot{I}_i$ 'nin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Şekil 4'te görülen bölgeler için A_{sr} sistem aralığının altındaki alanı, A_{cr} ortak aralığının altındaki taralı alanı ifade etmek üzere eşitlik (7) elde edilir.

$$I = \log_2 \left(\frac{A_{sr}}{A_{cr}} \right) \quad (7)$$

Burada sistem aralığı A_{cr} 1'e eşit kabul edilirse söz konusu denklem; n tane $F\dot{I}_i$ için bilgi içeriğini ifade edecek şekilde, eşitlik (8)'de belirtildiği gibi düzenlenir.

$$I = \log_2 \left(\frac{1}{A_{cr}} \right) \quad (8)$$

Bir sistemin tasarımında sistemin bilgi içeriği, birden fazla fonksiyonel ihtiyaç düzeyinden ve tasarım hiyerarşisinin tüm seviyelerinde birden fazla fonksiyonel ihtiyaçtan oluşur. Burada sözü edilen bilgi içeriği; sadece en yüksek düzeydeki fonksiyonel ihtiyaçları $\{F_i\}$ sağlamak için gereken bilgidir. Sistemin bilgi içeriğinin hesaplanabilmesi için, her düzeyin ortak aralığının (A_{cr}) ve sistem aralığının olasılık dağılımının belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla buradan sistemin bilgi içeriği eşitlik (9) yardımıyla belirlenir.

$$I_{sistem} = - \sum I_{en\ yüksek\ seviye\ F_i} = - \sum \log(A_{cr})_{en\ yüksek\ seviyede\ F_i} \quad (9)$$

Burada (A_{cr})_{en yüksek seviyede F_i} en yüksek seviyedeki F_i 'lerin her biriyle ilişkili ortak aralığın alanıdır.

En alt düzeydeki F_i 'ler tasarım matrisleriyle verilen yapıya göre birleştirildiğinde F_i 'nin en yüksek düzeyinin sağlama olasılığı, en yüksek düzeydeki F_i 'lere karşılık geldiği için F_i 'nin en düşük düzeyini gerçekleştirme olasılığı ile ilişkilidir. Bu nedenle, en yüksek F_i 'yi sağlama olasılığı; sistem hiyerarşisindeki tüm alt seviyelerdeki F_i 'lerle ilişkili tüm olasılıkların ortaya konulmasıyla verilir. Dolayısıyla toplam sistemin bilgi içeriği, tüm alt düzeydeki F_i 'lerle ilişkili bilgi içeriklerinin toplamıdır ve (A_c)_{yaprak} sistem hiyerarşisinde daha fazla alt birimlere ayrılamayan her fonksiyonel ihtiyaçla (yaprak) ilişkili ortak aralığın alanı olmak üzere eşitlik (10) ifade edilir.

$$I_{sistem} = - \sum \log(P_{yaprak}) = - \sum \log(A_{cr})_{yaprak} \quad (10)$$

Eşitlik (9) ve eşitlik (10) birlikte uygulanarak eşitlik (11) elde edilir.

$$\sum \log(A_{cr})_{yaprak} = \sum \log(A_{cr})_{en\ yüksek\ düzey\ F_i} \quad (11)$$

Bilgi aksiyomunun temel amacının bilgi ihtiyacını belirleyen bilgi içeriğini minimize etmek olduğu gibi buradaki amaç da tüm P_{yaprak} 'ları birbirine eşitleyerek tasarlanmış sistem fonksiyonunu elde etmek için gereken ilave bilgiyi minimize etmektir. Bu amaca yönelik olarak tasarım bağımsızlık aksiyomunun sağlanması gerekmektedir.

Aksiyomatik tasarım tekniğinin önemli bazı avantajları bulunmaktadır. Öncelikle teknik, tasarım yaratıcılığının artmasında önemli bir rol oynar. Mevcut imkanlarda meydana gelen olası kısıtları ve müşteri beklentilerinin ortaya konduğu fonksiyonel ihtiyaçları belirleyerek tasarım amacının net bir şekilde ortaya konmasını sağlar. Böylece sonuca odaklanan tasarımcı, istenmeyen sorunları erken farketme olanağına da kavuşacaktır. Dolayısıyla deneme süreci en aza indirgenmiş ve buna bağlı maliyetlerin önüne geçilmiş olacaktır.

4. Lojistik Tedarikçi Seçimi İçin Bir Uygulama

Çalışmada literatürde yaygın olarak ele alınan ve bir firma tedarikçisini belirlemek için önemli görülen beş temel kriter (Kurumsal Yapı, Ekonomik Güç, Lojistik Konum, Tedarik Süresi ve Ürün Birim Fiyatı) kullanılmıştır. Bu kriterlerden kurumsal yapı ve ekonomik gücü 1-10 arasında puanlayarak, lojistik konumunu dakika olarak, tedarik süresini gün olarak ve ürün birim fiyatı da para birimi olarak değerlendirmektedir. Her bir kriter için asgari ve azami koşullar (sistem aralığı) belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ve tasarım aralık değerleri Tablo 1’de sunulmuştur. Yapılacak analiz neticesinde firma, tedarikçisine karar verecektir.

Tablo 1: Tedarikçi Seçimine Yönelik Tasarım Aralık Değerleri

Kriterler	Tasarım Aralığı	
	Alt Değer	Üst Değer
Kurumsal Yapı (1-10)	7	10
Ekonomik Güç (1-10)	7	10
Lojistik Konum (dakika)	120	180
Tedarik Süresi (gün)	4	10
Ürün Birim Fiyatı (TL)	2.000	2.500

Yapılan araştırma sonucunda kriterleri karşılayabilecek üç tedarikçi belirlenmiş ve firma tarafından belirlenen kısıtları içeren tasarım aralıklarına uygun olarak değerlendirilmiştir. Buna göre söz konusu tedarikçilere ait sistem aralıkları hazırlanarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Tedarikçi Firmaların Sistem Aralık Değerleri

Kriterler	Tedarikçi 1	Tedarikçi 2	Tedarikçi 3
Kurumsal Yapı (1 - 10)	7 – 9	6 – 8	7 – 10
Ekonomik Güç (1 - 10)	6 – 9	8 – 10	6 – 8
Lojistik Konum (dakika)	120 – 240	160 – 240	120 – 160
Tedarik Süresi (gün)	7 – 14	8 – 16	4 – 8
Ürün Birim Fiyatı (TL)	2.200 – 2.600	1.800 - 2.300	2.300 - 2.600

Bu durumda; başlangıçta belirlenen tasarım aralıkları ile her bir tedarikçi adayına ait sistem aralıklarının kesişim kümesi Tablo 3’te belirtildiği şekilde oluşur.

Tablo 3: Tasarım Aralığı ile Sistem Aralığı Kesişim Bölgesi

Kriterler	Tedarikçi 1	Tedarikçi 2	Tedarikçi 3
Kurumsal Yapı (1 - 10)	7 – 9	7 – 8	7 – 10
Ekonomik Güç (1 - 10)	7 – 9	8 – 10	7 – 8
Lojistik Konum (dakika)	120 – 180	160 – 180	120 – 160
Tedarik Süresi (gün)	7 – 10	8 – 10	4 – 8
Ürün Birim Fiyatı (TL)	2.200 – 2.500	2.000 - 2.300	2.300 - 2.500

Burada; $I_i = \log_2 \left(\frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortak aralık}} \right)$ yardımıyla, her bir tedarikçi adayına ait tüm kriterler için olasılık yoğunluk fonksiyonunun ilgili alanının hesaplanması halinde elde edilen sonuçlar Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Tasarım Aralığı ile Sistem Aralığı Kesişim Bölgesi

Kriterler	Tedarikçi 1	Tedarikçi 2	Tedarikçi 3
Kurumsal Yapı (1 - 10)	0,58	1,58	1,58
Ekonomik Güç (1 - 10)	0,58	0,58	1,58
Lojistik Konum (dakika)	0	1,58	0,58
Tedarik Süresi (gün)	1	1,58	0,58
Ürün Birim Fiyatı (TL)	0,74	0,74	1,32
Toplam	2,90	6,06	5,64

Belirlenen tedarikçi adayları arasından, yukarıdaki kriterlerle uygulanan aksiyomatik tasarım tekniği sonucunda en küçük bilgi içeriğini Tedarikçi 1 sağlamıştır. Dolayısıyla bu durumda Tedarikçi 1'in tercih edilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Karar verme problemlerinin en önemli argümanı, mevcut bir sorun ve bu sorunun çözümüne yönelik en az iki farklı tercih olmasıdır. Ancak bunun dışında, karara ilişkin tercihlerin çok sayıda ve farklı kriterlerden etkilenmesi çok daha önemli bir sorun teşkil etmektedir. Problemin çözüm aşamasında bu kriterlerinin her birinin farklı ağırlıklarda etkiye sahip olması da ayrıca bir sorun teşkil etmektedir.

İşte benzer problemler için son yıllarda sıklıkla başvurulan ve değişik yaklaşımlarla geliştirilen çok kriterli karar verme teknikleri, farklı kriterlerin etkisi altındaki alternatifler arasından en uygun olanın seçilmesi için önemli bir yardımcı durumuna gelmiştir. Bugün çok sayıda farklı yaklaşımlarla çözüm olanağı sunan çok kriterli karar verme teknikleri arasından aksiyomatik tasarım tekniği de kullanım kolaylığı sayesinde sıklıkla başvurulan yöntemler arasında yerini almıştır.

Son yıllarda üretim süreçlerinin karmaşıklaşmasına paralel olarak gerek üretimin sağlıklı bir şekilde akışının sağlanması ve gerekse pazar üstünlüğüne olumlu katkıda bulunması yönleriyle doğru tedarikçilerle çalışmak, işletmeler için hayati önemi haiz bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Zira tedarikçi seçimi de çok sayıda kriterin etkisi altında kalarak, karar sürecinde önemli zorluklarla karşı karşıya kalınan kritik bir karar verme problemidir. Tedarikçi seçimi bu yönüyle bilimsel bir yaklaşım gerektiren ve mümkün olduğunca sezgilerden uzak, rasyonel bir karar verme sürecini zorunlu kılmaktadır.

Çalışmada kullanılan aksiyomatik tasarım tekniği; talep eden tarafın istediği koşullarla, arz eden tarafın sağlayabileceği olanakları bir arada değerlendiren ve tüm kriterleri bir denge noktasında buluşturarak çözüm getiren çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir.

Diğer tüm çok kriterli karar verme tekniklerinde olduğu gibi aksiyomatik tasarım tekniğinde de göz önüne alınması gereken bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Bunlardan ilki seçilen kriterlerin farklılaştırılması halinde sonuçların da değişebileceğidir. Aynı şekilde talep tarafının koşullarının ve/veya arz tarafının olanaklarının değişmesi halinde de sonuçlar değişebilecektir.

Maliyet etkinlik konusunun ilk başlangıç noktasında tedarikçiler yer almaktadır. Dolayısıyla doğru tedarikçi seçimi, maliyet etkinlik çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda lojistik tedarikçi seçimi yapılan çalışmada, literatürde de ön plana çıkan; kurumsal altyapı, ekonomik güç, lojistik konum, tedarik süresi ve ürün birim fiyatı kriterleri kullanılarak hem firmanın beklentileri ve hem de alternatif tedarikçilerin bu beklentileri karşılayabilme potansiyelinin alt ve üst sınırları

belirlenmiş ve çok kriterli karar verme tekniklerinden aksiyomatik tasarım tekniği ile yapılan analiz neticesinde en uygun tedarikçinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı verilerle ve/veya farklı çok kriterli karar verme teknikleriyle yapılacak analizler, konunun zenginleştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Kaynakça

Aladağ, Z. (2016). *Yöneylem Araştırması*, Umuttepe Yayın No.: 171, Mühendislik Dizisi: 22, Umuttepe Yayınları, Kocaeli.

Alkan, S. (2009). *Analitik Ağ Süreci, Aksiyomatik Tasarım ve Ağırlıklandırılmış Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımları ile Tedarikçi Seçimi*, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli.

Bursal, N., Ercan, Y. (1998). *Maliyet Muhasebesi*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No.: 888, Eskişehir.

Ceran, Y. ve Alagöz, A. (2007). “Lojistik Maliyet Yönetimi: Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Muhasebesi”, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 5(2)

Çebi, S., Çelik, M. ve Kahraman C. (2008). “Gemi Sistemleri İçin Entegre Bakım-Onarım Yönetimi Gereksiniminin Analizi”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(4)

Donath, B., Mazel, J., Dubin, C., Patterson, P. (2002). *The IOMA Handbook of Logistics and Inventory Management*, John Wiley&Sons. Inc., New York, USA.

Duruel, M., Görçün, Ö. (2016). *Lojistik*, Lisans Yayıncılık, Ankara.

Erdal, M. (2014). *Satın alma ve Tedarik Zinciri Yönetimi*, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.

Friedman.L.T. (2006). *Dünya Düzdür – Yirmi Birinci Yüzyılın Kısa Tarihi*, Boyner Yayınları, İstanbul.

Gonçalves-Coelho. A.M. ve Mourao. A.J.F. (2007). “Axiomatic Design as Support for Decision-Making in a Design for Manufacturing Context: A Case Study”, *International Journal of Production Economics*, Volume 109, Issues 1-2.

Gümüş, Y. (2012). *Lojistik Faaliyetler ve Maliyetler*, Gazi Kitabevi, Ankara.

Güngör, F. (2017). “Sızdırmaz Conta Malzemesinin Aksiyomatik Tasarım Metoduyla Seçilmesi”, *El-Cezerî Journal of Science and Engineering – ECJSE (El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi)*, Vol. 4, No. 1, (1-10).

Karataş, M., Akman, G. (2009). “Makine İmalatı Yapan Firmaların Yenilikçi Kültür Yapılarının Aksiyomatik Tasarım İle Değerlendirilmesi”, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 20.

Kulak, O., Kahraman, C. (2005). “Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process”, *Information Science (An International Journal)*, 170.

Murphy, Jr. P.R., Knemeyer, A.M. (2016). *Contemporary Logistics (Güncel Lojistik)*, (Çev. Funda Yercan ve Şerife Demiroğlu), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

- Özbek, A. (2017). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü*, Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar, Ankara.
- Özden, K. (1989). *Yöneylem Araştırması*, Hava Harp Okulu Yayınları, İstanbul.
- Özel, B. ve Özyörük, B. (2007). “Bulanık Aksiyomatik Tasarım İle Tedarikçi Seçimi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(3).
- Özgüven, C. (2008). *Doğrusal Programlama ve Uzantıları – Model Kurma Örnekleri*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Öztürk, A. (2009). *Yöneylem Araştırması*, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.
- Batur, G.D. ve Özyörük, B. (2018). “Aksiyomatik Tasarım İle Tedarikçi Seçimi: Bebek Maması Üretimi İçin Türkiye’de Bir Uygulama”, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 11(2).
- Stock, J.R. ve Lambert, D.M. (2001). *Strategic Logistics Management*, McGraw-Hill Higher Education, USA.
- Suh, N.P. (2001). *Axiomatic Design – Advances and Applications*, Oxford University Press, New York.
- Suh, N.P. (1998). “Axiomatic Design Theory for Systems”, Research in Engineering Design, 10.
- Suh, N.P. (1997). “Design of Systems”, Annals of The CIRP, 46(1).
- Suh, N.P. (1995). “Designing-in of Quality Through Axiomatic Design”, IEEE Transactions on Reliability, 44(2).
- Suh, N.P. (1990a). *The Principles of Design*, Oxford University Press, New York.
- Suh, N.P. (1990b). “Design of Thinking Design Machine”, Annals of The CIRP, 39(1).
- Şengel, S. (2012). *Lojistik İşletmelerde Performans Değerlemede Lojistik Raşyoların Önemi ve Bir Araştırma*, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Uludağ, A.S. (2013). “Lojistik Yönetiminde Lojistik Ağların Kullanımı ve Bir İşletme İçin Lojistik Ağın Geliştirilmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- LODER <http://www.loder.org.tr/tr/terimler.html?harf=L&sayfa=3>, Erişim Tarihi:
- Waters, D. (2003). *Global Logistics and Distribution Planning – Strategies for Management*, Kogen Page, United Kingdom.
- Yaralıoğlu, K. (2004). *Uygulamada Karar Destek Yöntemleri*, İlkem Ofset, İzmir.
- Yenersoy, G. (1990). *Malzeme Yönetimi Sistemleri*, Ma-Pa Yayınları, No. 1, İstanbul.
- Yılmaz, E. (2006). “Aksiyomlarla Tasarım İlkeleri Yardımıyla Kentiçi Toplu Taşıma Sistemlerinin Tasarımı”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 1.
- Yozgat, U. (1994). *Yönetimde Karar Verme Teknikleri*, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.