

**TAMAMLANAN 6 SİGMA PROJELERİNİN ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Merve ALTINTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2015

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Merve ALTINTAŞ'ın "Tamamlanan 6 Sigma Projelerinin Etkinliğini Değerlendirilmesi" başlıklı Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 13.11.2015 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Nihal ERGİNEL
Üye : Prof. Dr. Nimetullah BURNAK
Üye : Doç. Dr. İnci SARIÇİÇEK

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAMAMLANAN 6 SİGMA PROJELERİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Merve ALTINTAŞ

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihal Erginel
2015, 68 sayfa

Bir firmada 6 sigma motivasyonunu koruyabilmek için proje seçim ve uygulama aşamalarına ek olarak etkin bir şekilde tamamlanmış projelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatür incelendiğinde, genellikle proje seçim ve uygulama aşamalarına odaklanan makaleler olmakla birlikte projelerin değerlendirme konusunda kriterleri ve etkin bir takip yöntemini öneren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tezde, literatür araştırması ve firmalarda 6 sigma sürecini yöneten uzman kara kuşak sahibi kişilerin görüşlerine dayanarak kritik başarı faktörleri ana ve alt kriterler olarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları, kriterler arasındaki etkileşimleri de dikkate alan Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process-ANP) yöntemiyle ve grup kararı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Uygulama, beyaz eşya sektöründe Türkiye'nin önde gelen bir firmasında, tamamlanmış 15 adet 6 sigma projesinin değerlendirilmesi ve sıralanması amacıyla yapılmıştır. Bu şekilde firmanın 6 sigma uygulama konusundaki başarısı daha gerçekçi bir şekilde ortaya koyulmaya çalışılmaktadır. Çalışmamızda 6 sigma projelerinin başarısının ölçümü konusunda etkin değerlendirme sistemlerinin geliştirilebilmesi ve sonra yapılacak projelere yol gösterici nitelikte olmasına özen gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 6 Sigma, ANP, Etkinlik Kriterleri, Proje Değerlendirme, 6 Sigma Projelerinin Değerlendirilmesi

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EVALUATION OF THE COMPLETED 6 SIGMA PROJECTS EFFECTIVENESS

Merve ALTINTAŞ

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Industrial Engineering Program**

Supervisor: Prof. Dr. Nihal Erginel

2015, 68 pages

In a company, completed projects must be evaluate in addition to project selection and implementation stages for be able to protect the motivation of 6 sigma. In light of literature, for the most part of the articles that focus on project selection and implementation stages, there is no study that suggests criteria about the evaluation of completed projects and an effective follow-up method. In this study, critical success criteria has been determined as the main and sub criteria based on the literature and the opinion of master black belts who leads 6 sigma process. The weightiness of defined methods has been calculated with Analytic Network Process-ANP which considers the interaction between criteria and considering the group decision. The study is made for the purpose of evaluation and ranking of the 15 six sigma projects with a leading company in Turkey's white goods industry. By this way, the company's success in six sigma implementation is tried to put forward in a more realistic way. In our study, we tried to pay attention the devolopment of effective evaluation system in point of measuring of the succes of 6 sigma projects and the study would be guide the future projects.

Key Words: 6 Sigma, ANP, Effectiveness Criteria, Project Evaluation, The Assessment of 6 Sigma Projects

TEŐEKKÖR

Çalıőmamda büyük emeği geçen, tezimin her aşamasında beni teşvik eden, desteklerini benden esirgemeyen Deđerli Hocam Prof. Dr. Nihal Erginel'e ve hayatımın her anında yanımda olan, sevgileriyle beni güçlü kılan aileme; tüm desteklerinden dolayı yürekten teşekkür ederim.

Merve ALTINTAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix

1. GİRİŞ	1
2. 6 SİGMA METODOLOJİSİ	8
2.1. 6 Sigma Metodolojisi ve Örgütsel Yapısı	9
2.2. 6 Sigma Projeleri için Kritik Başarı Faktörleri	12
2.2.1. Literatür araştırması	12
2.2.2. Oluşturulan 6 sigma etkinlik ölçüm kriterleri çerçevesi	18
3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ-ANP	22
3.1. Analitik Ağ Sürecinin Uygulama Adımları	23
4. TAMAMLANMIŞ 6 SİGMA PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA	28
4.1. Kriterler ve Alt Kriterlerin Tanımlanması	28
4.2. Kriterler ve Alt Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi	30
4.3. ANP Tekniğinde Grup Kararı Verme Süreci	32
4.4. Etkinlik ölçüm kriterleri önem ağırlıkları ve sıralaması	33
4.4.1. Geometrik ortalamaya göre kriterler önem ağırlıkları	34
4.4.2. Geometrik ortalamaya göre proje puanları ve sıralaması	36
4.4.3. Medyana göre proje puanları ve sıralaması	39
4.4.4. Medyana göre proje puanları ve sıralaması	41
4.5. Genel Karşılaştırma.....	44

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	47
KAYNAKLAR	49
Ek-1 Kriter Karşılaştırma Anketi	52
Ek-2 Karşılaştırma Matrisi Örneği	59
Ek-3 Geometrik ortalamaya göre kriterlerin ağırlıklandırılmasının ekran görüntüleri	61
Ek-4 Medyana göre kriterlerin ağırlıklandırılmasının ekran görüntüleri ...	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Sigma Düzeyi ve Hata oranları.....	8
2.2. 6 sigma takım üyeleri unvan ve sorumlulukları.....	11
2.3. Tamamlanmış 6 sigma projeleri için etkinlik ölçüm kriter ve alt kriterleri...	21
3.1. Mutlak sayıların temel ölçeği.....	27
4.1. Ana kriterlerin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	34
4.2. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	35
4.3. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	35
4.4. Çalışanlar katkı kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	35
4.5. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	36
4.6. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	36
4.7. Tamamlanmış 6 sigma projelerinin geometrik ortalamaya göre ANP yöntemiyle hesaplanmış puanları.....	37
4.8. Geometrik ortalamaya göre ANP yöntemiyle belirlenmiş önem ağırlıklarına ve firmanın puanlamasına dayanan proje sıralamaları.....	38
4.9. Ana kriterlerin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	39
4.10. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	39
4.11. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	40
4.12. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	40
4.13. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	40
4.14. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları.....	41

4.15. Tamamlanmış 6 sigma projelerin medyana göre ANP yöntemiyle hesaplanmış puanları.....	42
4.16. Medyana göre ANP yöntemiyle belirlenmiş önem ağırlıklarına ve firmanın puanlamasına dayanan proje sıralamaları.....	43
4.17. Kriterlerin ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak belirlenmiş önem ağırlıklarının karşılaştırılması.....	44
4.18. Tamamlanmış 6 sigma projelerinin ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak yapılmış sıralaması ve firmaya göre sıralamanın karşılaştırılması.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. EFQM Mükemmellik Modeli.....	20
3.1. Hiyerarşi ve ağ yapısının şematik gösterimi	23
3.2. A karşılaştırma matrisi.....	24
3.3. $A.w = n.w$ eşitliğinin matris şeklinde gösterimi.....	25
3.4. Ağ yapısı süpermatrisi.....	26
3.5. Süpermatrisin içindeki bir matrisin detayı.....	26
4.1. Kriter ve alt kriterlerin ağ yapısı şeklinde gösterimi	31

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ANP	: Analytic Network Process
AHP	: Analytic Hierarchy Process
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
DEMATEL	: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
ELECTRE	: Elimination and Choice Translating Reality English
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
DPMO	: Defects per Million Opportunities
COPQ	: Cost of Poor Quality
EFQM	: European Foundation for Quality Management
FMI	: Fuzzy Measurement Index
CI	: Tutarlılık İndeksi
RI	: Rassallık İndeksi
CR	: Tutarlılık Oranı
a_{ij}	: i. alt kriter ile j. alt kriterin karşılaştırma sonucu
λ_{max}	: Özdeğerlerin en büyüğü
n	: Matrisin boyutu.
A	: İkili karşılaştırma matrisi
w	: Göreceli ağırlık matrisi

1. GİRİŞ

Kalite yolculuğunda 1980’li yıllarda Japon tekniklerinin bir A.B.D. şirketi olan Motorola tarafından geliştirilmesiyle ortaya çıkan ve kullanım alanı yaygınlaşarak günümüze kadar gelmiş 6 sigma, küreselleşen iş dünyasında stratejik bir silah olarak görülmektedir. İlk yıllarında teknik araçlar bütünü, ilerleyen yıllarda ise bir yönetim stratejisi haline gelmiş 6 sigmayı açıklarken Motorola başkanı Robert W. Galvin’in “Değişkenliğinizi kontrol edebildiğiniz takdirde çarpıcı iş sonuçlarına ulaşabilirsiniz” sözü ve özellikle sistemin başarılı uygulamasının ardından 1988 yılında kazanılan Malcolm Baldrige Ödülü piyasada rekabet eden diğer firmalar için oldukça teşvik edici olmuştur.

6 sigmanın Motorola’da gelişmesine katkıda bulunmuş bir diğer yönetici Mikel Harry daha sonra ABD’de 6 sigma Akademisini kurarak yaptığı danışmanlık çalışmalarıyla yöntemin yaygınlaşmasına ön ayak olmuştur. 1995 yılında General Electric’in, ünlü CEO’su Jack Welch önderliğinde uyguladığı 6 sigmanın faaliyet karlarını arttırması, bir yönetim stratejisi olarak lansedilen yöntemin kıtalar arası yayılmasını sağlamıştır. Ülkemizde ise ilk olarak yine aynı yıllarda, hisselerinin büyük bir bölümü GE’ ye ait TEI’ de (Turkish Engine Industry) uygulanmaya başlamış, Arçelik, Eczacıbaşı Yapı Gereçleri-Vitra, Kordsa, BSH-Profilo, Çimtaş, Ford, TAI, Borusan Grubu, ASELSAN gibi büyük firmalar tarafından uygulanmalarına devam edilmiştir.

Ürün ve süreç kalitesini etkileyen değişkenliklerin istatistiksel araç ve tekniklerle ölçülüp en küçüklenmesiyle bir milyon ürün veya hizmette 3.4 adet hata oranı diğer bir ifadeyle 6 sigma seviyesine ulaşılarak en üst düzeyde müşteri memnuniyetini hedefleyen yaklaşım, günümüzde gerekli altyapıya sahip tüm sektörler için uygulanabilir bir yönetim stratejisi ve kültürel değişim haline gelmiştir.

Ürün bir mal, hizmet ya da bilgi olabilir, her ürün ise bir sürecin sonucudur. 6 sigma yaklaşımında son halini almış ürünün test edilmesiyle ulaşılan ürün kalitesiyle asıl maliyetlerin oluştuğu sürecin kalitesinin ayrımı titizlikle yapılır. Ürün diye kastedilen eğer bir mal ise burada sürecin önemli girdileriyle oynanarak, sürecin her bir adımındaki kontrol, tamir ve hurdaya atılan parçalar dikkate alınıp, değişkenlikleri ortadan kaldırıldığında çevrim sürelerinde azalma, hata sayısında

azalma, tezgah kullanım kapasitelerinde artma ve katma değeri olmayan işlerin getirdiği maliyetleri yok edilmesi gibi çeşitli iş sonuçlarına ulaşılacaktır. Metodolojisinin gerektirdiği standardizasyon aşamasıyla ise iş sonuçlarının kalıcılığı ve devamlılığı sağlanabilmektedir.

6 sigma günümüze kadar farklı şekillerde tanımlanmış, Toplam Kalite Yönetimi gibi önceki kalite yaklaşımlarıyla karşılaştırılmış, bazı kesimlerce sadece yeni bir iş modası olarak algılanmış olsa da bugün Fortune 500 firmalarınca devam eden uygulamaları ve finansal anlamda ortaya konulan kayda değer iş sonuçlarıyla sürekliliğini ve etkinliğini kanıtlamıştır.

Pande ve ark. (2000) 6 sigmayı Toplam Kalite Yönetimiyle karşılaştırırken; TKY'nin iş stratejisi ve performansı ile kalite arasında kalıcı bir bütünleştirme sağlama konusunda liderlerin yetersizlikleri, kaliteyi iyileştirmekten ziyade mevcut halini korumaya odaklanmak ve kaliteyi bir felsefeden öteye taşıyamamak, ISO sertifikasyon sistemleriyle bütünleştirememek, açık bir hedef tanımlayamamak ve müşteri isteklerinin anlamakta yetersizlik, istatistiksel araçların yeterince yetkin olmayan kişilerce bilinçsiz yada methodsuz şekilde kullanılması, bölümler arası iletişim ve işbirliğinde yetersizlikler, küçük iyileştirmeler ve büyük değişimleri uygulamak arasında sıkışıp kalmak, çalışanların uygun eğitimlerle yetkinliklerini arttırmadaki yetersizlik ve gerekli örgütsel yapıyı kuramamak, sadece ürün kalitesine odaklanıp servis, lojistik, planlama ve benzer kritik kalite alanlarını hariç tutmak gibi eksikliklerinden bahsetmiştir.

Toplam Kalite Yönetimi ve buna ilişkin pek çok kalite hareketinde olduğu gibi kalite iyileştirme, müşteri memnuniyeti, sürekli gelişim, tüm personelin katılımı gibi çokça kullanılan anahtar kavramları içeren 6 sigma; metodolojisi, kullanılan istatistiksel teknik ve araçları, örgütsel yapısıyla firmalara felsefeden öte bir uygulama çerçevesi sunmaktadır. 6 sigma; müşteri odaklılık, verilere dayalı yönetim, süreç odağı, proaktif yönetim, sınırsız işbirliği, yukarıdan aşağı eğitim olmak üzere 6 temel ilkesiyle önceki diğer tüm kalite yaklaşımlarından sistematik açıdan farklılıklarını uygulama aşamasında ortaya koymaktadır.

Müşteri odaklılık ilkesi müşteri tanım, ihtiyaç ve beklentileri belirlenip kritik kalite parametreleriyle (Critic to Quality-CTQ) takip edilerek gerçekleştirilir. Müşteri beklentilerini karşılamayan her durum hata olarak kabul edilmektedir. Hatanın meydana geldiği sürecin tespiti ve bu süreçlerde yapılan tüm ölçüm ve analizler süreç odağı ve verilere dayalı yönetim ilkelerinin bir gereğidir. Sürecin sigma seviyesi ve milyonda hata sayıları hesaplanıp, istatistiksel tekniklerle iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. İyileştirme çalışmaları beş aşamalı Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol döngüsünü takip etmektedir. İlerleyen zamanlarda süreçlerin devamlı takibiyle hata henüz meydana gelmeden önlenmekte çözümlere odaklanılarak proaktif yönetim ilkesi gerçekleştirilmektedir. 6 sigmanın en temel farklılıklarından biri olan örgütsel yapısı ise sınırsız işbirliği içinde yukardan aşağı verilen uzman eğitimleriyle sorumlulukların disiplinli ve etkin şekilde organize edilerek yürütülmesini sağlamaktadır.

6 sigma literatürde incelendiğinde yapılan çalışmalar çoğunlukla farklı sektörlerdeki iyileştirme projelerinin uygulanması, seçimi ve seçim için göz önünde bulundurulması gereken kriterleri belirlemek üzerinedir. Proje seçim ve değerlendirme konusunda farklı teknikler önerilmektedir:

Kumar ve ark. (2007), çalışmalarında 6 sigma için önemli girdi ve çıktıları belirleyip veri zarflama analiziyle en büyük fayda sağlayan projeyi seçmeyi önermektedirler. En büyük fayda, 6 sigma projelerinin etkinliğiyle doğrudan ilişkili girdi ve çıktılara dayanan Pareto optimal çözümünü sağlamaktadır. Proje performansını etkileyen girdi ve çıktılardaki değişkenliğin etkisini ölçmek ve kritik olanları belirlemek için etkinlik ölçümünün duyarlılık analizi yapılmıştır.

Yang ve Hsi Hsieh (2008), 6 sigma proje seçim kriteri olarak milli kalite ödülü kriterlerini uyarladıkları çalışmada hiyerarşik bir kriter değerlendirme süreci önerilmektedir. Önce yönetim takımı tarafından Delphi bulanık çok kriterli karar verme metoduyla stratejik kriter ağırlıkları grup kararıyla belirlenmekte, ardından bulanık dilsel değişkenlerle ek operasyonel konuları içeren taktiksel alt kriterlerin ağırlıkları 6 sigma şampiyonu tarafından belirlenip, bulanık berraklaştırmayla projeler sıralanmaktadır.

Saghaei ve Didehkhani (2010), çalışmalarında iş, teknoloji ve süreç, finans olmak üzere 3 ana ve 8 alt kriterden oluşan bir değerlendirme çerçevesi oluşturduktan sonra bu kriterler arasındaki ilişkileri dikkate alan bir adaptif sinirsel bulanık çıkarım modeli tasarlayıp uygulanacak en uygun proje portföyünü seçmek için bir bulanık ağırlıklı katkı hedef programlama modeli önermektedirler.

Büyüközkan ve Öztürkcan (2010), çalışmalarında kritik 6 sigma projelerini önceliklendirmek için DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve ANP (Analytic Network Process) tekniklerinin birleşimi yeni bir yaklaşım önermektedirler. İş mükemmelliği, ciro artışı ve üretkenlik olarak belirlenmiş 3 strateji altında fayda, fırsat, risk, maliyet olmak üzere 4 kriter ve 14 alt kriter belirlenip bu kriterlerin arasında DEMATEL yaklaşımıyla ilişki kurulmuş, ANP yöntemiyle ağırlıklandırılmıştır.

Padhy ve Sahu (2011), çalışmalarında yönetimsel esnekliği sağlayan bir proje değerlendirme yöntemi olan Gerçek Opsiyon Analizine ve firmanın hedef, kısıtlarını göze alarak en uygun proje portföyünü seçmek ve sıralamak için 0-1 Tam sayılı lineer programlama modeline dayanan iki aşamalı bir metodoloji önermektedir.

Yüksel (2012), çalışmasında 5 adet 6 sigma projesinin performansını işçilik saati, proje maliyeti girdileri ve finansal kazanç, sigma seviyesinde artış, müşteri tatmininde artış çıktılarıyla veri zarflama analizi yaparak değerlendirmektedir.

Ray ve ark. (2012) çalışmalarında proje etkinliğinin güvenilir insan algısına dayanarak değerlendirildiği düşüncesinden yola çıkılarak bulanık dilsel değişkenler ve bulanık sayılarla elde edilen bulanık ölçüm indeksine dayanan iki farklı proje değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir. Belirledikleri kritik başarı faktörleri için önem ve performans derecelendirmeleri yaptıktan sonra proje etkinliği ölçümü için bulanık ölçüm indeksi (FMI) tanımlanmakta ve bulanık dilsel değişkenlerle eşleştirilmektedir. Proje etkinliğinin en küçük uzaklığı verecek şekilde bir dilsel değişkene atanabilmesi için öklidyen mesafe ve manhattan mesafe ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır.

6 sigma projeleri için kritik başarı faktörleri ise diğer bir araştırma konusudur. Metodolojinin uygulanması ve hedeflere ulaşılabilmesi konusunda başarılı birçok firma olduğu gibi başarısız firmalar da mevcuttur. Bu noktada 6 sigma projelerinin başarılı olabilmesi ve bu başarının ölçülebilmesi için dikkate alınması gereken çeşitli faktörler bulunmaktadır.

Literatürde bulanık yaklaşımıyla tamamlanmış 6 sigma projelerinin etkinliğini ölçmek için yapılmış bir çalışma (Ray ve ark. 2012) ve veri zarflama analiziyle 6 sigma projelerinin başarısını değerlendirme çalışması dışında tamamlanmış 6 sigma projelerin değerlendirilmesine yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Tez çalışmamızdaki hedef proje seçimi değil tamamlanmış projelerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi üzerinedir ve geniş ölçekte bakıldığı zaman başarılı bir şekilde uygulanmış 6 sigma yaklaşımının finansal kazançtan öte birçok getirisi olduğu bilinmektedir.

Projelerin sadece finansal getirilerine yada proje hedefini karşılayıp karşılamadığına bakılarak yapılacak bir değerlendirme 6 sigma gibi firmaları her anlamda büyük bir değişime ve mükemmelliğe götüren bir sistem için yetersiz kalmaktadır. Projeleri değerlendirmek için kullanılan kriterlerin yelpazesi genişletilerek çalışanlar, toplum, çevre tedarikçi gibi diğer öğeleri de kapsayacak hale getirilerek sıradan bir kalite yaklaşımından ayrı tutulmalı ve gerçek bir etkinlik ölçümü gerçekleştirilmelidir.

Tamamlanmış projelerin etkinliğinin değerlendirilmesi konusunun yeterince ele alınmadığı görüşünden yola çıkılarak, ülkemizde 6 sigmayı beyaz eşya sanayisinde uygulayan öncü bir firmada, 6 sigma proje lideri olarak görev alan bir uzman kara kuşak ile birlikte literatür araştırmasına dayanılarak yapılan çalışmada; liderlik, politika ve strateji, temel performans sonuçlarına katkı, süreçler, çalışanlar, toplumla ilgili sonuçlar, işbirliği ve kaynaklar olmak üzere yedi adet üst kriter belirlenmiştir. Liderlik kriterinin alt kriteri olarak; proje ekibin belirlenmesi, projenin uygulama, değerlendirme aşamalarında destek, katılım ve takip alt kriteri belirlenmiştir. Politika ve strateji kriterinin alt kriteri olarak; seçilen projenin politika ve stratejilere katkısı belirlenmiştir. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriteri olarak; proje hedefini karşılama, finansal açıdan getirisi, yenilikçi gelişime katkı olmak üzere üç kriter belirlenmiştir. Süreçler kriterinin alt

kriteri olarak tanımlama, ölçüm, analiz, iyileştirme, kontrol aşamalarının doğru şekilde yapılması ve bu aşamaların zaman çizelgesine uygunluğu olmak üzere altı adet alt kriter belirlenmiştir. Çalışanlar kriterinin alt kriteri olarak; takım üyelerinin motivasyonuna katkı, takım üyelerinin aldıkları eğitimler, takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması olmak üzere 3 kriter belirlenmiştir. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriteri olarak toplumsal açıdan fayda, çevresel performans gelişimi olmak üzere iki kriter belirlenmiştir. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriteri olarak; 6 sigmanın tedarikçiye yansımaları, uygun ve gereken kaynak kullanımı olmak üzere iki kriter belirlenmiştir. Konuyla ilgili literatür araştırması ve kriterlerin açılımı 2. ve 4. bölüm ve alt başlıklarında detaylı olarak açıklanmaktadır.

Kriterlerin belirlenmesinin ardından ağırlıklandırma işlemi için hazırlanan ikili karşılaştırmaların bulunduğu anketler; beyaz eşya ve uçak motoru sanayisinde 6 sigmayı uygulayan firmalarda görev alan uzman kara kuşak unvanına sahip 7 kişi tarafından yanıtlanmıştır. Anket sonuçlarının grup kararı için geometrik ortalama ve medyanları alınarak, iki farklı şekilde analitik ağ süreci yöntemiyle (ANP- Analytic Network Process) kriterlerin ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Projelerin değerlendirilmesi aşamasında 6 sigmayı beyaz eşya sektöründe uygulayan öncü firmada, 6 sigma lideri olarak görev alan, burada yapılan tüm projelerin her aşamasına hakim ve bu çalışmanın da kriter belirleme aşamasında rol almış uzman kara kuşak ile birlikte 15 adet rastgele 6 sigma iyileştirme projesi seçilerek, etkinlik kriterleri ışığında puanlandırılmış ve kriter önem ağırlıklarına göre projelerin başarı sıralaması belirlenmiştir. Elde edilen sıralama ile firmanın kendi proje değerlendirme konusundaki yaklaşımına göre yapılan sıralama karşılaştırılmıştır. Firmanın sadece metodolojiye uygunluk, finansal getiri ve proje hedefini karşılama kriterlerini göz önüne alarak yaptığı değerlendirmelerle, belirlenen yeni kriter ve ağırlıklarına göre yapılmış değerlendirme arasında farklılıklar olduğu görülmüştür.

Bu tez çalışmasında ikinci bölümde 6 sigma ve metodolojisi açıklanmakta, ardından literatürde 6 sigma projeleri için belirlenmiş kritik başarı faktörleri ve bu çalışmada oluşturulan yeni etkinlik ölçüm kriterlerine yer verilmektedir. Üçüncü bölümde ANP yöntemi ve uygulama adımları açıklanmaktadır.

Dördüncü bölümde kriterleri ağırlıklandırmak için seçtiğimiz geometrik ortalama ve medyan yönteminin, grup kararının değerlendirme sürecinde kullanılması ve ANP yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi süreci anlatılmakta, firmada rastgele seçilen farklı yıllara ait tamamlanmış 15 adet 6 sigma projesinin başarı sıralamasına dair uygulamaya yer verilmektedir. Son bölümde ise sonuç ve tartışma bulunmaktadır.

2. 6 SİGMA METODOLOJİSİ

İstatistiksel verilere dayanarak gerçekleştirilen karar verme süreci olarak 6 sigma, süreç kalitesizliği yaratan problemlerin tespit edilip çeşitli iyileştirme projeleri vasıtasıyla döngüsel adımlar takip edilerek kalıcı çözümlerle ortadan kaldırılmaya çalışıldığı bir metodolojiyi kapsamaktadır.

Süreç kalitesinin istatistiksel anlamda standart sapmasını ifade eden sigma (σ) seviyesiyle takip edildiği sistemde sapmanın miktarı diğer bir ifadeyle değişkenlik ile kalitesizlik maliyeti dolayısıyla verimsizlik ilişkilendirilir. Bir değişkenlik ölçüsü olarak standart sapma, verilerin ortalamaya ne kadar yakın veya uzak olduklarını belirleyen, ortalamadan sapmaların kareli ortalamasıdır.

Sigma seviyelerinin artması demek, değişkenliğin azalması ve hata oranlarında iyileştirmeler anlamına gelmektedir. 6 sigma istatistiksel yaklaşımı üç sigma seviyesinde ya da milyon fırsat başına 67,000 hata (DPMO-defects per million opportunities), altı sigma seviyesinde 4.0 DPMO dan daha az hatanın oluşmasını sağlar. Çizelge 2.1'de sigma seviyesi ve DPMO ilişkisi gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Sigma Düzeyi ve Hata oranları

Süreç yeteneği	Milyonda hata sayısı (DPMO)	Verim(yüzde)	ANLAM
1,5 σ	500.000	50	Üretimin % 50'si çöpe atılmaktadır.
2 σ	308.537	69,1463	Üretimin yaklaşık % 31'i çöpe atılmaktadır.
3 σ	66.807	93,3193	Milyon adet uçusun 66807'si hatalıdır.
4 σ	6.210	99,3790	Milyon adet ameliyatın 6210'u yanlış yapılmaktadır.
5 σ	233	99,9767	Milyon adet haberin 233 adedi yanlış verilmektedir.
6 σ	3.4	99,9997	Milyon saat içerisinde 3,4 saat elektrik kesintisi olmaktadır.

2.1. 6 Sigma Metodolojisi ve Örgütsel Yapısı

6 sigma güçlü istatistiksel araçların kullanıldığı 5 aşamalı bir metodolojiyi örgütsel bir yapılanma ile uygulamaktadır. Sorunun tanımlanmasından çözümüne kadar yapılacak faaliyetler sistematik bir şekilde TÖAİK adı verilen Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol aşamalarını takip etmektedir:

Tanımlama: Metodolojinin gelişimine paralel olarak yıllar içerisinde metodolojiye sonradan ilave edilen aşamada mevcut problem tanımlanıp kaynağı araştırılır, potansiyel proje, projenin amacı, hedef ve kapsamı belirlenir. Kara kuşak tarafından yönetilen resmi bir proje ekibi oluşturulmuş olmalıdır. Kullanılan başlıca araçlar;

- Proje sözleşmesi,
- Süreç Haritaları,
- Müşterinin Sesi,
- Kano Modeli,
- Beyin Fırtınası,
- Mevcut Durum Analizidir.

Ölçme: Sürecin mevcut performansını ve yapılan iyileştirmelerin etkilerini belirlemek amacıyla ölçümlerin yapıldığı aşamadır. Doğru ve güvenilir verilerle analiz aşamasına zemin hazırlanır. Kullanılan başlıca araçlar;

- Veri Toplama Formu,
- Önceliklendirme Matrisi,
- Pareto Analizi,
- Zaman Serileri Çizelgesi,
- Ölçüm Sistemleri Analizi,
- Sigma Seviyeleri,
- Normal Dağılım Eğrisi Z dönüşümü,
- Kontrol Grafikleridir.

Analiz: Süreçleri etkileyen tüm faktörlerin istatistiksel olarak ortaya konulduğu, süreç çıktısını etkileyen önemli az sayıdaki girdilerin diğerlerinden ayıklandığı aşamadır. Kullanılan başlıca araçlar;

- Hipotez Testleri,
- Sebep Sonuç Analizi,
- Varyans analizi,
- Hata türleri ve etkileri analizi,
- Beyin Fırtınası,
- Güven Aralıkları,
- Regresyon ve Korelasyondur.

İyileştirme: Süreç yeterliliğini 6 sigma seviyesine çekmek için deney tasarımı gibi araçlarla süreç girdilerinin farklı değerlerine çıktılarının tepkisi modellenir. Amaç problemin nedenlerini ortadan kaldırarak çözüm bulmaktır. Kullanılan başlıca araçlar;

- Fayda – Maliyet Analizi,
- Beyin Fırtınası,
- Matematiksel Modelleme,
- Deney Tasarımı,
- İyileştirme yönteminin belirlenmesi,
- Risklerin değerlendirilmesi,
- Uygulama planı araçları kullanılmaktadır.

Kontrol: Projede yapılan iyileştirmenin kalıcı ve sürekli olmasını sağlamak amacıyla sürecin son durumu, kazanç ve fırsatlar takip ve kontrol edilir. Kullanılan başlıca araçlar;

- Kalite Kontrol Planı,
- İstatistiksel Süreç Kontrolü,
- Sürekli İyileştirme Sistemleri,
- Dökümantasyon ve Standardizasyon,
- Sonuçların Değerlendirilmesidir.

6 sigma metodolojisinin uygulanması organizasyondaki çalışanların aldıkları eğitimlere göre aldıkları unvan, yetki ve sorumlulukları çerçevesinde gerçekleşmektedir (Çizelge 2.2). Uygulamanın kapsam ve projenin türüne göre şekillenen yapıda sınırsız işbirliği esastır.

Çizelge 2.2. 6 sigma takım üyeleri unvan ve sorumlulukları

Unvan	Yetki ve sorumluluk
6 Sigma Yönetim Komitesi (Komite; Koordinatör, sponsor, şampiyon ve finans temsilcilerini de içerir.)	Projeleri tartışarak etkinliği sağlamak
6 Sigma Koordinatörü	6 sigma planlamalarını yürütmek, sponsora raporlamak, danışman ve destek bölümleriyle iletişimi sağlamak
Sponsor (Lider)	Uygulamaların kontrolü, iş sonuçlarına etkisini sorgulamak
Şampiyon	Süreci yönetmek, 6 sigma ekibine destek, sorgulama, başarı için gereken önlemleri almak
Uzman Kara Kuşak	Eğitim ve danışmanlık yapmak
Kara Kuşak	Kara kuşak projelerinin parasal hedeflerine ulaşması için liderlik yapmak
Ekip üyesi (Yeşil Kuşak)	Süreç içinde doğrudan çalışmak, ekip liderine yardımcı olmak
Finans Sorumlusu	6 sigma harcamalarını takip etmek, kazançları onaylamak

2.2. 6 Sigma Projeleri için Kritik Başarı Faktörleri

Bu bölümde yapılan literatür araştırması sonucunda özellikle proje seçimi aşaması için belirlenmiş olan kritik başarı faktörleri ile bu araştırmadan yola çıkarak 6 sigma'yı beyaz eşya sektöründe uygulayan bir firmada uzman kara kuşak ve 6 sigma lideri olarak görev alan bir yetkilinin görüşleri yardımıyla oluşturulan yeni kriterler yer almaktadır.

2.2.1. Literatürde araştırması

6 sigmada kalite ve üretkenliğin gelişme kaydedebilmesinde projeler birincil etkili araçlardır (Montgomery 2004). Projenin başarısı bir firmayı ortalama bir firmadan ayırabilmekte ve 6 sigma yolculuğundaki konumunu ortaya koyabilmektedir.

En yalın haliyle bir 6 sigma projesinin firmaya kazanç getirebilmesi için düzenli bir faaliyet planına, üst yönetimin desteğine, 6 sigma istatistiksel araçlarını doğru bir şekilde bilen ve kullanabilen ekip üyelerine ihtiyacı vardır. Literatür incelendiğinde ;

Harry ve Schroeder (2000) çalışmalarında 6 sigma proje seçimi için;

- Milyonda hata sayısı (DPMO),
- Net maliyet tasarrufu,
- Kalitesizlik maliyeti (COPQ),
- Çevrim süresi,
- Kapasite,
- Kurum içi performans

kriterlerini dikkate almayı önermektedir.

Coronado ve Antony (2002), çalışmalarında 6 sigma projelerinin etkin uygulamaları için;

- Yönetimin katılım ve taahhüdü,
- Kültürel değişim,
- İletişim,
- Organizasyon altyapısı,
- Eğitim,

- 6 sigmayı iş stratejisiyle birleştirme,
- 6 sigmayı müşteriye birleştirme,
- 6 sigmayı insan kaynaklarına birleştirme,
- 6 sigmayı tedarikçilere birleştirme,
- Proje yönetim yetenekleri,
- 6 sigma içindeki araç ve teknikleri anlama,
- Proje önceliklendirme ve seçimi

olmak üzere 12 kritik başarı faktörü önermektedir.

Banuelas ve Antony (2002), çalışmalarında 6 sigma projelerinin etkin uygulamaları için;

- Yönetimin katılım ve taahhüdü,
- Kültürel değişim,
- Organizasyonel altyapı, eğitim,
- 6 sigmayı iş stratejisine bağlama,
- 6 sigmayı müşteriye bağlama,
- 6 sigmayı çalışanlara (insan kaynakları) bağlama,
- 6 sigmayı tedarikçilere bağlama, proje yönetim yetenekleri,
- 6 sigma metodolojisini, araç ve tekniklerini anlama,
- Proje seçim, gözden geçirme ve izleme

olmak üzere 11 kritik başarı faktörü önermektedir. İngiliz firmalarında pilot çalışma şeklinde test edilen kriterlerden üst yönetimin katılım ve taahhüdü en önemli, 6 sigmayı çalışanlara bağlama kriteri ise en önemsiz kriter olarak belirlenmiştir.

Starbird (2002) çalışmasında 6 sigma uygulamaları için başarının anahtarı olarak;

- Süreç yönetimini başlatmak,
- Temel süreci, müşteri ihtiyaçlarını ve ölçümleri tespit etmek,
- Raporlama yoluyla performans sürdürme

kriterlerini önermektedir.

Johnson and Swisher (2003) çalışmalarında başarılı 6 sigma uygulamaları için;

- Sürekli ve görünür yönetim taahhüdü,
- Katılımcılar için sürekli eğitim ve çalışma,
- Açıkça ifade edilmiş beklentiler,
- Proje liderlerinin titizlikle seçimi,
- Stratejik açıdan önemli projelerin seçimi kriterlerini önermektedirler.

Kumar ve ark. (2007) çalışmalarında 6 sigma proje seçimi için kullandıkları veri zarflama analizi yöntemi için kullandıkları girdi ve çıktılar için literatürden derledikleri aşağıdaki kriterleri kullanmışlardır;

- Girdiler;
 - Proje maliyeti,
 - Proje süresi,
 - Siyah ve yeşil kuşak sayısı.
- Çıktılar;
 - Müşteri memnuniyeti,
 - İş stratejisi üzerindeki etki,
 - Sigma seviyesindeki artış,
 - Finansal etki,
 - Aktif projeler arasındaki ilerlemeyi bütünleştirme,
 - Üretkenlikteki artış.

Yang ve Hsi Hsieh (2008), çalışmalarında 6 sigma proje seçim kriteri olarak Tayvan milli kalite ödülü kriterleri ve alt kriterlerini kullanmışlardır;

- Liderlik
 - İş kavram/ değerleri,
 - Firma vizyon/ misyonu,
 - Üst yönetimin liderliği,
 - Toplam kalite kültürü,
 - Kurumsal yurttaşlık.

- Stratejik yönetim,
 - İnovasyon değerleri,
 - İş modeli ve stratejik planlama,
 - Strateji geliştirme ve gelişim.
- Araştırma ve inovasyon,
 - Araştırma ve inovasyon stratejisi ve süreci,
 - Araştırma ve inovasyon girdisi,
 - Araştırma ve inovasyon sonuç ölçümü.
- Müşteri ve pazar gelişimi
 - Ürün/ servis ve pazar stratejisi,
 - Müşteri ve iş bilgi yönetimi,
 - Müşteri ilişkileri yönetimi.
- İnsan kaynakları ve bilgi yönetimi,
 - İnsan kaynakları planlama,
 - İnsan kaynakları gelişimi,
 - İnsan kaynakları kullanımı,
 - Çalışan ilişkileri yönetimi,
 - Bilgi yönetimi.
- Bilgi stratejisi uygulama ve yönetimi
 - Bilgi stratejisi planlama,
 - Bilgisayar uygulamaları ağı,
 - Bilgi uygulaması,
- Süreç yönetimi
 - Ürün/ süreç yönetimi,
 - Çevrimdışı faaliyet yönetimi,
 - Organizasyonel ilişkiler yönetimi.
- İş sonucu
 - Müşteri tatmini,
 - Pazar gelişim performansı,
 - Firma finansal performansı,
 - İnsan kaynakları gelişim performansı,
 - Bilgi yönetimi performansı,

- Süreç yönetimi performansı,
- İnovasyon ve esas rekabet performansı,
- Sosyal değerlendirme.

Saghaei ve Didekhani (2010) çalışmalarında 3 ana kriter ve 8 alt kriter ile 6 sigma proje seçim çerçevesi önermektedirler. Belirledikleri kriterler;

- İş mükemmelliği ve müşteri memnuniyeti
 - Müşteri memnuniyeti,
 - İş mükemmelliğine ulaşma,
 - Stratejik plan uygulama.
- Finansal faydalar
 - Yatırım getirisinin artması,
 - Azalan yeniden işleme ve hurda maliyeti,
 - Değerlendirme ve önleme faaliyetlerinin maliyetlerinin azaltılması.
- Süreç iyileştirme
 - Ürün özelliklerindeki değişkenlik,
 - Fayda sağlamayan faaliyetlerin yok edilmesi.

Büyüközkan ve Öztürkcan (2010), çalışmalarında belirledikleri 6 sigma proje değerlendirme modelinde 3 ana kriter; iş mükemmelliği, gelir artışı ve üretkenlik kriterleri altında fayda, fırsat, risk, maliyet analizi yapmışlardır.

- Fayda kriteri altında;
 - İş mükemmelliği,
 - Müşteri memnuniyeti,
 - Finansal performans,
 - Öğrenme ve büyüme.
- Fırsat kriteri altında;
 - Operasyonel mükemmellik,
 - Artan pazar payı,
 - Müşteri sadakati,
 - Çalışanlar arasındaki rekabet.

- Risk kriteri altında;
 - Bütçe aşımı,
 - Gecikme,
 - Projeye ilişkin riskler.
- Maliyet kriteri altında;
 - Uygulama maliyeti,
 - Eğitim maliyeti,
 - İnsan kaynakları maliyeti

kriterlerini önermektedirler.

Ray S. ve ark. (2012) yaptıkları 6 sigma projelerini değerlendirme çalışmasında 6 sigma başarısını ölçmek için;

- Üst yönetimin katılımı,
- Proje hedefine ulaşma,
- Zaman çizelgesi takibi,
- Analiz derinliği,
- Süreç değişimi,
- Gözden geçirme/ kontrol kriterlerini önermektedir.

Wasage (2012) çalışmasında, anket yoluyla 2011 Amerika Fortune 500 listesindeki 51 firmadan aldığı yanıtlar ve literatür araştırmasına göre 6 sigma uygulamaları için önemli bileşenler ve performans göstergelerini belirleyip aralarında ilişki kurmaya çalışmıştır. Başarılı bir 6 sigma uygulaması için;

- Lider ve yönetim uygulamaları
 - Lider taahhüdü
 - Üst yönetim taahhüdü
 - Liderlik ve üst yönetimin finansal kaynak tahsisi
- 6 sigmayı insan kaynaklarına bağlama
 - Kişisel eğitime önem vermek
 - Ödül teklif etmek
 - Sürekli açık iletişim
 - Çalışanların 6 sigma üzerine eğitimi
 - Çalışanların çeşitli teknikler üzerine eğitimi
 - Genel, kapsamlı 6 sigma

- 6 sigma'yı müşteriye bağlama

- Müşterinin kaygıları ve geribildirim

hayati bileşenler olarak belirtilmiştir. Başarılı 6 sigma projeleri için performans göstergeleri olarak ise;

- DPMO

- Milyon fırsatta hata sayısında azalma
- Firmanın 6 sigma seviyesine yaklaşması

- Finansal ölçümler

- Yeniden işleme maliyetlerinde tasarruf
- Karın artması
- Aktif karlılığın yükselmesi
- Genel, finansal olarak kalite girişim kazancının uygulama

maliyetlerini aşması

- Müşteri tatmini

- Müşteri şikayetlerinin azalması
- Genel, müşteri tatmininin artması
- Elde tutulan müşterilerin artması

- Verimlilik

- Genel, ürün/servis kalitesinde artış
- Sipariş işleme süresinin gelişmesi
- Genel, firma süreçlerinin gelişmesi

olarak belirtilmiştir.

2.2.2. Oluşturulan 6 sigma etkinlik ölçüm kriterleri çerçevesi

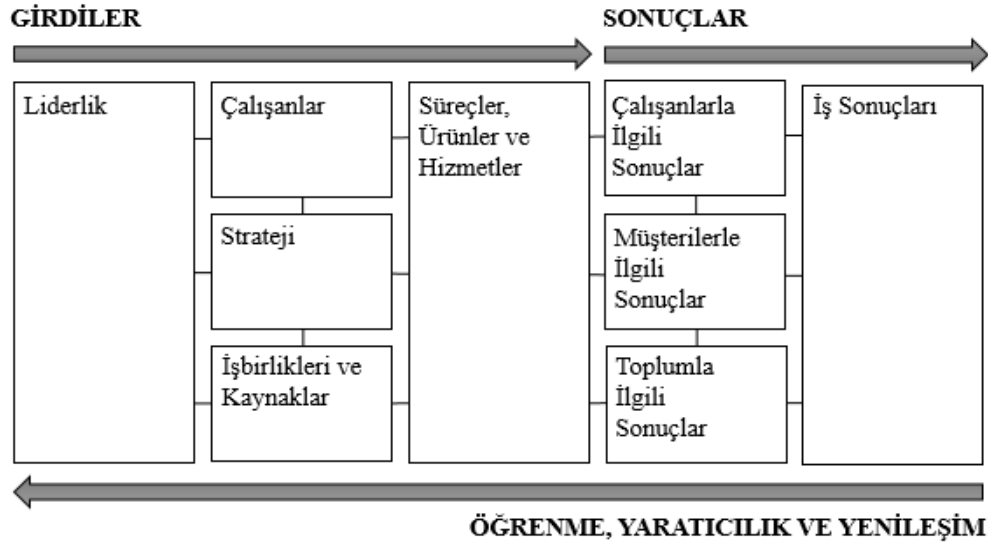
Moschidis'in (2013), 6 sigma projelerindeki kritik başarı faktörleri üzerine yaptığı literatür araştırmasında kriterleri kolayca sayılabilir, ölçülebilir ve 6 sigma araç ve tekniklerine ilişkin olanları sert, daha davranışsal ve kültürel açıdan olanları yumuşak olacak şekilde 2 grupta toplanmaktadır. Ayrıca EFQM (European Foundation for Quality Management) modelinde olduğu gibi (Şekil 2.1) 2 kategoriye ayrılan 9 kriterin girdiler olarak adlandırılan; liderlik, strateji, çalışanlar, tedarikçi ve kaynaklar, süreçler kritik başarı faktörleri de gruplandırma yapmak için kullanılmaktadır.

Literatürde Bandyopadhyay (2011), Tabari ve arkadaşlarının (2012) yapmış oldukları çalışmalarda, bir firmada EFQM ile iş mükemmelliğine ulaşılmasının 6 sigma projeleri uygulanarak sağlanabileceği, iki sistemin benzerlikleri ve birbirlerini tamamladıkları noktalar belirtilerek ortaya koyulmuştur. Bu tez çalışmasında Moschidis'in (2013) önerdiği gibi kriterler, 6 sigma ile operasyonel mükemmellik açısından benzerlik gösteren EFQM mükemmellik modeli kriterleriyle benzer şekilde sınıflandırılmıştır.

Kriter ve alt kriterler, literatürde önceki yıllarda belirlenmiş kriterler ayrıntılı olarak incelenerek, beyaz eşya sektöründe 6 sigmayı uygulayan bir firmada uzman kara kuşak ve 6 sigma proje lideri olarak görev alan yetkili kişinin görüş ve önerileriyle birlikte oluşturulmuştur.

Oluşturulan yeni listede kriterler doğrudan tamamlanmış projelerin değerlendirilmesine yönelik olduğundan hem çalışanlar hem de çalışanlar ile ilgili sonuçlar olarak iki başlık kullanılmamış, bunun yerine çalışanlar kriterinin alt kriterleriyle çalışanlara yapılan katkı sorgulanmıştır. Müşteriyle ilgili sonuçlar kriteri; metodolojiye uygunluk kriterinin tanımlama aşamasında müşterinin sesi (VoC-Voice of Customer) çalışmasının yapılıp yapılmaması ve proje hedefini karşılama alt kriteriyle müşteri şikayetlerinin azalması sonuçlarından yola çıkılarak değerlendirilmektedir. Bu sebeple EFQM'in 5 adet girdi kriterinin kullanılmasının yanında sonuçlar kriterinin sadece temel performans sonuçları ve toplumla ilgili sonuçlar kısmı yer almaktadır.

Şekil 2.1. EFQM Mükemmellik Modeli (Anonim, 2012)



1988 yılında Avrupa'daki firmaları sürdürülebilir iş mükemmelliğine götürmek için kurulmuş olan Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı'nın (EFQM) belirlemiş olduğu mükemmellik modelindeki 5 adet girdiler ve 4 adet sonuçlar başlıklarından yola çıkılarak, bu tez çalışmasında 7 üst, 18 alt kriterden oluşan tamamlanmış 6 sigma projeleri için etkinlik ölçüm kriter ve alt kriterleri belirlenmiştir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Tamamlanmış 6 sigma projeleri için etkinlik ölçüm kriter ve alt kriterleri

Kriterler	Alt Kriterler
Liderlik (Üst Yönetimin Katılımı) (K1)	Proje ekibin belirlenmesi, projenin uygulama, değerlendirme aşamalarında destek, katılım ve takip (K1.1)
Politika ve Strateji (K2)	Seçilen projenin politika ve stratejilere katkısı (K2.1)
Temel performans sonuçlarına katkı (K3)	Proje hedefini karşılama (K3.1) Finansal açıdan getirisi (K3.2) Yenilikçi gelişime katkı (K3.3)
Toplumla ilgili sonuçlar (K4)	Toplumsal açıdan fayda (K4.1) Çevresel performans gelişimi (K4.2)
Çalışanlar (Proje ekip üyeleri) (K5)	Takım üyelerinin motivasyonuna katkı (K5.1) Takım üyelerinin aldıkları eğitimler (K5.2) Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması (K5.3)
İşbirliği ve kaynaklar (K6)	Tedarikçilerle işbirliği, tedarikçiyi istatistiksel araç kullanımına teşvik ve kalite, performans düzeylerinin arttırılması (6 sigmanın tedarikçiyeye yansımaları) (K6.1) Uygun ve gereken kaynak kullanımı (K6.2)
Süreçler (Metodolojiye uygunluk) (K7)	Tanımlama aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.1) Ölçme aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.2) Analiz aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.3) İyileştirme aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.4) Kontrol aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.5) TÖAİK aşamalarının belirlenen zaman çizelgesine uygunluğu (K7.6)

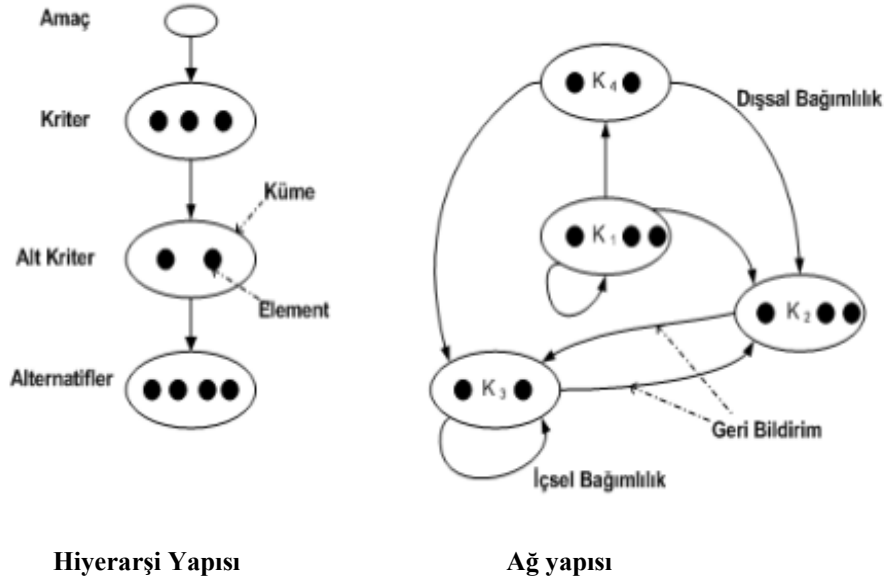
3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ-ANP

Çok kriterli karar verme, karar vericilerin karmaşık kararları almalarına sistematik ve yapısal bir yolla yardım etmek için geliştirilmiş kavram, metod ve teknikler setidir. Çok kriterli karar verme problemlerinin iki çeşidi mevcuttur: Çok kriterli kesikli alternatif problemleri ve çok kriterli optimizasyon problemleri. Kesikli alternatif problemlerini çözmek için önerilen birçok metod vardır. Çok nitelikli fayda teorisine dayanan ve iyi bilinen modeller AHP (Analytic Hierarchy Process), ANP (Analytic Network Process) ve ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yada TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) gibi sıralama metodlarıdır (Beltrán ve ark.,2014).

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen analitik ağ süreci tercih edilmiştir. AHP'de olduğu gibi tek yönlü hiyerarşik yapı kurma zorunluluğunu ortadan kaldıran ve daha karmaşık yapıdaki problemlere çözüm getiren yöntemde kriterler, alt kriterler ve bu kriterler arasındaki ilişki ve geribildirimleri içeren bir ağ yapısı oluşturulmaktadır.

Birçok ağ problemi hiyerarşik olarak kurulamaz, çünkü üst seviye elemanları ile alt seviye elemanları arasında ilişki ve bağımlılık içerir (Şekil 3.1). Hiyerarşide olduğu gibi sadece kriterin önemi alternatifin önemini değil, alternatifin önemi de kriterlerin önemini belirler. Böylece ANP' de karar alternatifleri kriterlere ve birbirlerine ve bunun yanısıra kriter alternatiflere ve diğer kriterlere bağlı olabilmektedir.

Kriterler arasındaki aynı küme içindeki etkileşimler (iç bağımlılık) yada kümeler arasındaki etkileşimler (dış bağımlılık) olarak ifade edilir. Şekil 3.1' de belirtildiği gibi K_4 kümesinden K_2 kümesine çizilen ok, K_2 'deki elemanların K_4 'deki elemanları etkilediğini gösterir. K_2 'deki elemanların K_4 'deki elemanlar üzerinde dış bağımlılığı vardır. K_3 'den çıkan okun yine aynı kümeye döngü yapması ise o kümedeki elemanların birbirlerini etkilediğini diğer bir ifadeyle elemanlar arasında iç bağımlılık olduğunu gösterir.



Şekil 3.1. Hiyerarşi ve ağ yapısının şematik gösterimi (Görener, 2014)

3.1. Analitik Ağ Sürecinin Uygulama Adımları

1. Karar problemini tanımlama ve kriterlerin belirlenmesi: Bu aşamada amaç, karar vericiler tarafından beyin fırtınası gibi yöntemlerle problemini tanımlamak, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifleri açık bir şekilde ifade edebilmektir.

2. Kriterler arasındaki ilişkileri tanımlama ve ağ yapısının oluşturulması: Bu aşamada kriterler arasındaki etkileşimler, iç ve dış bağımlılıklar belirlenmektedir.

3. İkili karşılaştırmaların yapılması: Bu aşamada karar vericiler tarafından Saaty'nin geliştirdiği AHS için de kullanılan önem skalası (Çizelge 3.1) kullanılarak kriterler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmekte ve karşılaştırma matrisi (Şekil 3.2) için öncelik vektörü belirlenmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & \ddots & \cdot & \vdots \\ \vdots & \cdot & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & \ddots & \cdot & \vdots \\ \vdots & \cdot & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \ddots & \cdot & \vdots \\ \vdots & \cdot & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \dots & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

Şekil 3.2. A karşılaştırma matrisi (Aslan, 2005)

İkili karşılaştırmalara dayanılarak oluşturulan $n \times n$ boyutundaki A ikili karşılaştırma matrisinde a_{ij} elemanı, i . özelliğin j . özelliğe göre ne kadar önemli olduğunu gösterir ve matris elemanları arasında; $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ve $a_{ii} = 1$ ilişkisi bulunmaktadır.

İkili karşılaştırma matrisleri elde edildikten sonra lokal öncelik vektörlerinin (özvektör) bulunması için en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanıp normalize edilmesi gerekir. $A.w = \lambda_{max}.w$ denkleminin çözülmesi ile lokal öncelik vektörü hesaplanır.

Matrisler tutarlı iken diğer bir ifadeyle $a_{ij} = 1/a_{ji}$ iken ve tüm i, j ve k değerleri için $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ iken ikili karşılaştırmalar kesin ölçümlere dayanmakta ve w_1, w_2, \dots, w_n kriter öncelik değerleri bilinmektedir.

Bu durumda $i, j = 1, \dots, n$ için $a_{ij} = w_i / w_j$ olmalıdır. Buradan hareketle,

$$a_{ij} \cdot a_{jk} = \frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{w_j}{w_k} = \frac{w_i}{w_k} \text{ ve } a_{ji} = \frac{w_j}{w_i} = \frac{1}{w_i/w_j} = \frac{1}{a_{ij}} \text{ olur.}$$

$x = (x_1, \dots, x_n)$, $y = (y_1, \dots, y_n)$ sütun vektörlerinin A matrisiyle çarpımı

$A.x = y$ 'dir ve $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = y_i$ ($i = 1, \dots, n$) şeklinde gösterilir.

$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ olduğundan $a_{ij} \cdot \frac{w_j}{w_i} = 1$ olur ve sonuç olarak;

$\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = n$ yada $\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j = n w_i$ eşitlikleri elde edilir.

Eşitlikler matris olarak $Aw = nw$ şeklinde gösterilir.

Matris teorisine göre burada w , A matrisinin bir özdeğeri n olan bir özdeğer vektörüdür. Eşitlik matris halinde açık şekilde aşağıdaki gibidir:

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdot & \cdot & \cdot & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdot & \cdot & \cdot & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_2/w_n & \cdot & \cdot & \cdot & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \cdot \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ \cdot \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix}$$

Şekil 3.3. $A.w = n.w$ eşitliğinin matris şeklinde gösterimi

$A.w = n.w$ eşitliğinde eğer matris % 100 tutarlı ise n , A'nın en büyük özdeğeridir ve $n = \lambda_{max}$ olarak yazılabilmektedir.

Buna göre $A.w = \lambda_{max}.w$ eşitliği yazılır. Bu eşitlikten yola çıkararak;

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \text{ olarak bulunur.}$$

A matrisinin tutarlı olabilmesi, A'nın en büyük özdeğerinin n 'e eşit olmasıdır. A'nın yapısındaki tutarsızlık ne kadar fazla olursa λ_{max} , n 'den o kadar uzaklaşır fakat her zaman $\lambda_{max} \geq n$ 'dir. $(\lambda_{max}-n)$ yargılardaki sapmanın bir ölçütüdür (Aslan, 2005).

4. Tutarlılık oranının tespit edilmesi: Bu aşamada, edilen karşılaştırma matrislerinin tutarlı olup olmadıklarının tespiti için tutarlılık oranı(CR) hesaplanmaktadır. Eğer elde edilen değer 0,10'a eşit veya daha düşük ise ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu sonucuna varılmaktadır. CR; tutarlılık indeksinin (CI), rastgele tutarlılık indeksi (RI)'ne bölümü ile elde edilmektedir. Eşitlikler aşağıda verilmektedir:

$$CR = \frac{RI}{CI} \quad (3.1)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.2)$$

5. Süpermatrislerin oluşturulması: Kriter ve alt kriterler arasındaki iç ve dış bağımlılıkları değerlendirmek amacıyla her bir bölümü ağ içerisindeki ikili karşılaştırmaların lokal öncelik vektörlerini içeren ve boyutu ağdaki tüm faktörlerin sayısına eşit olan stokastik yapıdaki süper matris oluşturulur.

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_N \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{matrix} e_{11} e_{12} \dots e_{1n_1} & e_{21} e_{22} \dots e_{2n_1} & \dots & e_{N1} e_{N2} \dots e_{Nn_N} \\ \left[\begin{array}{cccc} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{array} \right] \end{matrix} \end{matrix}$$

Şekil 3.4. Ağ yapısı süpermatrisi (Saaty, 2006)

C_m , m. kriter iken e_{mn} m. kriterin alt kriteridir ve W_{ij} i. kriterin j. kriterle karşılaştırılması ile oluşturulan lokal öncelik vektörlerinden oluşan süpermatristir. Karşılaştırılan iki kriterin birbirine etkisi yoksa $W_{ij}=0$ olur.

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j)} & W_{i1}^{(j)} & \dots & W_{i1}^{(j)} \\ W_{i2}^{(j)} & W_{i2}^{(j)} & \dots & W_{i2}^{(j)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{in_i}^{(j)} & W_{in_i}^{(j)} & \dots & W_{in_i}^{(j)} \end{bmatrix}$$

Şekil 3.5. Süpermatrisin içindeki bir matrisin detayı (Saaty, 2006)

İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen matrislerin özdeğer vektörleri W_{ij} değerlerinden oluşan bu matrise **ağırlıklandırılmamış süpermatris** adı verilir.

Ağırlıklandırılmamış matrisin bütün sütunlarında sütun normalizasyonu yapılarak diğer bir ifadeyle sütun toplamları bire eşit hale getirilerek **ağırlıklandırılmış matris** elde edilir.

Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için n rasgele seçilmiş büyük bir sayı olmak üzere süpermatrisin $(2n + 1)$ kuvveti alınarak **limit matris** oluşturulur.

6. Kriterlere ait önem ağırlıklarının ve en iyi alternatifin belirlenmesi: Önceki aşamada elde edilen limit süper matrisle birlikte alternatif ve kriterlere ait önem ağırlıkları belirlenmiş olur. En yüksek ağırlığa sahip olan alternatif/kriter Seçim probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif, ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecini etkileyen en önemli kriterdir. Bu çalışmada yöntem, kriterlerin analizi için kullanılmaktadır.

Çizelge 3.1. Mutlak sayıların temel ölçeği (Saaty, 1996)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok kuvvetli derecede tercih ettirir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler
	Reciprocal	Tersi karşılaştırma için
	Kesirli Değerler	Matriste tutarlılık oluşturulmak istendiğinde kullanılır

4. TAMAMLANMIŞ 6 SİGMA PROJELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA

Çalışmada kullanılan analitik ağ süreci yönteminin ilk adımı olan kriter ve alt kriterleri belirleme, literatür araştırması ve oluşturulan yeni kriterler çerçevesiyle birlikte 2. bölüm alt başlıklarında belirtilmiştir. Kriter ve alt kriterler ise aşağıda tanımlanmaktadır:

4.1. Kriterler ve Alt Kriterlerin Tanımlanması

Liderlik kriteriyle üst yönetimin 6 sigma ekibinin belirlemesi, proje seçim, uygulama ve değerlendirme aşamasındaki katılım, destek ve takibinin ne seviyede yapıldığı sorgulanmaktadır. Burada aranan liderlerin sadece onaylayan konumunda değil tüm süreç boyunca yapacağı etkin katilimdir.

Politika ve strateji kriteriyle seçilmiş projenin pazar payını artırma gibi geniş ölçekte politika ve stratejilere olan katkısı sorgulanmaktadır.

Temel performans sonuçlarına katkı üst kriteriyle süreçten ziyade doğrudan iş sonuçlarına odaklanılmıştır. Kriterin proje hedefini karşılama alt kriteriyle müşteri şikayeti ve/veya hata oranı azaltma, değer katmayan faaliyetin ayıklanması, değişkenlik azaltılması, çevrim süresinde azalma gibi sonuçların elde edilip edilmediği sorgulanmaktadır.

Finansal açıdan getiri alt kriteriyle kullanılan kaynak maliyeti azaltma, hurda / yeniden işleme maliyetlerini azaltma, değer katmayan faaliyet maliyetleri azaltma, enerji tüketim maliyeti azaltma, atık maliyeti azaltma gibi maddi anlamda sonuçlar elde edilip edilmediği sorgulanmaktadır.

Yenilikçi gelişime katkı alt kriteriyle bileşen, malzeme veya üründe yenilik, süreçlerde yenilik, pazarlama ve yönetsel anlamda yenilik gibi iş sonuçları elde edilip edilmediği sorgulanmaktadır.

Çalışanlar üst kriteriyle, proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması konusu takım üyelerinin motivasyonuna katkı, takım üyelerinin aldıkları eğitimler, takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması alt kriterleriyle incelenmiştir. Uluslararası geçerlilikte uygun eğitim materyalleri ve ortamı, uzman deneyimli kara kuşak eğitmenlerinin varlığı, eğitmen ve çalışanların proje hedeflerine ilişkin bilinç ve inançlarının sağlanması, iletişim planlarıyla bireylerin

nasıl katılım yapacağı ve proje sonuçlarının takibi konularının ne derece yapıp yapılmadığı sorgulanmaktadır.

Toplumla ilgili sonuçlar üst kriteri toplumla ilgili fayda ve çevresel performans gelişimi alt kriterleriyle incelenmektedir. Projenin sosyal projelere yatırım, istihdamın artması, diğer kurum ve kuruluşlara örnek olma gibi toplumsal faydaları yada su tüketiminde, atık tüketiminde, sera gazı emisyonlarında, zararlı kimyasal kullanımında, çevresel kazalarda azalma gibi günümüzün önemli bir konusu hale gelen çevresel performans gelişimine katkısı olup olmadığı sorgulanmaktadır.

İşbirliği ve kaynaklar üst kriteriyle ortak fayda sağlanması açısından tedarikçilerle uzun süreli ilişkiler kurmak adına tedarikçiyi 6 sigmaya dahil etmenin kapsamı ve kuruluşun proje için ne kadar uygun ve yeterli kaynak kullandığı konuları sorgulanmaktadır. Ürün temin edilen taşeronlar(girdi malzemeler), girdi sağlayan taşıyıcı firma, ürün satışını yapan bayi, servis elemanları ve hatta müşteriye teslimatı sağlayan kuryenin hal ve tavırları bile müşteri memnuniyetinde belirleyici olabilmektedir. Kriter 6 sigmanın tedarikçiye yansması ve uygun, gereken kaynak kullanımı alt kriterleriyle incelenmektedir.

Süreçler üst kriteriyle literatürden farklı olarak 6 sigmanın bel kemiği olan metodolojisinin adımları teker teker sorgulanmakta ve diğer bir alt kriter olarak projenin planlanan zaman çizelgesine uygunluğu incelenmektedir.

Tanımlama aşamasının doğru bir şekilde yapılması alt kriteriyle problemin tanımı ve kapsamının belirlenmesi, süreç haritaları oluşturma, Müşterinin sesi çalışmalarının yapılması ve projeye yansıtılması, göstergeleri ve göstergeler için açık, ölçülebilir hedefleri belirleme aşamalarının tam ve doğru şekilde yapıp yapılmadığı sorgulanmaktadır.

Ölçme aşamasının doğru bir şekilde yapılması alt kriteriyle problemin nedenlerini belirleme, veri toplama, ölçüm sisteminin analizinin tam ve doğru bir şekilde yapıp yapılmadığı sorgulanmaktadır.

Analiz aşamasının doğru bir şekilde yapılması alt kriteriyle analizin derinliği, istatistiksel araçların uygun kullanımı, kök sebeplere ulaşma aşamalarının gerçekleştirilme durumu sorgulanmaktadır.

İyileştirme aşamasının doğru bir şekilde yapılması alt kriteriyle çözüm belirleme, risk değerlendirme, pilot uygulama ve uygulamaların değerlendirilmesi durumu sorgulanmaktadır.

Kontrol aşamasının doğru bir şekilde yapılması alt kriteriyle proje hedeflerinin sonuçlarının izlenmesi ve doğrulanması, standartlaştırma ve dökümantasyon çalışmalarının yapılıp yapılmadığı sorgulanmaktadır.

TÖAİK aşamalarının belirlenen zaman çizelgesine uygunluğu alt kriteriyle projenin zamanlama yeteneğine göre başarısı sorgulanmaktadır.

4.2. Kriterler ve Alt Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

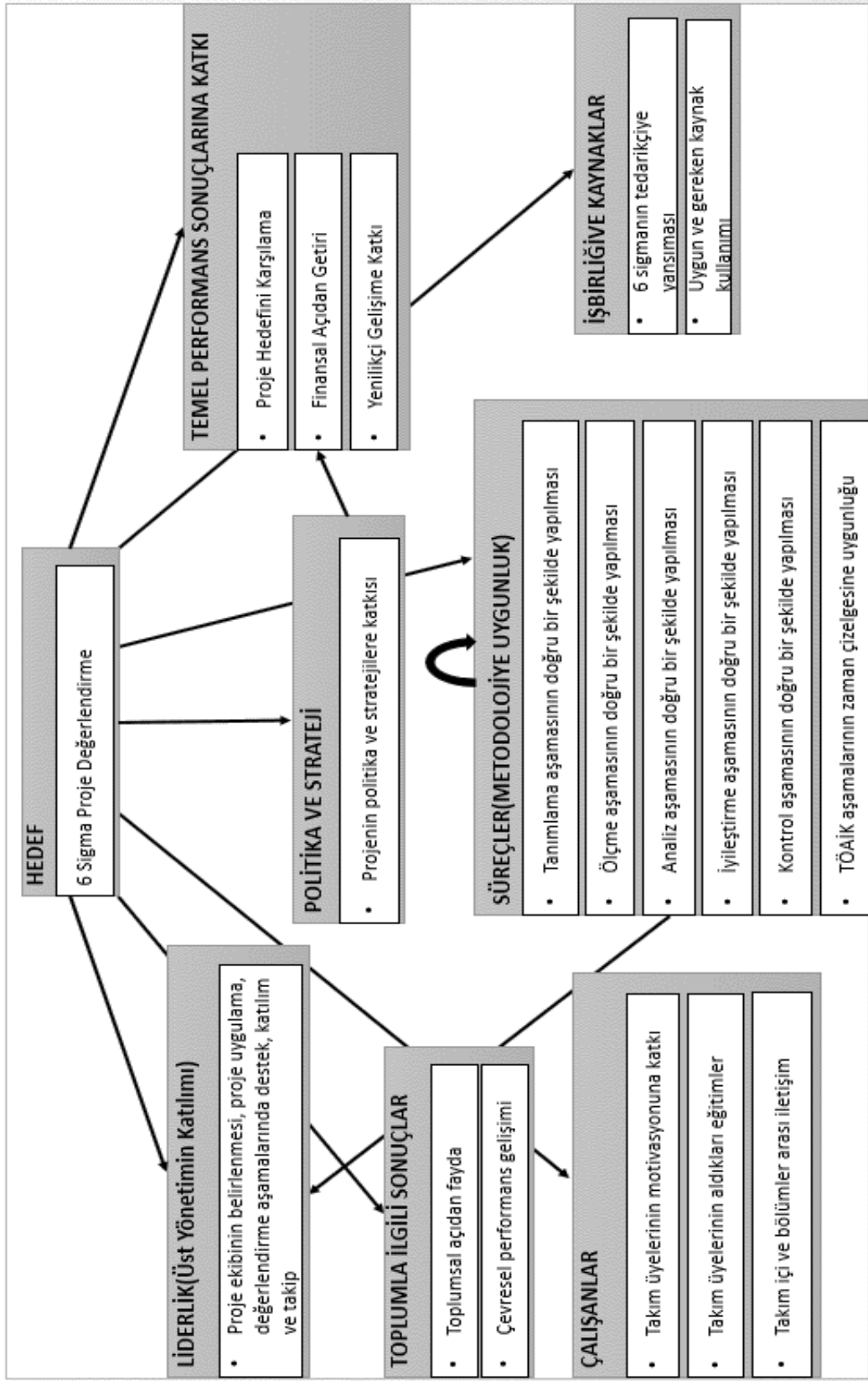
Analitik ağ sürecinin ikinci adımında kriter ve alt kriterler arasındaki ilişkiler belirlenip, ağ yapısına dönüştürülmüştür. Kriterler ve alt kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenip, ağ yapısına dönüştürülmesi aşaması, kriterlerin belirlenmesi aşamasında yer alan aynı 6 sigma lideriyle birlikte gerçekleştirilmiştir.

Kurulan ağ yapısı içerisinde proje ekibinin belirlenmesi, projenin uygulama, değerlendirme aşamalarında destek, katılım ve takip alt kriteriyle iyileştirmenin doğru yapılması alt kriteri ilişkilendirilmektedir. Üst yönetimin katılımının, özellikle iyileştirme çalışmalarının yapılması aşamasındaki onayının büyük ölçüde önem arz edeceği düşünülerek iki kriter arasında dış bağımlılık oluşturulmuştur.

Projenin politika ve stratejilere katkısı kriteriyle proje hedefini karşılama ve finansal açıdan getirisi alt kriterleri ilişkilendirilerek ikinci dış bağımlılık oluşturulmaktadır. Proje hedefinin karşılanması ve finansal açıdan getirisinin firmanın politika ve stratejisini doğrudan etkilediği düşünülmüştür.

Ölçmenin doğru şekilde yapılması alt kriteri analizin doğru şekilde yapılması alt kriteriyle, analizin doğru şekilde yapılması alt kriteri iyileştirmenin doğru şekilde yapılması alt kriteriyle ilişkilendirilerek süreçler üst kriteri altında iç bağımlılık oluşturulmuştur. Ölçüm, analiz ve iyileştirme aşamalarının süreçlerden elde edilen verilere dayanması ve bu aşamalardan birinde oluşacak verilerle ilgili eksiklik yada yanlışlığın diğer aşamayı doğrudan etkileyeceği düşünülmüştür.

Çizelge 2.3’de belirlediğimiz kriterlerin ağ yapısı Şekil 4.1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 4.1. Kriter ve alt kriterlerin ağ yapısı şeklinde gösterim

4.3. ANP Tekniğinde Grup Kararı Verme Süreci

Kriterlerin ağ yapısına dönüştürülmesinin ardından ağırlıklandırma işlemi için farklı sektörlerde çalışan ve 6 sigma projelerinde uzman kara kuşak olarak görev almış 7 farklı uzman kişinin yanıtladığı anketler yoluyla ikili karşılaştırmaları yapılmıştır.

ANP ikili karşılaştırma aşamasında, hem bireysel hem de grup kararlarının değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Grup kararlarında grubun her bir üyesine ait yargılarından tek bir yargıya ulaşmak için çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Escobar ve Moreno-Jimenez,2007):

- Uzmanlar arasında anlaşma sağlanması,
- Anlaşma sağlanamadığı durumlarda oylama yapılması,
- Bireysel yargıların birleştirilmesi,
- Bireysel önceliklerin birleştirilmesi,
- Yargıların aralıklarının göz önünde bulundurulması.

Bu çalışmada kriterleri değerlendiren uzman kişilerin öncelikleri olmadığı için bireysel yargıları birleştirilmekte ve bunun için öncelikle literatürdeki en yaygın yöntem olan geometrik ortalama kullanılmaktadır.

Grup karar yada yargılarını birleştirme prosedürünü düzenleyen önemli şartlar vardır. n adet yargının sentezi için $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ fonksiyonunu tanımlarsak, bu fonksiyon aşağıdaki şartları yerine getirmelidir(Saaty,2001):

- Ayrılabilirlik (Separability) şartı: Pozitif sayıların P aralığındaki tüm x_1, x_2, \dots, x_n için g fonksiyonu P'yi J uygun aralığına eşleyen ve sürekli, çağrışımlı ve iptal edilebilirliği olan bir işlemdir. Burada birey yargılarının etkisinin ayrılabilirliği anlatılmaktadır.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = g(x_1)g(x_2) \dots g(x_n) \quad (4.1)$$

- Oybirliği (Unanimity) şartı: Eğer karar vericilerin hepsi x yargısını verdiyse, sentez halindeki yargı da x olmalıdır.

$$f(x, x, \dots, x) = x \quad (4.2)$$

- Homojenlik (Homogeneity) şartı: Eğer tüm karar vericiler bir oranı diğerine göre u kat büyük tanımladıysa, sentez halindeki yargı da u kat büyük olmalıdır.

$$f(ux_1, ux_2, \dots, ux_n) = uf(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4.3)$$

- Kuvvet (Power) şartları: Örnek olarak eğer k. birey bir karenin kenar uzunluğunu x_k olacak şekilde yargılsa, bu karenin alanı üzerindeki sentez yargı, kenar uzunluğu üzerindeki sentez yargının karesiyle belirlenecektir.

$$f(x_1^p, x_2^p, \dots, x_n^p) = f^p(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4.4)$$

Saaty (2001), geometrik ortalama yönteminin bu şartları sağlayarak sentez fonksiyonunu oluşturmaya yardımcı olduğunu belirtmektedir. Pozitif olmak koşuluyla n adet birimden oluşan bir istatistik serisindeki mevcut birim değerlerinin çarpımlarının n. dereceden kare kökünü ifade eden Geometrik ortalamanın denklemi aşağıda belirtildiği gibidir:

$$G.O = \sqrt[n]{(x_1)(x_2) \dots (x_n)} \quad (x_n > 0) \quad (4.5)$$

Bu çalışmada, bireysel yargıları birleştirirken ikinci bir yöntem olarak istatistikte sonlu sayı dizilerinde en yüksek değerlerle en düşük değerleri birbirinden ayıran ve ortadaki değeri ifade eden medyan yöntemi önerilmektedir.

İkili karşılaştırma sonuçlarının geometrik ortalama ve medyanlarına göre yapılacak kriter önem ağırlıklandırması için, sadece hiyerarşik yapıdaki problemlerin çözümünü sağlayan Expert Choice paket programı yerine, ağ yapısındaki çok kriterli karar verme problemlerinin çözümüne imkan sağlayan Superdecision paket programı tercih edilmiştir.

4.4. Etkinlik ölçüm kriterleri önem ağırlıkları ve sıralaması

Ağ yapısının oluşturulmasının ardından kriter önem ağırlıklarını belirlemek için, beyaz eşya ve uçak motoru sanayisinde 6 sigmayı uygulayan firmalarda görev alan uzman kara kuşak unvanına sahip 7 kişiye ikili karşılaştırmaların bulunduğu anketler (Ek-1) gönderilmiş, bu anketler sonucunda ikili karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir (Ek-2). Elde edilen karşılaştırma matrislerindeki değerlerin hem geometrik ortalaması hem de medyanları alınarak Superdecision yazılımında ANP yöntemiyle çözülmesiyle iki farklı şekilde kriter önem ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıklandırmasına ait ekran görüntüleri Ek-2 ve Ek-3'dedir.

Projelerin değerlendirilmesi aşamasında 6 sigmayı beyaz eşya sektöründe uygulayan öncü bir firmada, 6 sigma lideri olarak görev alan, burada yapılan tüm

projelerin her aşamasına hakim ve bu çalışmanın da kriter belirleme aşamasında rol almış uzman kara kuşak ile birlikte 15 adet rastgele 6 sigma iyileştirme projesi seçilerek, etkinlik kriterleri ışığında puanlandırılmıştır. Her bir kriterin ağırlığı ve proje etkinliğinin ölçümü için bu kriterlere yönelik verilmiş puanlarının çarpımlarının toplamıyla bir diğer ifadeyle ağırlıklandırılmış toplam yöntemine göre toplam puanları belirlenerek projelerin başarı sıralaması belirlenmiş, firmanın kendi proje değerlendirme konusundaki yaklaşımına göre yapılan sıralamayla karşılaştırılmıştır.

4.4.1. Geometrik ortalamaya göre kriter önem ağırlıkları

Ana kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarının geometrik ortalamalarını alındıktan sonra uygulanan ANP tekniğine göre belirlenmiş önem ağırlıkları aşağıdaki çizelgelerde görülmektedir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6). Karşılaştırmaların tutarsızlık oranları 0,1'den küçük olduğu için sonuçlar güvenilirdir.

Çizelge 4.1. Ana kriterlerin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Ana kriterler	Önem Ağırlıkları
1. Temel performans sonuçlarına katkı	0,34
2. Liderlik (Üst yönetimin katılımı)	0,17
3. Politika ve strateji	0,16
4. Süreçler (Metodolojiye uygunluk)	0,14
5. Çalışanlar (Proje ekip üyeleri)	0,1
6. İşbirliği ve kaynaklar	0,05
7. Toplumla ilgili sonuçlar	0,03

Çizelge 4.2. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Temel performans sonuçlarına katkı ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Finansal açıdan getirisi	0,5
2. Proje hedefini karşılama	0,3
3. Yenilikçi gelişime katkı	0,2

Çizelge 4.3. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Süreçler (Metodolojiye uygunluk) ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Tanımlamanın doğru şekilde yapılması	0,2
2. Kontrolün doğru şekilde yapılması	0,2
3. İyileştirmenin doğru şekilde yapılması	0,2
4. Ölçmenin doğru şekilde yapılması	0,16
5. Analizin doğru şekilde yapılması	0,16
6. TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu	0,08

Çizelge 4.4. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Takım üyelerinin motivasyonuna katkı	0,4
2. Takım üyelerinin aldıkları eğitimler	0,4
3. Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması	0,2

Çizelge 4.5. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

İşbirliği ve kaynaklar ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. 6 sigmanın tedarikçiye yansımaları	0,7
2. Uygun ve gereken kaynak kullanımı	0,3

Çizelge 4.6. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin geometrik ortalama yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Toplumsal açıdan fayda	0,5
2. Çevresel performans gelişimi	0,5

4.4.2. Geometrik ortalamaya göre proje puanları ve sıralaması

Proje puan ve kriter önem ağırlıklarının çarpımına göre belirlenmiş proje toplam puanları Çizelge 4.7’de, iki farklı değerlendirmeye göre yapılmış, projelerin yüksek puandan düşük puana göre başarı sıralaması ise Çizelge 4.8’de görülmektedir.

Çizelge 4.7. Tamamlanmış 6 sigma projelerinin geometrik ortalamaya göre ANP yöntemiyle hesaplanmış puanları

Kriterler	K1	K2	K3.1	K3.2	K3.3	K4.1	K4.2	K5.1	K5.2	K5.3	K5.4	K5.5	K5.6	K6.1	K6.2	K6.3	K7.1	K7.2	Toplam Puan
1. Proje Puanları	3	7	8	6	8	7	5	4	0	3	0	7	8	8	8	7	5	7	5,75
2. Proje Puanları	5	8	9	8	6	8	8	4	0	3	0	8	8	7	8	8	6	8	6,57
3. Proje Puanları	4	8	9	8	8	8	8	5	0	6	0	8	9	8	9	9	6	8	6,78
4. Proje Puanları	7	8	9	6	9	9	9	9	0	8	0	7	9	8	8	9	7	8	7,4
5. Proje Puanları	7	9	7	9	6	8	8	6	3	7	5	7	8	9	8	6	6	8	7,24
6. Proje Puanları	8	8	6	3	7	9	8	7	3	6	7	4	8	7	8	6	5	8	6,54
7. Proje Puanları	6	3	3	2	1	3	2	2	0	3	0	3	6	2	2	3	0	7	2,96
8. Proje Puanları	7	3	2	0	7	0	0	4	7	2	2	2	6	5	5	0	0	6	3,64
9. Proje Puanları	6	6	8	7	9	6	0	5	7	6	2	4	6	3	8	8	3	8	6,38
10. Proje Puanları	5	5	2	7	3	0	7	3	0	2	7	6	5	3	2	2	1	7	3,98
11. Proje Puanları	8	8	7	4	8	3	3	0	2	0	6	7	8	8	9	9	5	7	6,44
12. Proje Puanları	7	6	4	2	2	1	2	3	3	3	1	3	6	2	3	2	1	6	4,04
13. Proje Puanları	8	6	6	7	5	4	7	2	3	3	6	5	6	7	4	6	5	7	5,95
14. Proje Puanları	7	6	7	5	7	2	2	3	2	2	0	4	8	7	6	4	3	7	5,56
15. Proje Puanları	8	8	8	9	5	3	8	7	4	6	8	7	8	8	8	8	6	8	7,46

Çizelge 4.7’de projelerin toplam puanları belirlenirken alt kriterlerin genel toplamdaki önem ağırlığını bulmak için üst kriterlerinin yüzdesi gibi düşünülerek önce üst kriterin ağırlığıyla çarpılmaktadır. Ardından Ağırlıklandırılmış toplam yöntemi kullanılarak, uzman kişilerin proje puanlamasıyla, kriter önem ağırlıkları çarpılarak projenin toplam puanı belirlenmektedir.

Çizelge 4.8 Geometrik ortalamaya göre ANP yöntemiyle belirlenmiş önem ağırlıklarına ve firmanın puanlamasına dayanan proje sıralamaları

Proje Sıralaması	ANP Yöntemine Göre G. O. Kullanılarak Yapılan Sıralama	Firmanın Sıralaması
1.	15. proje	3. proje
2.	4. proje	4. proje
3.	5. proje	2. proje
4.	3. proje	5.proje,15.proje
5.	2. proje	1.proje,11.proje
6.	6. proje	6.proje,9.proje
7.	11. proje	13. proje
8.	9. proje	14. proje
9.	13. proje	12. proje
10.	1. proje	7.proje,8.proje
11.	14. proje	
12.	12. proje	
13.	10. proje	
14.	8. proje	
15.	7. proje	

En yüksek puanlı projeden en düşük puanlı projeye göre yaptığımız başarı sıralamasında firmanın değerlendirmesiyle çalışmamızda ortaya koyulan ANP yöntemine göre geometrik ortalama kullanılarak yapılan değerlendirme arasındaki farklılığın sıralamanın değişmesine sebep olduğu Çizelge 4.8’de görülmektedir.

4.4.3. Medyana göre kriter önem ağırlıkları

Medyan bir dağılımı veya bir veri kümesini iki eşit parçaya bölen birim değerdir. Bir başka deyişle dağılımın merkezi değerine medyan denir. Bir seride sayet çift sayıda gözlem değeri mevcutsa o zaman medyan iki merkez değerin aritmetik ortalamasıdır ve seride yer alan değerlerden biri olmak zorunda değildir.

Ana kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma sonuçlarının medyanlarının alınmasıyla belirlenen önem ağırlıkları aşağıdaki çizelgelerde gösterilmektedir (Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14). Karşılaştırmaların tutarsızlık oranları 0,1’den küçük olduğu için sonuçlar güvenilirdir.

Çizelge 4.9. Ana kriterlerin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Ana kriterler	Önem Ağırlıkları
1. Temel performans sonuçlarına katkı	0,4
2. Politika ve strateji	0,2
3. Süreçler (Metodolojiye uygunluk)	0,2
4. Çalışanlar (Proje ekip üyeleri)	0,05
5. İş birliği ve kaynaklar	0,05
6. Toplumla ilgili sonuçlar	0,03
7. Liderlik (Üst yönetimin katılımı)	0,07

Çizelge 4.10. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Temel performans sonuçlarına katkı ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Finansal açıdan getirisi	0,33
2. Proje hedefini karşılama	0,33
3. Yenilikçi gelişime katkı	0,33

Çizelge 4.11. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Süreçler (Metodolojiye uygunluk) ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Tanımlamanın doğru şekilde yapılması	0,2
2. Kontrolün doğru şekilde yapılması	0,2
3. İyileştirmenin doğru şekilde yapılması	0,2
4. Ölçmenin doğru şekilde yapılması	0,2
5. Analizin doğru şekilde yapılması	0,1
6. TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu	0,1

Çizelge 4.12. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

Çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Takım üyelerinin motivasyonuna katkı	0,33
2. Takım üyelerinin aldıkları eğitimler	0,33
3. Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması	0,33

Çizelge 4.13. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

İşbirliği ve kaynaklar ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. 6 sigmanın tedarikçiye yansımaları	0,75
2. Uygun ve gereken kaynak kullanımı	0,25

Çizelge 4.14. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin medyan yöntemine göre belirlenmiş önem ağırlıkları

İşbirliği ve kaynaklar ana kriterinin alt kriterleri	Önem Ağırlıkları
1. Toplumsal açıdan fayda	0,5
2. Çevresel performans gelişimi	0,5

4.4.4. Medyana göre proje puanları ve sıralaması

Proje puan ve önem ağırlıklarının çarpımına göre belirlenmiş proje puanları Çizelge 4.15’de, iki farklı değerlendirmeye göre yapılmış projelerin yüksek puandan düşük puana göre başarı sıralaması ise Çizelge 4.26’da görülmektedir.

En yüksek puanlı projeden en düşük puanlı projeye göre yaptığımız başarı sıralamasında firmanın değerlendirmesiyle çalışmamızda ortaya koyulan ANP yöntemine göre medyan kullanılarak yapılan değerlendirme arasındaki farklılıkların oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 4.15. Tamamlanmış 6 sigma projelerin medyana göre ANP yöntemiyle hesaplanmış puanları

Kriterler	K1	K2	K3.1	K3.2	K3.3	K4.1	K4.2	K5.1	K5.2	K5.3	K6.1	K6.2	K7.1	K7.2	K7.3	K7.4	K7.5	K7.6	Toplam Puan
Önem Ağırlıkları	0,07	0,2	0,13	0,13	0,13	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	
1. Proje Puanları	3	7	8	6	8	7	5	4	0	3	0	7	8	8	8	7	5	7	6,5
2. Proje Puanları	5	8	9	8	6	8	8	4	0	3	0	8	8	7	8	8	6	8	7,12
3. Proje Puanları	4	8	9	8	8	8	8	5	0	6	0	8	9	8	9	9	6	8	7,55
4. Proje Puanları	7	8	9	6	9	9	9	9	0	8	0	7	9	8	8	9	7	8	7,78
5. Proje Puanları	7	9	7	9	6	8	8	6	3	7	5	7	8	9	8	6	6	8	7,7
6. Proje Puanları	8	8	6	3	7	9	8	7	3	6	7	4	8	7	8	6	5	8	6,74
7. Proje Puanları	6	3	3	2	1	3	2	2	0	3	0	3	6	2	2	3	0	7	2,69
8. Proje Puanları	7	3	2	0	7	0	0	4	7	2	2	2	6	5	5	0	0	6	3,38
9. Proje Puanları	6	6	8	7	9	6	0	5	7	6	2	4	6	3	8	8	3	8	6,62
10. Proje Puanları	5	5	2	7	3	0	7	3	0	2	7	6	5	3	2	2	1	7	4,15
11. Proje Puanları	8	8	7	4	8	3	3	0	2	0	6	7	8	8	9	9	5	7	6,8
12. Proje Puanları	7	6	4	2	2	1	2	3	3	3	1	3	6	2	3	2	1	6	3,72
13. Proje Puanları	8	6	6	7	5	4	7	2	3	3	6	5	6	7	4	6	5	7	6,03
14. Proje Puanları	7	6	7	5	7	2	2	3	2	2	0	4	8	7	6	4	3	7	5,68
15. Proje Puanları	8	8	8	9	5	3	8	7	4	6	8	7	8	8	8	8	6	8	7,65

Çizelge 4.16 Medyana göre ANP yöntemiyle belirlenmiş önem ağırlıklarına ve firmanın puanlamasına dayanan proje sıralamaları

Proje Sıralaması	ANP yöntemine göre medyan kullanılarak yapılan sıralama	Firmanın Sıralaması
1.	4. proje	3. proje
2.	5.proje	4. proje
3.	15.proje	2. proje
4.	3.proje	5.proje, 15.proje
5.	2.proje	1.proje, 11.proje
6.	11.proje	6.proje,9.proje
7.	6.proje	13. proje
8.	9.proje	14. proje
9.	1.proje	12. proje
10.	13.proje	7.proje, 8.proje
11.	14.proje	
12.	10. proje	
13.	12.proje	
14.	8.proje	
15.	7.proje	

4.5. Genel Karşılaştırma

Çalışmamızda ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak hesaplanmış kriter önem ağırlıklarında Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi küçük farklılıklar oluşmuştur.

Çizelge 4.17 Kriterlerin ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak belirlenmiş önem ağırlıklarının karşılaştırılması

Kriter	ANP yöntemine göre geometrik ortalama kullanılarak kritere verilen ağırlık	ANP yöntemine göre medyan kullanılarak kritere verilen ağırlık
Liderlik (Üst Yönetimin Katılımı) (K1)	0,17	0,07
Proje ekibin belirlenmesi, projenin uygulama, değerlendirme aşamalarında destek, katılım ve takip (K1.1)	0,17	0,07
Politika ve Strateji (K2)	0,16	0,2
Seçilen projenin politika ve stratejilere katkısı (K2.1)	0,16	0,2
Temel performans sonuçlarına katkı (K3)	0,34	0,4
Proje hedefini karşılama (K3.1)	0,16	0,13
Finansal açıdan getirisi (K3.2)	0,1	0,13
Yenilikçi gelişime katkı (K3.3)	0,09	0,13
Toplumla ilgili sonuçlar (K4)	0,03	0,03
Toplumsal açıdan fayda (K4.1)	0,01	0,02
Çevresel performans gelişimi (K4.2)	0,02	0,02
Çalışanlar (Proje ekip üyeleri) (K5)	0,1	0,05

Çizelge 4.17 (Devam) Kriterlerin ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak belirlenmiş önem ağırlıklarının karşılaştırılması

Takım üyelerinin motivasyonuna katkı (K5.1)	0,04	0,02
Takım üyelerinin aldıkları eğitimler (K5.2)	0,04	0,02
Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması (K5.3)	0,02	0,02
İşbirliği ve kaynaklar (K6)	0,05	0,05
6 sigmanın tedarikçiye yansması (K6.1)	0,03	0,04
Uygun ve gereken kaynak kullanımı (K6.2)	0,02	0,01
Süreçler (Metodolojiye uygunluk) (K7)	0,14	0,2
Tanımlama aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.1)	0,03	0,04
Ölçme aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.2)	0,02	0,04
Analiz aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.3)	0,02	0,04
İyileştirme aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.4)	0,03	0,04
Kontrol aşamasının doğru bir şekilde yapılması (K7.5)	0,03	0,04
TÖAİK aşamalarının belirlenen zaman çizelgesine uygunluğu (K7.6)	0,01	0,02

Her iki yönteme göre en önemli kriter temel performans sonuçlarına katkı olarak belirlenmiştir. En düşük önemdeki kriter ise geometrik ortalama kullanılarak uygulanmış ANP yöntemine göre toplumsal açıdan fayda ve zaman çizelgesine uygunluk iken medyan kullanılarak uygulanmış ANP yöntemine göre uygun ve gereken kaynak kullanımudur.

Çizelge 4.18 Tamamlanmış 6 sigma projelerinin ANP yöntemiyle geometrik ortalama ve medyan kullanılarak yapılmış sıralaması ve firmaya göre sıralamanın karşılaştırılması

Proje Başarı Sıralaması	ANP yöntemine göre geometrik ortalama kullanılarak yapılan sıralama	ANP yöntemine göre medyan kullanılarak yapılan sıralama	Firmanın Sıralaması
1.	15. proje	4. proje	3. proje
2.	4. proje	5.proje	4. proje
3.	5. proje	15.proje	2. proje
4.	3. proje	3.proje	5.proje,15.proje
5.	2. proje	2.proje	1.proje,11.proje
6.	6. proje	11.proje	6.proje,9.proje
7.	11. proje	6.proje	13. proje
8.	9. proje	9.proje	14. proje
9.	13. proje	1.proje	12. proje
10.	1. proje	13.proje	7.proje,8.proje
11.	14. proje	14.proje	
12.	12. proje	10. proje	
13.	10. proje	12.proje	
14.	8. proje	8.proje	
15.	7. proje	7.proje	

Medyana ve geometrik ortalama kullanılarak uygulanan ANP yöntemiyle belirlenmiş önem ağırlıklarına dayanan değerlendirme ile firmanın değerlendirmesi arasındaki farklılığın sıralamanın değişmesine sebep olduğu Çizelge 4.18’de görülmektedir. En başarılı proje geometrik ortalama kullanılarak uygulanmış ANP yöntemine göre 15. proje iken medyan kullanılarak uygulanmış ANP yöntemine göre 4. proje ve firmanın değerlendirmesine göre 3. projedir. En başarısız proje hem firmaya hem de ANP yöntemiyle yapılan karşılaştırmalara göre 7. projedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde firmaların başarısı söz konusu olduğunda rekabetçi piyasadaki konumuna ve finansal anlamda karlılık durumlarına odaklanılmaktadır. Firmaları bu amaca götüren etkili bir araç olduğunu bugüne kadar dünya çapındaki büyük firmaların başarı hikayeleriyle kanıtlamaya devam eden 6 sigmanın getirilerini finansal sonuçlarla sınırlandırmak, 6 sigmanın iş mükemmelliği anlayışıyla çelişmektedir. Etkin şekilde uygulanmış bir 6 sigma projesi tamamlandığında proje hedefini karşılamanın ötesinde firmaya kazandırdıkları göz önünde bulundurularak, yeni bir değerlendirme yaklaşımıyla 6 sigma kültüründe gelinen gerçek nokta tespit edilebilinmelidir.

Tamamlanan 6 sigma projelerinin uygun bir şekilde değerlendirilmesi, firma içinde 6 sigma projelerinde çalışanların da adil olarak değerlendirilmesi anlamına gelmektedir. Bu değerlendirme sonuçları kişilerin performanslarına yansımakta ve maddi ve manevi açıdan doğru bir şekilde ödüllendirilmelerine temel teşkil etmektedir. Ayrıca en iyi 6 sigma projeleri gelecekte yapılacak diğer projelere örnek olmaktadır. Gerçek hayatta tamamlanan 6 sigma projelerinin değerlendirilmesi, 6 sigma metodolojisinin 5 adımı olan tanımlama, ölçme, analiz, iyileştirme ve analizinin uygunluk düzeyine bakılarak yapılmaktadır. Bu da gerçekte 6 sigma projelerinin karşılaştırmasında eksik kalmaktadır. Çünkü bir proje bahsedilen 5 adıma çok iyi uymuş, başarılı sonuçlar da elde etmiş olabilir. Ancak bir başka projede yine 5 adıma çok iyi uymuş, başarılı sonuçlar elde etmiş ve bunun yanında kapsamı diğerine göre daha geniş, çıkan sonuçlar diğer alanlarda da kullanılabilir, firmanın stratejik amaçlarını gerçekleştirmeye daha fazla katkı sağlamış, topluma ve çevreye katkısı büyük ve diğer projelere örnek teşkil edecek nitelikte olabilir. Dolayısıyla iki proje aynı değerlendirme sonucuna ulaşmamalıdır.

Çalışmamızda 6 sigma için kritik başarı faktörleri başlığıyla, literatürde bulduğumuz pek çok kriter, ülkemizde 6 sigmayı yıllardır uygulayan, beyaz eşya sektöründe Türkiye'nin önde gelen bir firmasında çalışan uzman kişilerin görüşleriyle birlikte yeni bir kriter listesi haline getirilmeye çalışıldı. Bu listede önceki çalışmalardan farklı olarak metodolojinin adımları süreçler kriterinin alt kriterleriyle teker teker sorgulandı. Bunun yanı sıra yenilikçi gelişime katkı,

toplumsal fayda ve çevresel performans gelişimine katkı gibi kriterlerle daha geniş çapta bir değerlendirme çerçevesi sunulmaya çalışıldı.

Oluşturulan kriterlerin, kullanımı oldukça yaygın olan çok kriterli karar verme yöntemi ANP ile Superdecisions paket programından elde edilen ağırlıklarıyla, firmada yapılan projelerin her aşamasıyla ilgilenmiş 6 sigma lideri yetkili kişinin projeleri değerlendirmek için verdiği puanlar ağırlıklandırılmış toplam yöntemi kullanılarak birleştirildi ve 6 sigma projelerinin başarı ve etkinlikleri sıralanmaya çalışıldı. Firmada halihazırda bulunan değerlendirme sistemiyle yeni kriterler dahilinde uyguladığımız değerlendirme arasında farklılık ortaya çıkmış, projelerin başarı sıralaması değişmiştir.

Yaptığımız çalışma firmalara 6 sigma yolculuğunda geldikleri noktayı ya da başarı durumlarını görmelerine yardımcı olabileceği gibi belirlediğimiz kriterlerden yola çıkılarak etkin değerlendirme sistemleri kurulabilir. Örneğin proje puanları için alt sınır koyularak proje başarıları sorgulanabilir, başarılı olanlar için teşvik edici prim maaş sistemleri geliştirilebilir. En önemlisi ise başarısız olarak adlandırılacak projelerin incelenerek hatalardan ders çıkarılması ve 6 sigmanın firmada daha etkin bir şekilde uygulanabilmesini sağlayabilmektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, EFQM Mükemmellik Modeli, 2012
<http://www.kalder.org/kalderhakkinda.aspx?id=6>
- Antony J., Banuelas R. (2002),"Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program", *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20-27.
- Aslan N. (2005), Analitik Network Prosesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bandyopadhyay P. K.(2011), Using of Six Sigma in Adopting Business Excellence Model in Indian Context, *International Journal of Business and Management*, 6(10), 273-277.
- Beltrán, P.A., González F.C., Ferrando J.P.P., Rubio A.P.(2014). An AHP (Analytic Hierarchy Process)/ANP (Analytic Network Process)-based multi-criteria decision approach for the selection of solar-thermal power plant investment projects. *Energy*, 66, 222-238.
- Büyüközkan G., Öztürkcan D.(2010), An integrated analytic approach for Six Sigma project selection, *Expert Systems with Applications*,37(8), 5835–5847.
- Coronado R. B., Antony J. (2002),"Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations", *The TQM Magazine*, 14(2), 92-99.
- Escobar M.T. and Moreno-Jiménez J.M. (2007), “Aggregation of Individual Preference Structures in Ahp-Group Decision Making”, *Group Decision and Negotiation*, 16(4), s. 287-301.
- Görener A. (2014), Depolama faaliyetleri için lojistik servis sağlayıcı seçiminde önemli değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 10(22), 173-192.
- Harry, M.J. ve Schroeder, R. (2000), *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionising the World’s Top Corporations*, Currency Publishers, Sydney.
- Johnson A., Swisher B. (2003), “How six sigma improves R&D”, *Research Technology Management*, 46 (2), 12-15.

- Kumar U.D., Saranga H., Ramírez-Márquez J.E., Nowicki D.(2007), “Six sigma project selection using data envelopment analysis”, *The TQM Magazine*, 19(5), 419-441.
- Moschidis V.,I. O. (2013),"Six Sigma's critical success factors and toolbox", *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(2), 108 – 117.
- Padhy R. K., Sahu S. (2011), “A Real Option based Six Sigma project evaluation and selection model”, *International Journal of Project Management*, 29(8), 1091-1102.
- Ray S., Das P., Bhattacharyay B.K., Jiju A. (2012),” Measuring Six Sigma Project Effectiveness Using Fuzzy Approach, Quality and Reliability”, *Engineering International*, 29(3), 417-430.
- Saaty T. L.(2001), *Decision Making With Dependence and Feedback*, RWS Publications,Pittsburgh, USA.
- Saaty, T. L. ve Vargas, L. G. (2006), *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*, Springer Science+Business Media, LLC, New York, USA.
- Saghaei A., Didekhani H. (2011), “Developing an integrated model for the evaluation and selection of six sigma projects based on ANFIS and fuzzy goal programming”, *Expert Systems with Applications*, 38(1), 721-728.
- Starbird D. (2002), “Business Excellence: Six Sigma as a Management System”, *ASQ's 56th Annual Quality Congress Proceedings*, 47-55.
- Tabari M., Kanani Y.G., & Moghaddam R.T.(2012), *Application of the Six Sigma Methodology in Adopting the Business Excellence Model for a Service Company - A Case Study*, *World Applied Sciences Journal*, 17 (8), 1066-1073.
- Yüksel H. (2012), *Evaluation of the Success of Six Sigma Projects by Data Envelopment Analysis*, *International Journal of Business and Management* 7(13), 75-84.
- Yang T., Hsi Hsieh C. (2008), *Six-Sigma project selection using national quality award criteria and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method*, *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7594–7603.

Wasage C. (2012), Measuring the Effectiveness of Six Sigma Implementation in Fortune 500 Companies: An Empirical Study, PhD Thesis, Wilmington University, USA.

Ek-1 Kriter Karşılaştırma Anketi

Ankette soldaki kriter önemli ise sola doğru ilerleyen değerlerin altındaki kutucuklardan birini, sağdaki kriter önemli ise sağa doğru ilerleyen değerlerin altındaki kutucuklardan birini işaretleyerek kriterlerin birbirine göre kaç kat daha önemli olduğunu belirleyiniz.

(Örneğin Liderlik yani üst yönetimin katılımı, Projenin politika ve stratejiye uygun yapılmış olmasına göre 3 kat daha önemli ise aşağıdaki şekilde doldurunuz:

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)							X											Projenin politika ve stratejiye uygunluğu

1. Liderlik(Üst yönetimin katılımı) kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		Projenin politika ve stratejiye uygunluğu
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		Süreçler (Metodolojiye uygunluk)
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)
Liderlik (Üst yönetimin katılımı)																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

Ek-1 Devam

2. Politika ve strateji kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Projenin politika ve stratejiye uygunluğu																		Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak
Projenin politika ve stratejiye uygunluğu																		Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek
Projenin politika ve stratejiye uygunluğu																		Süreçler (Metodolojiye uygunluk)
Projenin politika ve stratejiye uygunluğu																		Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)
Projenin politika ve stratejiye uygunluğu																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

3. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak																		Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek
Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak																		Süreçler (Metodolojiye uygunluk)
Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak																		Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)
Temel performans sonuçlarına katkı sağlamak																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

Ek-1 Devam

3.1. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Proje hedefini karşılamak																		Finansal açıdan getirisi
Proje hedefini karşılamak																		Yenilikçi gelişime katkı

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Finansal açıdan getiri																		Yenilikçi gelişime katkı

4. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek																		Süreçler (Metodolojiye uygunluk)
Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek																		Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)
Toplumla ilgili sonuçlar elde etmek																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

4.1. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Toplumsal açıdan fayda sağlamak																		Çevresel performans gelişimine katkı sağlamak

Ek-1 Devam

5. Süreçler (Metodolojiye uygunluk) kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Süreçler																		Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)
Süreçler																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

5.1. Süreçler (Metodolojiye uygunluk) kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tanımlamanın tam ve doğru yapılması																		Ölçmenin tam ve doğru yapılması
Tanımlamanın tam ve doğru yapılması																		Analizin tam ve doğru yapılması
Tanımlamanın tam ve doğru yapılması																		İyileştirmenin tam ve doğru yapılması
Tanımlamanın tam ve doğru yapılması																		Kontrolün tam ve doğru yapılması
Tanımlamanın tam ve doğru yapılması																		TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu

Ek-1 Devam

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ölçmenin tam ve doğru yapılması																		Analizin tam ve doğru yapılmış olması
Ölçmenin tam ve doğru yapılması																		İyileştirmenin tam ve doğru yapılması
Ölçmenin tam ve doğru yapılması																		Kontrolün tam ve doğru yapılması
Ölçmenin tam ve doğru yapılması																		TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Analizin tam ve doğru yapılması																		İyileştirmenin tam ve doğru yapılması
Analizin tam ve doğru yapılması																		Kontrolün tam ve doğru yapılması
Analizin tam ve doğru yapılması																		TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu

Ek-1 Devam

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
İyileştirmenin tam ve doğru yapılması																		Kontrolün tam ve doğru yapılması
İyileştirmenin tam ve doğru yapılması																		TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Kontrolün tam ve doğru yapılması																		TÖAİK aşamalarının zaman çizelgesine uygunluğu

6. Çalışanlar(Proje ekip üyeleri) kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Çalışanlar (Proje ekip üyelerinin kapasite ve yetkinliklerinin artması)																		İşbirliği ve kaynakların uygun kullanımı

6.1. Çalışanlar(Proje ekip üyeleri) kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Takım üyelerinin projeyle ilgili motivasyonu																		Takım üyelerinin aldıkları eğitimler
Takım üyelerinin projeyle ilgili motivasyonu																		Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması

Ek-1 Devam

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Takım üyelerinin aldıkları eğitimler																		Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması

7. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin diğer kriterlerle karşılaştırılması

-

7.1. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6 sigmanın tedarikçiye yansımaları																		Uygun ve gereken kaynak kullanımı

Ek-2 Karşılaştırma matrisi örneği

1. Ana kriterlerin karşılaştırılması

Kriterler	Liderlik	Politika-Strateji	Performans Sonuçları	Toplumsal Sonuçlar	Metodolojiye Uygunluk	Çalışanlar	İşbirliği-Kaynaklar
Liderlik	1	0,2	1	9	0,14	7	9
Politika-Strateji	5	1	0,11	8	0,14	8	9
Performans Sonuçları	1	9	1	9	1	6	9
Toplumsal Sonuçlar	0,11	0,13	0,11	1	0,11	0,14	0,13
Metodolojiye Uygunluk	7	7	1	9	1	9	8
Çalışanlar	0,14	0,13	0,17	7	0,11	1	7
İşbirliği-Kaynaklar	0,11	0,11	0,11	8	0,13	0,14	1

2. Performans sonuçları kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Performans Sonuçları Alt kriterler	Proje hedefini karşılama	Finansal açıdan getirisi	Yenilikçi gelişime katkı
Proje hedefini karşılama	1	1	1
Finansal açıdan getirisi	1	1	1
Yenilikçi gelişime katkı	1	1	1

3. Toplumsal Sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

Toplumsal Sonuçlar Alt Kriterler	Toplumsal açıdan fayda sağlama	Çevresel performans gelişimine katkı
Toplumsal açıdan fayda sağlama	1	0,11
Çevresel performans gelişimine katkı	9	1

Ek-2 Devam

4. Metodolojiye uygunluk kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

Metodolojiye Uygunluk Alt Kriterler	Tanımlama aşamasının doğru bir şekilde yapılması	Ölçüm aşamasının doğru bir şekilde yapılması	Analiz aşamasının doğru bir şekilde yapılması	İyileştirme aşamasının doğru bir şekilde yapılması	Kontrol aşamasının doğru bir şekilde yapılması	Zaman Çizelgesine Uygunluk
Tanımlama aşamasının doğru bir şekilde yapılması	1	1	1	1	1	5
Ölçüm aşamasının doğru bir şekilde yapılması	1	1	1	1	1	5
Analiz aşamasının doğru bir şekilde yapılması	1	1	1	1	1	5
İyileştirme aşamasının doğru bir şekilde yapılması	1	1	1	1	1	5
Kontrol aşamasının doğru bir şekilde yapılması	1	1	1	1	1	5
Zaman Çizelgesine Uygunluk	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1

5. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

Çalışanlar Alt Kriterler	Takım üyelerinin motivasyonu	Takım üyelerinin aldıkları eğitimler	Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması
Takım üyelerinin motivasyonu	1	7	7
Takım üyelerinin aldıkları eğitimler	0,14	1	4
Takım içi ve bölümler arası iletişimlerin artması	0,14	0,25	1

6. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin karşılaştırılması

İşbirliği-Kaynaklar Alt Kriterler	Tedarikçilerle işbirliği	Uygun ve gereken kaynak kullanımı
Tedarikçilerle işbirliği	1	7
Uygun ve gereken kaynak kullanımı	0,14	1

Ek-3 Geometrik ortalamaya göre kriterlerin ağırlıklandırılmasının ekran görüntüleri

1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdm

1. Choose

2. Cluster comparisons with respect to GOAL

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.08041

Inconsistency	İsbirliği ~	Liderlik(U~	Politika v~	Sürecler(~	Temel per~	Toplumla i~
Calisanlar~	2.7014	1.2511	3.8887	1.8623	4.1435	3.2121
İsbirliği ~		2.8387	3.5826	3.1235	4.8037	3.0403
Liderlik(U~			1.1411	1.7224	1.0361	5.1585
Politika v~				1.7038	4.6897	5.2545
Sürecler(~					3.4834	4.3433
Temel per~						5.1945

Restore Copy to clipboard

Completed Comparison Copy to clipboard

2. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdm

1. Choose

2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.06491

Inconsistency	2 Finansal~	3 Yenilikç~
1 Proje h~	1.8318	1.6013
2 Finansal~		1.3482

Restore Copy to clipboard

Completed Comparison Copy to clipboard

Ek-3 Devam

3. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions' software interface. The main window is titled 'Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdmod'. The interface is divided into three main sections: 1. Choose, 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~, and 3. Results.

1. Choose: The 'Node' is 'Cluster'. The 'Choose Node' dropdown is set to 'Basarili 6 sig~'. The 'Cluster' is 'GOAL'. The 'Choose Cluster' dropdown is set to 'Calisanlar(Pro~'. There is a 'Restore' button at the bottom left.

2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~: The 'Graphical' tab is selected. The text reads: 'Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Calisanlar(Proje ekip uyeleri)" cluster'. Below this, it says: '1 Takim uyelerinin motivasyonuna katki is 1.1241 times more important than 2 Takim uyelerinin'. The comparison matrix shows the following values:

Inconsistency	2 Takim ü~	3 Takim iç~
1 Takim ü~	1.1241	1.5728
2 Takim ü~		1.7973

There is a 'Copy to clipboard' button at the bottom right.

3. Results: The 'Normal' tab is selected. The 'Inconsistency' is 0.00670. The results table is as follows:

Node	Weight
1 Takim ü~	0.39186
2 Takim ü~	0.37895
3 Takim i~	0.22919

There are navigation buttons (back, forward, search) and a 'Completed Comparison' checkbox at the bottom right.

4. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions' software interface. The main window is titled 'Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdmod'. The interface is divided into three main sections: 1. Choose, 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~, and 3. Results.

1. Choose: The 'Node' is 'Cluster'. The 'Choose Node' dropdown is set to 'Basarili 6 sig~'. The 'Cluster' is 'GOAL'. The 'Choose Cluster' dropdown is set to 'İşbirliği ve k~'. There is a 'Restore' button at the bottom left.

2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~: The 'Graphical' tab is selected. The text reads: 'Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "İşbirliği ve kaynaklar" cluster'. Below this, it says: '1 6 sigmanın tedarikçiye yansması is 1.9442 times more important than 2 Uygun ve gereken k'. The comparison matrix shows the following values:

Inconsistency	2 Uygun ve~
1 6 sigman~	1.9442

There is a 'Copy to clipboard' button at the bottom right.

3. Results: The 'Normal' tab is selected. The 'Inconsistency' is 0.00000. The results table is as follows:

Node	Weight
1 6 sigma~	0.66035
2 Uygun v~	0.33965

There are navigation buttons (back, forward, search) and a 'Completed Comparison' checkbox at the bottom right.

Ek-3 Devam

5. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node Choose Cluster

Basarili 6 sig~ Cluster: GOAL Topluma ilgil~

Restore Copy to clipboard

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Toplumla ilgili sonuclar" cluster

1 Toplumsal açıdan fayda is 1.0612 times more important than 2 Çevresel performans gelişim

Inconsistency 2 Çevresel~ 1.0611

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

1 Toplums~	0.51484
2 Çevrese~	0.48516

Completed Comparison Copy to clipboard

6. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node Choose Cluster

Basarili 6 sig~ Cluster: GOAL Surecler(Metod~

Restore Copy to clipboard

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Surecler(Metodolojiye uygunluk)" cluster

1 Tanımlamanın doğru şekilde yapılması is 1.2383 times more important than 2 Olcmenin dogu

Inconsistency 2 Olcmenin~ 3 Analizin~ 4 İyilest~ 5 Kontrolu~ 6 TOAIK a~

1 Tanımlam~	1.2382	1.2621	1.2382	1.0028	2.6244
2 Olcmenin~		1.1042	1.2397	1.2078	2.5926
3 Analizin~			1.1876	1.0757	2.0913
4 İyilest~				1.1571	2.4467
5 Kontrolu~					2.5420

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00214

1 Tanımla~	0.20788
2 Olcmeni~	0.17074
3 Analizi~	0.16288
4 İyilest~	0.18513
5 Kontrol~	0.19825
6 TOAIK a~	0.07512

Completed Comparison Copy to clipboard

Ek-3 Devam

7. İyileştirmenin doğru bir şekilde yapılması kriterine ilişkin olarak süreçler ve liderlik kriterlerinin karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Cluster

Surecler(Metod~)

Restore

2. Cluster comparisons with respect to Surecler(Metodolojiye uygunluk)

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Surecler(Metodolojiye uygunluk) is 2 times more important than Liderlik(Ust yönetimin katılımı)

Inconsistency Surecler(~)

Liderlik(U~) 2

Copy to clipboard

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Liderlik(~) 0.33333

Surecler(~) 0.66667

Completed Comparison

Copy to clipboard

8. Politika ve stratejiye katkı kriterine ilişkin olarak proje hedefinin karşılama ve finansal açıdan getiri kriterlerinin karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigma.sdm

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

1 Projenin pol~

Cluster: Politika ve str~

Choose Cluster

Temel performa~

Restore

2. Node comparisons with respect to 1 Projenin politika ve stratejilere katkısı

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "1 Projenin politika ve stratejilere katkısı" node in "Temel performans sonuçları"

1 Proje hedefini karşılama is 4 times more important than 2 Finansal açıdan getirisi

Inconsistency 2 Finansal~

1 Proje h~ 4

Copy to clipboard

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

1 Proje h~ 0.80000

2 Finansa~ 0.20000

Completed Comparison

Copy to clipboard

Ek-4 Medyana göre kriterlerin ağırlıklandırılmasının ekran görüntüleri

1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions' software interface. The main window is titled 'Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmmod'. The interface is divided into three main sections: 1. Choose, 2. Cluster comparisons with respect to Hedef, and 3. Results.

1. Choose: The 'Node' is 'Cluster' and the 'Cluster' is 'Hedef'. The 'Choose Cluster' button is active.

2. Cluster comparisons with respect to Hedef: The comparison is between 'Calisanlar(Proje ekip uyeleri)' and 'Isbirligi ve kaynaklar'. The comparison is 2 times more important. The comparison matrix is as follows:

Inconsistency	Isbirligi ~	Liderlik(U~	Politika v~	Surecler(~	Temel per~	Toplumla i~
Calisanlar~	← 2	↑ 2	↑ 4	↑ 5	↑ 8	← 2
Isbirligi ~		↑ 2	↑ 3.0030	↑ 5	↑ 5	← 2
Liderlik(U~			↑ 2	↑ 3.0030	↑ 9.0090	← 3
Politika v~				← 3	↑ 4	← 5
Surecler(~					↑ 2	← 7.0000
Temel per~						← 9

3. Results: The 'Normal' view is selected. The inconsistency is 0.06214. The results table is as follows:

Node	Value
Calisanlar~	0.05027
Isbirligi~	0.04703
Liderlik(~	0.07481
Politika ~	0.19788
Surecler(~	0.18246
Temel per~	0.41899
Toplumla ~	0.02857

2. Temel performans sonuçlarına katkı kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions' software interface. The main window is titled 'Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmmod'. The interface is divided into three main sections: 1. Choose, 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~, and 3. Results.

1. Choose: The 'Node' is 'Cluster' and the 'Cluster' is 'Hedef'. The 'Choose Node' button is active.

2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~: The comparison is between 'Basarili 6 sigma projeleri' and 'Temel performans sonuclarina katkı' cluster. The comparison is 1 times more important. The comparison matrix is as follows:

Inconsistency	Proje hede~	Yenilikçi ~
Finansal a~	← 1	← 1
Proje hede~		← 1

3. Results: The 'Normal' view is selected. The inconsistency is 0.00000. The results table is as follows:

Node	Value
Finansal ~	0.33333
Proje hed~	0.33333
Yenilikçi~	0.33333

Ek-4 Devam

3. Çalışanlar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster: Basarili 6 sig~ Cluster: Hedef

Choose Node: Basarili 6 sig~

Choose Cluster: Calisanlar(Pro~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Calisanlar(Proje ekip uyeleri)" cluster

Takim içi ve departmanlar arasi iletisimlerin artmasi is 1 times more important than Takim üye

Inconsistency: Takim üye~ Takim üye~

Takim içi ~ 1 Takim üye~ 1

Takim üye~ 1 Takim üye~ 1

Restore Copy to clipboard

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Takim içi~	0.33333
Takim üye~	0.33333
Takim üye~	0.33333

Completed Comparison

Copy to clipboard

4. İşbirliği ve kaynaklar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster: Basarili 6 sig~ Cluster: Hedef

Choose Node: Basarili 6 sig~

Choose Cluster: Isbirligi ve k~

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Isbirligi ve kaynaklar" cluster

6 sigmanin tedarikçiyeye yansimasi is 3 times more important than Uygun ve gereken kaynak kull

Inconsistency: Uygun ve ~

6 sigmanin~ 3

Restore Copy to clipboard

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

6 sigmanin~	0.75000
Uygun ve ~	0.25000

Completed Comparison

Copy to clipboard

Ek-4 Devam

5. Toplumla ilgili sonuçlar kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster

Choose Node

Basarili 6 sig~

Cluster: Hedef

Choose Cluster

Toplumla ilgil~

Restore

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Toplumla ilgili sonuclar" cluster

Inconsistency

Çevresel

Toplumsal ~

← 1

Copy to clipboard

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Toplumsal ~	0.50000
Çevresel ~	0.50000

Completed Comparison

Copy to clipboard

6. Süreçler kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Basarili 6 sigma pro~ 3. Results

Node Cluster

Choose Node

Basarili 6 sig~

Cluster: Hedef

Choose Cluster

Surecler(Metod~

Restore

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Basarili 6 sigma projeleri" node in "Surecler(Metodolojiye uygunluk)" cluster

Analizin dogru sekilde yapilmasi is 1 times more important than iyilestirmenin dogru sekilde ya

Inconsistency

iyilestirm~	Kontrolun ~	Olcmenin d~	Tanimlaman~	TOAIK a~
Analizin d~	← 1	← 1	← 1	← 1
iyilestirm~	← 1	← 1	← 1	← 3
Kontrolun ~		← 1	← 1	← 5
Olcmenin d~			← 1	← 3
Tanimlaman~				← 5

Copy to clipboard

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.04139

Analizin ~	0.15978
iyilestir~	0.18181
Kontrolun~	0.20384
Olcmenin ~	0.18181
Tanimlama~	0.20384
TOAIK a~	0.06894

Completed Comparison

Copy to clipboard

Ek-4 Devam

7. İyileştirmenin doğru bir şekilde yapılması kriterine ilişkin süreçler ve liderlik kriterlerinin karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmod

1. Choose 2. Cluster comparisons with respect to Surecler(Metodolojiye uygunluk) 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Cluster

Surecler(Metod~

Inconsistency Surecler(-)

Liderlik(U~ 5.0000

Copy to clipboard

Restore

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Liderlik(-) 0.75000

Surecler(-) 0.25000

Completed Comparison

Copy to clipboard

8. Politika stratejiye katkı kriterine ilişkin olarak proje hedefinin karşılama ve finansal açıdan getiri kriterlerinin karşılaştırılması

Comparisons for Super Decisions Main Window: 6sigmamedyan.sdmod

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Projenin politika ve~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node

Projenin polit~

Cluster: Politika ve str~

Choose Cluster

Temel performa~

Inconsistency Proje hede~

Finansal a~ 4

Copy to clipboard

Restore

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

Finansal a~ 0.20000

Proje hed~ 0.80000

Completed Comparison

Copy to clipboard