

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MACBETH ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİYLE
ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS
DEĞERLENDİRMESİ

SEMİH ÇİMENYAYLA

KOCAELİ 2021

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MACBETH ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİYLE
ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS
DEĞERLENDİRMESİ**

SEMİH ÇİMENYAYLA

Dr. Öğr. Üyesi Celal ÖZKALE

Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN

Jüri Üyesi, Balıkesir Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Mehlika KOCABAŞ AKAY

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 25.06.2021

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmama katkılarından dolayı değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Celal ÖZKALE ye ve hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

Haziran - 2021

Semih ÇİMENYAYLA



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLOLAR DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GİRİŞ	1
1. TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMINA GENEL BAKIŞ.....	3
1.1. Tedarik Zinciri	3
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi	4
1.3. Tedarik Zinciri Stratejileri.....	7
1.4. Tedarik Zincirinde Performans Yönetimi	9
1.4.1. Referans modeller	10
2. ÇEVİKLİK KAVRAMI.....	13
2.1. Çeviklik ve Çevikliğin Önemi	13
2.2. Çeviklik Özellikleri.....	15
3. ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRİ	21
3.1. Tedarik Zinciri Çevikliği.....	21
3.2. Tedarik Zincirinde Çevikliğin Önemi.....	22
3.3. Çevik Tedarik Zincirlerinin Özellikleri	24
3.4. Performans Ölçümü	29
3.4.1. Anahtar performans göstergesi (APG) kavramı.....	32
3.5. Literatür Taraması.....	37
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (ÇKKV) ve BULANIK MANTIK	46
4.1. ÇKKV Yaklaşımı ve Süreç Adımları.....	46
4.2. İkili Karşılaştırmaya Dayalı ÇKKV Yöntemleri.....	47
4.3. Bulanık Mantık ve Bulanık Sistemler	49
4.4. MACBETH Yöntemi	50
5. UYGULAMA	55
5.1. Araştırmanın Yöntemi	55
5.2. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi	55
5.3. Yöntem Uygulaması	58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	72
EKLER.....	84
KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER	102
ÖZGEÇMİŞ	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Tedarik zinciri süreci.	3
Şekil 1.2.	Tedarik zinciri yönetiminin gelişim şeması.....	5
Şekil 1.3.	Tedarik zinciri yönetim evi.....	6
Şekil 2.1.	Üretim sistemlerinin dönüşümü ve çeviklik.	14
Şekil 2.2.	Çevik özellikler arasındaki ilişki	16
Şekil 2.3.	Çevik üretim yapısı.....	17
Şekil 2.4.	Çeviklik sağlayıcıları.	18
Şekil 2.5.	Çeviklik boyutları	19
Şekil 3.1.	Çevik tedarik zincirinin özellikleri	24
Şekil 3.2.	Çevik tedarik zinciri modeli.....	27
Şekil 3.3.	Performansın boyutları.....	31
Şekil 3.4.	Dengelenmiş performans kartı.	32
Şekil 3.5.	APG boyut şeması.....	35
Şekil 3.6.	Stratejik uyum piramidi.	36
Şekil 5.1.	Çevik tedarik zinciri ölçümüne ilişkin değer ağacı.....	59
Şekil 5.2.	Sektörlere ilişkin alternatif tercihler	60
Şekil 5.3.	Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi	61
Şekil 5.4.	Değişiklikleri algılama ve öngörme kriteri için karşılaştırma matrisi.....	62
Şekil 5.5.	Öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması kriteri için karşılaştırma matrisi	62
Şekil 5.6.	Stratejik vizyon kriteri için karşılaştırma matrisi	63
Şekil 5.7.	Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık) kriteri için karşılaştırma matrisi	63
Şekil 5.8.	Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu kriteri için karşılaştırma matrisi.....	64
Şekil 5.9.	Satış ve servis sisteminin esnekliği kriteri için karşılaştırma matrisi	64
Şekil 5.10.	Ürün modeli/yapılandırma esnekliği kriteri için karşılaştırma matrisi	65
Şekil 5.11.	K2 kriteri için tercih edilme düzeylerini gösteren GAMS Studio çıktısı.....	65
Şekil 5.12.	Kriter ağırlıkları GAMS Studio çıktısı	68

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Ürün özelliklerine uygun tedarik zinciri stratejisi	8
Tablo 1.2.	Tedarik zinciri stratejisi..	8
Tablo 1.3.	Tedarik zinciri yönetimi performans ölçütleri.	12
Tablo 2.1.	Çevik organizasyonlara ait çevik özellikler.	20
Tablo 4.1.	ÇKKV problemlerinde kullanılan teknikler.	47
Tablo 4.2.	Semantik ölçek-anlamsal yargılar.....	52
Tablo 5.1.	APG ve boyutu	56
Tablo 5.2.	K2 kriteri için alternatif tercih edilme puanları	66
Tablo 5.3.	Tüm kriterlerin tercih edilme puanları.....	66
Tablo 5.4.	Tüm kriterlerin tercih edilme puanlarının yüzdesel gösterimi	67
Tablo 5.5.	Kriter ağırlıklarının oran karşılıkları.....	68
Tablo 5.6.	Sektör alternatiflerinin aldığı genel puanlar	69

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
AAS	: Analitik Ağ Süreci
APG	: Anahtar Performans Göstergesi
BSC	: Dengelenmiş Performans Kartı
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
KFY	: Kalite Fonksiyon Yayılımı
KPI	: Anahtar Performans Göstergesi
KV	: Karar Verici
SCOR	: Tedarik Zinciri Organizasyon Referansı

MACBETH ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİYLE ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

İşletmelerin müşteri ihtiyaçlarına hızla cevap verebilmesi hem üretimde hem de tedarik zincirinde çevik olmasına bağlıdır. Günümüz şirketleri organizasyonel çeviklik konusunda yoğun çaba göstermekte, üretim ve tedarik zinciri süreçlerinde çevik stratejileri benimsemektedirler. Çeviklik kavramını organizasyonlarında uygulayarak dinamik iş ortamına ayak uydurmaya çalışan şirketler değer kazanmaktadır. Yalın kavramının devamı niteliğinde olan çeviklik anlayışı, bulanık mantık içeren günümüz iş dünyasında performans değerlendirmeyi gerekli kılmıştır. Tedarik zinciri performans ölçümü ile ilgili kantitatif çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniği ile çözülmüş çok sayıda uygulama mevcuttur. Bulanık anahtar performans göstergeleri ile çevik tedarik zinciri etmenlerinin birlikte değerlendirilmesi gerekliliği bu çalışmanın amacını teşkil etmektedir. Kalitatif yargılara dayalı kantitatif çok kriterli karar verme yöntemlerinden MACBETH yöntemi çalışma kapsamında kullanılmıştır. Bu yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden ayıran yönü, ölçüt göreceli ağırlıklarının net bir şekilde belirlenmesi ve birleştirilmiş fonksiyon kullanımı yöntem adımlarına sahip olmasıdır. Bu çalışmada, bir işletmenin tedarik zincirinin çevik olabilmesi için gerekli yetenekleri belirleyerek, anahtar performans göstergeleri ile çeviklik ölçümünü bulanık mantık yöntemiyle gerçekleştirmek hedeflenmektedir. Tedarik zinciri performans ölçümünde kullanılan literatürdeki tüm ölçütler üzerinden KPI havuzu oluşturulmuş ve uygulama çalışmasında uzman karar vericiler tarafından ölçümde belirleyici olacak en önemli 7 kriter belirlenmiştir. MACBETH yönteminin mevcut 8 alternatif sektör şirketine uygulaması ile sayısal sonuçlar sıralanmış ve bulanık mantığın ön planda olduğu çevik performansın tedarik zincirlerine uygulaması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevik Tedarik Zinciri, Çevik Yönetim, ÇKKV, MACBETH, Tedarik Zinciri Performansı.

PERFORMANCE EVALUATION OF AGILE SUPPLY CHAINS WITH MACBETH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD

ABSTRACT

The ability of businesses to respond quickly to customer needs depends on being agile in both production and supply chain. Today's companies strive for organizational agility and adopt agile strategies in production and supply chain processes. By applying the concept of agility in their organizations, companies that try to keep up with the dynamic business environment gain value. Agility understanding, which is the continuation of the concept of lean, has made it necessary to evaluate performance in today's business world with fuzzy logic. There are many applications solved by quantitative multi-criteria decision making (MCDM) technique related to supply chain performance measurement. The necessity of evaluating fuzzy key performance indicators and agile supply chain factors together constitutes the purpose of this study. The MACBETH method, one of the quantitative multi-criteria decision making methods based on qualitative judgments, was used in the study. The feature that distinguishes this method from other MCDM methods is that it has a clear determination of the relative weights of the criteria and the method steps of using a combined function. In this paper, it is aimed to determine the capabilities required for an enterprise's supply chain to be agile, and to perform agility measurement with key performance indicators using fuzzy logic method. A KPI pool was created over all the criteria in the literature used in supply chain performance measurement, and the 7 most important criteria that will be decisive in the measurement were determined by expert decision makers in the implementation study. With the application of the MACBETH method to 8 existing alternative companies, the numerical results were sorted and the agile performance with fuzzy logic at the forefront was applied to the supply chains.

Keywords: Agile Supply Chain, Agile Management, MCDM, MACBETH, Supply Chain Performance

GİRİŞ

Hızlı gelişen teknoloji ve küreselleşmenin sonucu olarak sürekli değişen koşullar ve yükselen rekabet karşısında işletmelerin beklentilere cevap verebilmesi işletmeler açısından hayati önem taşımaktadır. Pazar içinde liderliği ele geçirdiği ve en büyük kazancı sağladığı halde teknolojik yeniliklere ve hızlı gelişen çağa ayak uyduramadığı için yok olan birçok büyük firma çağın acımasızlığını da gözler önüne sermektedir. Bu nedenle firmaların varlığını sürdürebilmesi için çağın getirdiklerini izleyerek ayak uydurması, müşteri beklentilerini belirlemesi ve buna göre üretim ve lojistik stratejilerini oluşturması gerekmektedir.

Tüketici alışkanlıkları artık ucuz ama kaliteli, kolay ulaşılabilir ürünleri tercih eden, yoğun rekabet ortamı içinde aceleci, sorununa hızlı çözümler üretebilen ve beklemeyi sevmeyen bir biçime dönüşmüştür. Bu nedenle şirketlerin kazancı ve sürekliliği diğer rakip işletmelerin varlığında, müşterilerin isteklerine ve memnuniyetine duyarlı olmaya, günün getirdiği değişimleri görebilmeye ve bu değişimlere göre hızlıca faaliyete geçmeye bağlıdır.

İşletmelerin müşterinin taleplerine odaklanarak, piyasalarda beklenemeyen değişimlere hızlıca ayak uydurması giderek daha fazla önem kazanmaktadır. İşletmelerin bu ihtiyaçlara hızla cevap verebilmesi hem üretimde hem de tedarik zincirinde çevik olmasına bağlıdır. Bu bağlamda işletmelerin çevik özellikler kazanması gerekliliği artmış ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Gelişmiş ülkelerdeki büyük firmalar başta olmak üzere örgütsel çeviklik konusunda yoğun bir çaba göstermekte, üretimde ve tedarik zincirinde çevik stratejileri benimsemektedirler. (Şahin vd., 2017; Akkaya ve Tabak, 2018).

Tedarik zincirlerinde performansın ölçülmesi önemli bir sorundur. Eğer performans ölçüm sistemi doğru bir biçimde yapılandırılmazsa, ölçümler performans sorunlarının nereden kaynaklandığını tam olarak yansıtamaz, iyileştirmelerin

yapılmasına engel olur ve yöneticileri şaşkırtarak yanlış kararlar almalarına neden olabilir (Yüksel, 2004: 144).

Bu tez, bir işletmenin tedarik zincirinin çevik olabilmesi için gerekli yetenekleri belirleyerek, anahtar performans göstergeleri ile çeviklik ölçümünü bulanık mantık yöntemi ile gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, önce literatürde geçen temel kavramlar incelenerek teze ışık tutacak bir kavramsal alt yapı sunulmaktadır. Ardından tez kapsamında belirlenen sektördeki şirket alternatiflerine yönelik tedarik zincirindeki anahtar performans göstergeleri bulanık mantık içeren çok amaçlı karar verme yöntemlerinden MACBETH yöntemiyle ölçülerek alternatif sıralaması yapılmıştır.

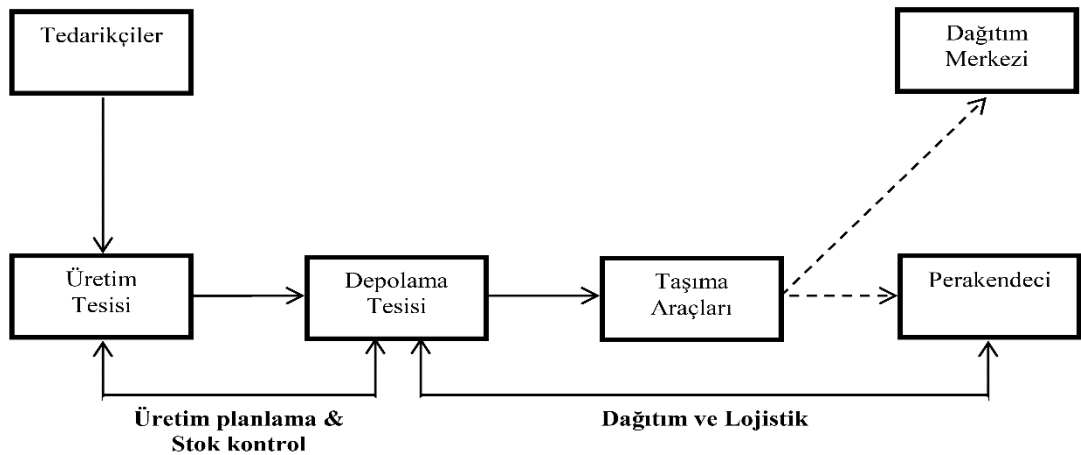


1.TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMINA GENEL BAKIŞ

1.1. Tedarik Zinciri

Kelime anlamı “araştırıp bulma, elde etme, sağlama” olarak tanımlanan tedarik, endüstriyel anlamda işletmelerin üretim için ihtiyaç duyduğu ham madde ve malzemelerin karşılanması anlamına gelmektedir. Tedarikçi, üretim için gerekli bu tür ham madde ve malzemeleri temin eden, sağlayan kişi ya da firmalardır (TDK, 2019).

Tedarik zinciri, müşterilerden başlamak üzere, üretici firma ve üretim için gerekli hammaddeleri tedarik eden tedarikçileri kapsar. Bunların yanı sıra perakendeciler, toptancılar, nakliyeciler, depolar, dağıtıcıları da tedarik zincirine dahildir. Mal ve hizmetlerin müşteriye ulaşana kadar planlama, satış süreci, stok kontrolü, üretim, envanter yönetimi, satış tahmini, müşteri hizmetleri, dağıtım, lojistik gibi tüm aşamalar tedarik zinciri halkalarını oluşturur (Şen, 2006: 4). Temel olarak, hammaddelerin ürüne dönüştürülmesi ve müşterilere teslim edilmesinden oluşan tedarik zincirinde iki entegre işlem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi üretim planlama ve stok kontrolü, ikincisi ise dağıtım ve lojistik sürecidir. Şekil 1.1, tedarik zinciri sürecini temsil eden hareket çerçevesini göstermektedir (Gürsoy, 2013: 16).



Şekil 1.1. Tedarik zinciri süreci (Beamon, 1998).

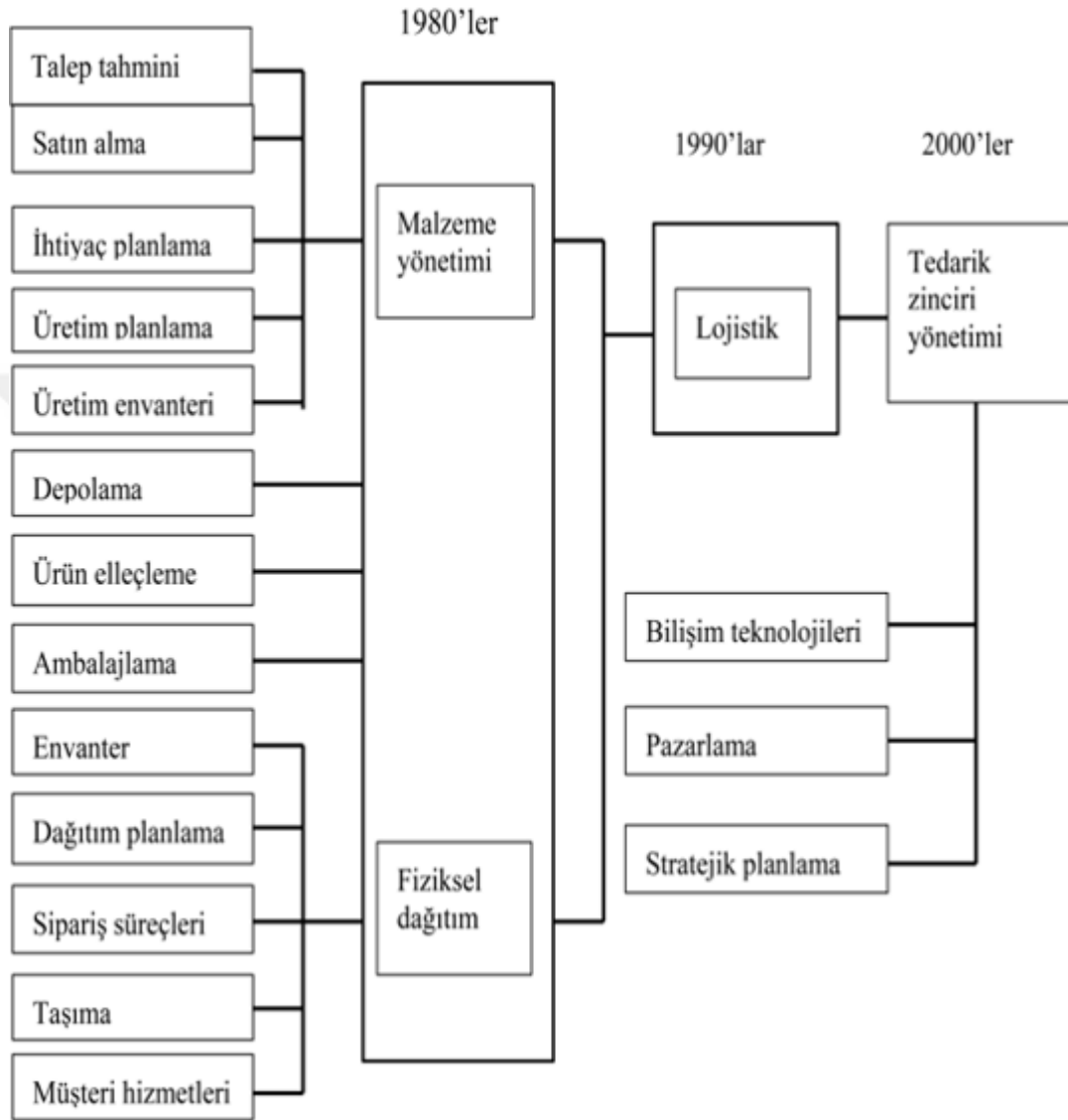
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimiyle ilgili ilk araştırmalar 1960'lara dayanmaktadır. Üretim sistemlerinin 1950'li yıllarda gelişmeye başlamasının ardından finans, muhasebe, üretim fonksiyonları dikkate alınarak planlama ve işletme problemlerinin çözümü üzerine sayısal yöntemlerden faydalanma ortaya çıkmıştır. Malzeme ihtiyaç planlaması, imalat kaynak planlaması, verim optimizasyon çalışmaları yaygınlaşmaya başlamıştır. 1970'li yıllarda planlamanın işletme süreçlerini yönetme üzerindeki etkilerini fark eden yöneticiler pazarlama, üretim ve finansman gibi etkinlikleri düzenlemek amacıyla yeni stratejiler geliştirmeye başlamıştır. Böylece fiziksel dağıtım işlemlerini yürütecek ve farklı birimlere dağılmış kontrol mekanizmasını birleştirecek merkezi bir lojistik bölümü oluşturmanın gerekliliği anlaşılmaya başlanmıştır. Özellikle 1990'lı yıllarda üretici işletme yöneticileri mal ve hizmetin kalitesinin tek başına müşteri memnuniyeti üzerinde etkisi olmadığını fark ederek, ürünlerin müşteriye ulaşma süresi, miktar, maliyet gibi farklı etkilerin rol oynadığını belirlediler. “Tedarik zinciri yönetimi” ya da “bütünleşik tedarik zinciri yönetimi” dönemi olarak tanımlanan bu dönemde artık yöneticiler sadece yönetimden değil, üretimden müşteriye ulaşana kadar bütün süre kapsayan tedarik ağının yönetiminin önemi kavranmıştır (Ross, 2000; Metz, 1998).

Tedarik zinciri, üretim öncesi süreçle üretim sonrası süreci üretim süreci ile beraber değerlendiren ve bunları da üretim sürecinin parçası gibi düşünerek üretim etkinliğinde artış sağlayan bir faaliyetler bütünüdür. Tedarik zincirinde asıl hedeflenen minimum maliyetle tüketici talebini karşılamak amacıyla, kurumsal kaynak planlama ve malzeme ihtiyaç planlamasından faydalanıp sürecin tüm elemanları ile etkin bir iletişim içinde bulunarak satın alma, dağıtım ve talep tahmini faaliyetlerinin etkinliğini artırmaktır. Tedarik zinciri yönetimi, ürün akışını, tedarikçilerden üretimin planlanması ve nihai ürünlerin son tüketiciye ulaştırılmasına kadar geçen süreç boyunca entegrasyonun sağlanması anlamında kullanılan bir kavramdır (Küçük, 2011).

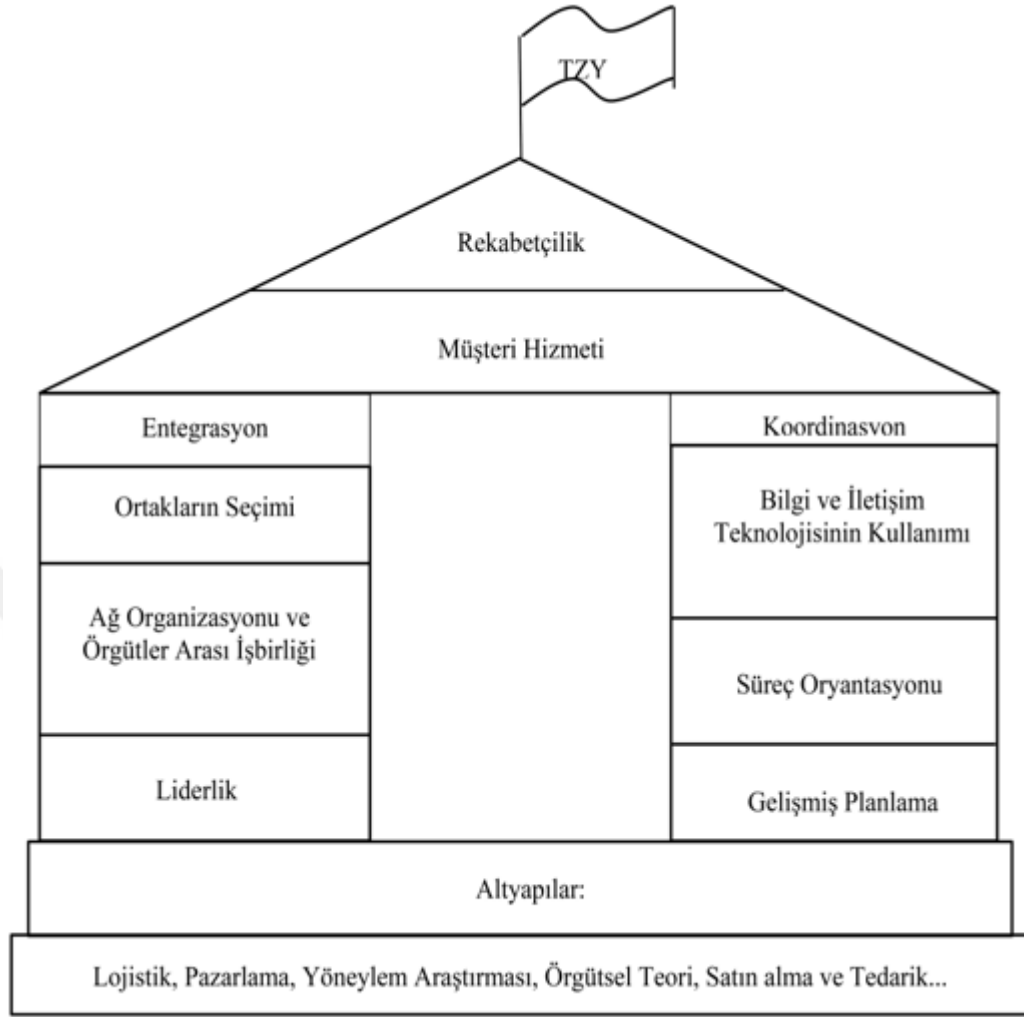
Etkin bir tedarik zinciri yönetimi; işletmenin üretim ve pazarlama faaliyetlerini olumlu şekilde etkileyecek, daha fazla müşteri memnuniyetini sağlayacak, etkin ve

verimli bir işletme olunması yönünde destek olacak, minimum maliyet maksimum kar prensibiyle istikrarlı bir büyümeye yol açacaktır. Şekil 1.2 de tedarik zinciri yönetiminin gelişim sürecini yıllara göre aktarılmaktadır.



Şekil 1.2. Tedarik zinciri yönetiminin gelişim şeması (Dalgakıran, 2016).

Tedarik zinciri yönetimi, bir tedarik zincirindeki kurumsal birimleri, materyalleri, bilgiyi ve finansal akışı son müşteriye kadar bir bütün olarak rekabet gücünü artırmak amacıyla koordine etmekle görevlidir (Stadtler, 2005). Bu tanım, Şekil 1.3'deki gibi tedarik zinciri evi ile en iyi şekilde ifade edilebilir.



Şekil 1.3. Tedarik zinciri yönetim evi (Stadtler, 2005).

Tedarik zinciri yönetim modeli, süreçleri içeren faaliyet ve bilgi akışının müşteri memnuniyeti, verimlilik ve rekabet avantajı oluşturduğu yapıda kavramsal bir modeldir. Modelde, şirketler arasındaki bilgi akışını oluşturan tüm birim fonksiyonlarının tedarik zincir ağı üzerinde ürün ve hizmetler, talep, finansal kaynaklar ve tahmin gibi unsurlar aracılığıyla koordine edilmektedir. Tedarik zinciri yönetiminin ilk amacı üretimin kesintisiz akışını sağlamaktır. Malzeme, servis, bilgi maliyetlerini, stok ve kayıp maliyetlerini en düşük seviyede tutmak. Hizmet ve ürünleri en düşük maliyetle temin etmek, üretmek, üretimin kalitesini yükseltmek ve korumak, güvenilir tedarikçiler bulmak ve sürekliliği sağlamak, işletmenin pazarlık ve rekabet gücünü yükseltmek, müşteriye ulaştırmak ve müşteri memnuniyetini en düzeyde tutmaktır.

Böylece rekabet edilen diğer işletmeler karşısında avantaj sağlamak istenir. Ayrıca tedarik zinciri, üretim sürecindeki akışın organizasyonunu ve düzenlenmesini sağlayarak, problemlerin etkin bir şekilde çözülmesini sağlar (Karasu, 2006: 12).

1.3. Tedarik Zinciri Stratejileri

Yıllar içinde, tedarik zinciri yönetimi, dünyadaki endüstrilerde rekabet avantajı ve üstün iş performansı elde etmek için stratejik bir silah olarak kullanılmıştır. Ürün ve hizmetlerin küresel hareketine yol açan ulusal ve uluslararası sınırların yıkılması nedeniyle önem kazanmıştır. Rekabet stratejisi, tedarik zincirinin yerine getirmesi gereken müşteri ihtiyaçları kümesi olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zinciri stratejisi, tedarik zincirinin rekabetçi stratejiyi yerine getirmek için sahip olması gereken yetenekler kümesidir (Chopra ve Meindl, 2007). Tedarik zinciri stratejisi, firmanın ve tedarik zincirinin rekabet gücünü ve performansını artırdığı için uygun şekilde seçilmeli ve uygulanmalıdır. Stratejik uyumun, tedarik zinciri stratejisinin firmaların rekabetçi stratejisiyle eşleşmesi durumunda gerçekleştiği söylenmektedir. Fisher çalışmasında, yalınlık ve çeviklik olmak üzere iki ayrı tedarik zinciri stratejisi belirlemiştir. Birincisi maliyetleri azaltmaya ve olgun ürünlere hitap etmeye odaklanırken, ikincisi hızlı tepki vermeyi, zor pazarlara hizmet etmeyi ve yaşam döngülerinin erken aşamalarında ürünlere hitap etmeyi ifade eder. Bu nedenle, tedarik zincirinin müşteri taleplerini karşılamada karşılaştığı zorluk düzeyinin bir ölçüsü olan talep belirsizliği, zayıf tedarik zincirleri için düşük ve çevik tedarik zinciri için yüksektir (Fisher, 1997).

Fisher tedarik zinciri yönetiminde “etkin” ve “çevik” olmak üzere iki tür strateji olduğunu belirlemiştir. Tedarik zincirinde etkin strateji kaynakların etkin kullanımına, verimlilik ve performansa odaklanırken, çevik strateji değişen tüm koşulları dikkate alarak değişime en hızlı uyum göstermeye odaklanmaktadır. Bu stratejilerin ürün türüne bağlı olarak seçilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Eğer ürün işlevselse etkin tedarik zincirinin, yenilikçi ise çevik tedarik zincirinin kullanılmasının doğru seçim olacağını belirtmiştir (Fisher, 1997: 109). Tablo 1.1 de, Fisher tarafından önerilen stratejiler incelenmektedir.

Tablo 1.1. Ürün özelliklerine uygun tedarik zinciri stratejisi (Fisher, 1997).

Tedarik Zinciri Stratejileri	Ürün Türü	
	İşlevsel Ürünler	Yenilikçi Ürünler
Etkin	Uyumlu	Uyumsuz
Çevik	Uyumsuz	Uyumlu

Lee tarafından yapılan çalışma Fisher tarafından geliştirilen tedarik zinciri stratejisinin belirsizlikleri de göz önüne alarak geliştirilmiş biçimini yansıtmakta ve bu modelin tamamlayıcısı olarak değerlendirilmektedir (Lee, 2002). Tablo 1.2, tedarik zinciri stratejisini temsil etmektedir.

Tablo 1.2. Tedarik zinciri stratejisi (Lee, 2002).

			Talep Belirsizliği	
			Düşük	Yüksek
			İşlevsel Ürünler	Yenilikçi Ürünler
Tedarik Belirsizliği	Düşük	İstikrarlı Süreç	Etkin	Duyarlı
	Yüksek	Değişen Süreç	Riskten Korunma	Çevik

Lee, ürün türünün yanında arz ve talep belirsizliklerini de dikkate alarak “etkin”, “riskten korunma”, “duyarlı” ve “çevik” olmak üzere dört çeşit tedarik zinciri stratejisi önermiştir (Lee, 2002).

Etkin tedarik zinciri stratejisi, en yüksek fiyat etkinliğini hedefler. Bu amaçla katma değeri yüksek ürünlere ağırlık verir, üretim ve dağıtımda yüksek kapasite kullanımı sağlamak üzere optimizasyon çalışmaları ve bilgi entegrasyonu yapılır.

Riskten korunma tedarik zinciri stratejisi, kaynakların birleştirilmesi ve paylaşılmasını hedefler. Bu amaçla, riskin tek bir noktada toplanmasındansa birkaç noktaya dağıtılması sağlanır. Tedarik zinciri halkasında yer alan benzer işleri yapan farklı şirketlerle güvenlik stokları oluşturulur. Tüm birimlerin gerçek zamanlı bilgiye ulaşabilmesi ve şeffaflığın sağlanabilmesi için arz ve stok hakkında bilgi entegrasyonu sağlanır.

Duyarlı tedarik zinciri stratejisi, müşterilerin farklı ve değişken ihtiyaçlarına odaklanarak dinamik isteklere karşı esnek ve duyarlı olmayı hedefler. Bu amaçla bilgi entegrasyonu tüm müşterilerin isteklerini belirlemek için ve isteklerini zamanında karşılayabilmek için kullanılır.

Çevik tedarik zinciri stratejisi ise müşteri isteklerine karşı duyarlı ve esnek olmayı hedefler. Bu amaçla duyarlı ve riskten korunma stratejilerinin birleşimini yansıtır (Lee, 2002; Zemestani, 2016).

1.4. Tedarik Zincirinde Performans Yönetimi

Kurulan tedarik zinciri sisteminin çıktılarının belirlenebilmesi için performans ölçümü yapılmalıdır. Tedarik zinciri yönetiminin hedeflerine ne kadar ulaştığının belirlenmesi, ağ içindeki tüm bileşenlerin kontrolünün sağlanması ve sürekliliği önemlidir. Ancak tedarik zincirlerinin karmaşık yapısı tüm sistem bileşenlerinin tek tek ölçülmesini güçleştirir (Chen ve Paulraj, 2004). Ayrıca performans ölçümünde kullanılan finansal ölçütlerin geçmiş verilere dayanması ya da finansal olmayan dağıtım yapısı, üretim yapısı, bilgi paylaşımı ve stok yapısı gibi ölçütler farklı zorlukların ortaya çıkmasına neden olurlar (Holmberg, 2000).

Son yıllarda, performans ölçümü ve yönetimi, kuruluşların mevcut iş ortamında hayatta kalabilmeleri için zorunlu hale gelmiştir. Uygun performans ölçümleri, yöneticilerin uzun vadeli bir bakış açısı benimsemelerini ve şirketin kaynaklarını en etkili iyileştirme faaliyetlerine tahsis etmelerini sağlayabilir. Birçok şirket hala gerekli değişikliklerin türüne sınırlı bir bakış açısı getirecek yatırım getirisi, kâr marjı ve nakit akışı gibi geleneksel, maliyetle ilgili önlemlere güvenmektedir. Elgazzar çalışmasında performans ölçütlerini belirlemek için yapılan çalışmalarda dikkat edilmesi gereken dört özelliğe dikkat çekilmektedir: kapsamlı olması, ölçülebilir olması, tutarlı olması ve evrensel olmasıdır (Elgazzar vd., 2019).

Chan çalışmasında tedarik zinciri performansını ölçen ölçütleri nitel ölçütler ve nicel ölçütler olmak üzere ikiye ayırmıştır. Nitel ölçütler kalite, müşteri memnuniyeti, tedarikçi yenilik, güven, şeffaflık, esneklik, bilgi ve malzeme akış entegrasyonu, etkili risk yönetimi, tedarikçi performansı gibi doğrudan sayısal olarak ölçülemeyen

ölçütleri kapsarken, niceliksel ölçütler, maliyet ve kaynak kullanımı gibi sayısal ifade edilebilen ve ölçülebilen ölçütleri kapsamaktadır (Chan, 2003).

Tedarik zinciri tasarımında nitel performans ölçütleri;

- Müşteri memnuniyeti,
- Esneklik,
- Bilgi ve malzeme akış entegrasyonu,
- Etkili risk yönetimi ve
- Tedarikçi performansı olarak beş başlık altında toplanmaktadır (Şen, 2006).

Tedarik zinciri tasarımında nicel performans ölçütleri, maliyete ve müşteri sorumluluğuna dayalı ölçütler olmak üzere iki başlık altında gruplandırılmaktadır (Şen, 2006).

Maliyete dayalı ölçütler;

- Maliyet minimizasyonu
- Satış maksimizasyonu
- Kar maksimizasyonu
- Stok yatırımı minimizasyonu
- Yatırım geri dönüş maksimizasyonu

Müşteri sorumluluğuna dayalı ölçütler;

- Doluluk oranı maksimizasyonu
- Ürün gecikmelerinin minimizasyonu
- Müşteri teslim süresinin minimizasyonu
- Temin süresinin minimizasyonu

1.4.1. Referans Modeller

Bir sistemin elemanları arasındaki ilişkilerin daha net olarak anlaşılabilmesi amacıyla sistem elemanlarının soyutlanarak sembollerle ve matematiksel olarak ifade edilmesine modelleme denir.

Böylece gerçek hayatta daha karmaşık olan problemler basitleştirilerek ve sadeleştirilerek daha kolay çözülebilir hale getirilmektedir (Matson, 2018).

Referans modeller, tedarik zinciri problemlerinin çözülmesinde sıkça kullanılan yöntemlerdir. Böylece bir işletmenin kontrol edilmesini sağlayarak, problemlerin kolay çözümlerinin bulunmasına, sistemin iyileştirilmesine katkı sağlar. İşletmeler referans modelleri, işletme maliyetlerini minimize etmek, yönetimde alınacak kararların belirlenmesi, rekabet avantajının yakalanabilmesi, sistemin optimizasyonu, sistemin standartların tanımlanması ve en iyi koşullara ulaştırılması gibi nedenlerle kullanır (Agahanov, 2007).

İşletmeler kendi yapısına ve ihtiyaçlarına en uygun referans modeli bulmak ve uygulamak isterler. Bu nedenle geliştirilen farklı referans modeller, süreç özelliklerinin tanımlarını da yaparak, işletmelere kendi süreçlerine en uygun referans modeli seçebilme olanağı sağlar (Yeşildoruk, 2009: 59).

Günümüzde arzu edilen müşteri hizmet düzeyinin sağlanması ve sürdürülmesi toplam maliyetin en küçüklenmesi, rekabet edebilirliğin geliştirilmesi gibi amaçlara ulaşılması tedarik zinciri başarısına bağlıdır (McCormack vd., 2008: 273).

Tedarik zinciri performansının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan referans modeller;

- Tedarik Zinciri Organizasyon Referansı (SCOR- Supply Chain Organization Reference) modeli,
- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP- Analytic Hierarchy Proses),
- Dengelenmiş Performans Kartı (BSC-Balance Score Card) ve
- OLAP (Çevrimiçi analitik işleme yaklaşımı)

1996 yılında Tedarik Zinciri Konseyi (The Supply Chain Council) tarafından geliştirilen SCOR (Supply Chain Operations Reference) modeli tedarik zinciri performans ölçümünde yaygın kullanılan bir yöntemdir. SCOR modelinde standart tedarik zinciri süreçleri (planlama, kaynak sağlama, üretim, dağıtım ve geri dönüşler) ve standart performans ölçüleri (güvenilirlik, müşteri isteklerini karşılayabilme, esneklik, maliyet ve finansal varlıklar) dikkate alınır. (Gunasekaran vd., 2004: 345),

tedarik zinciri performans ölçütlerini SCOR modelini temel alarak sınıflandırmıştır. SCOR modeline göre Tedarik Zinciri Yönetimi'nde kullanılan performans ölçütleri Tablo 1.3'deki gibi tanımlanmaktadır.

Tablo 1.3. Tedarik zinciri yönetimi performans ölçütleri (Karasu, 2006).

Özellik	Açıklama
Stok	Stok miktarını minimuma düşürerek stok maliyetlerini azaltmak
Müşteri	Hizmet seviyesini hedeflenen seviyeye ulaştırmak
Esneklik	Talepte oluşan esnekliklere cevap verebilme yeteneğini geliştirme
Zaman	Pazara ulaşma süresini en aza indirme
Kalite	Kaliteyi sürekli geliştirmek ve hatalı üretimi azaltarak maliyetleri düşürmek
Siparişin Yerine Getirilmesi	Just In Time prensibi ile siparişin yerine getirilmesi
Cevap Verememe	Müşteriye cevap verememe olasılıklarını en aza indirme
İletişim	Bilgiye zamanında ve doğru ulaşabilme yeteneğini geliştirmek

Tedarik zincirinde genel performans, tedarik zinciri halkalarını oluşturan işletmelerin performanslarına bağlıdır. Yönetim yapıları ve hedefleri farklı olan, farklı üretim ve tedarik zinciri stratejilerine sahip işletmelerin aynı tedarik zincirinde bulunması da diğer bir zorluktur. Bu farklılıklar aynı zamanda üretim ve tedarik süreçlerinin de bütünlük olmamasına, tedarik zinciri halkalarını oluşturan üyelerin ilişki düzeylerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Böylece sistemin tamamının eşzamanlı olarak ölçülmesinin ve değerlendirilmesinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Tedarik zincirlerinin performans ölçümlerinde karşılaşılan zorlukların temelinde, verilerin yetersiz ölçümü, bilgi teknolojilerinin yetersizliği, ölçütlerin stratejilerle bağlantısının tam kurulamaması ve bütünsel bakışın sağlayacak modellerin eksik olması rol oynamaktadır (Lohman vd., 2004, Gunesakaran vd., 2001, Van Hoek, 2001).

2. ÇEVİKLİK KAVRAMI

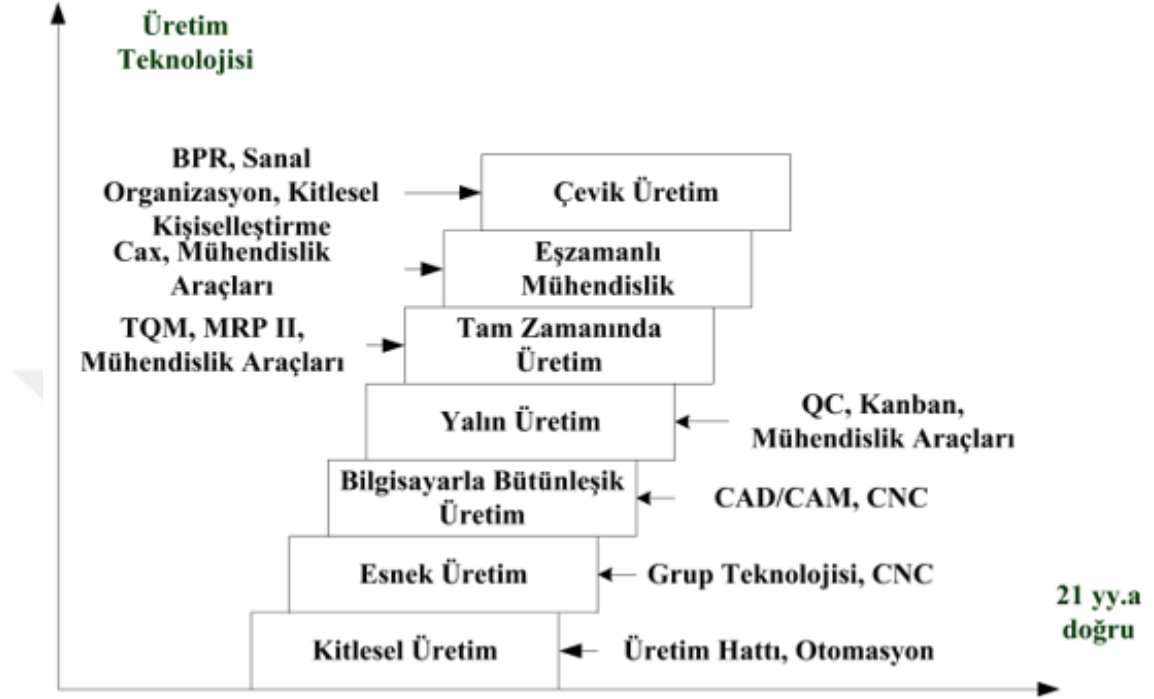
2.1. Çeviklik ve Çevikliğin Önemi

Hızla değişen iş ortamında belirsizlik ve değişim her zaman önemli konular olmuştur. Yirmi birinci yüzyılın başlangıcı, pazar yerini “savaş alanına” dönüştüren birçok ülkede müşterilerin dinamik taleplerinin artması, ekonomik durumun kötüleşmesiyle çakıştı. O zamandan bu yana, “iş türbülansı” ve “değişim”, dev kuruluşları da kapsayan pek çok endüstride başarısızlığın temel sebebi olarak değerlendirilmiştir. Bu durum, işletmeleri piyasa değişikliklerine daha hızlı ve daha esnek bir şekilde yanıt vermeye zorlamıştır (Yusuf vd., 1999).

1991 yılında, ABD’deki Lehigh Üniversitesi bünyesindeki Iacocca Enstitüsü’ndeki uzmanlar dinamik ve sürekli değişen ortamlarda gelişen sorunların yönetimi amacıyla yeni bir çözüm geliştirdi. “Çeviklik” olarak adlandırılan bu çözüm, çağın getirdiği yoğun küresel rekabet içinde ticari olarak hayatta kalma ve rekabet edebilirlik için temel bir özellik olarak tanımlanmaktadır. Endüstri ve akademik alanda giderek artan bir ilgi gören çeviklik, farklı uzmanlar tarafından farklı şekillerde tanımlansa da temel olarak: “Bir işletmenin rekabetçi ve öngörülemeyen bir ortamda, beklenen veya öngörülemeyen her türlü değişikliğe, doğru yollarla ve doğru zamanda, hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesi, hayatta kalma ve gelişebilme yeteneği” anlamına gelmektedir (Nejatian vd., 2018).

Yusuf çalışmasında çevikliği, müşteri odaklı ürün ve ortamların belirsiz bir ortamda sağlanması için yeniden yapılandırılabilir kaynakların bilgi açısından zengin bir ortama entegre edilmesiyle hız, esneklik, yenilikçilik, kalite ve karlılık gibi rekabetçi temellerin başarılı bir şekilde benimsenmesi olarak tanımlamaktadır. Bu çeviklik tanımı, literatürde bulunan iki temel hedefi birleştirir. Yani hız, esneklik gibi yeteneklere sahip olmak ile belirsiz bir ortamda müşterinin beklentisine uygun ürünler sağlamayı temel alır (Yusuf vd., 2014).

Üretim teknolojileri geliştikçe zamanla üretim çevik işletme ve süreçlere doğru evrilmiştir (Cheng vd., 2000). Üretim sistemindeki gelişimler Şekil 2.1'deki gibi betimlenmiştir.



Şekil 2.1. Üretim sistemlerinin dönüşümü ve çeviklik (Aktan, 2014).

Üretim sistemleri içinde kitlesele üretim, ekipman ve tesise yatırıma önem verir, organizasyon çok katlı seviyelerden oluşur, ağır bir karar mekanizması olduğu için hantal bir yapısı vardır, çalışanlar ise belirli alanlarda uzmanlaşır. Yalın üretim, teknolojiye yatırım yapar, kitlesele üretimin yakalayamadığı yüksek kaliteye odaklanır. Çevik üretim ise, çalışanlar temel yetkinliklerine yatırım yaparak müşteri isteklerine göre üretim farklılaşmakta ve istenen yüksek kalite düzeyi hedeflenmektedir. Bu değişimin sonucunda üretim-montaj sistemleri de küresel düzeyde dağılmıştır. Örneğin Avrupa'da tasarlanan ürün, Çin'de üretilip, Amerika'da satılmaktadır (Jin-Hai vd., 2003).

Çevikliğin temel amacı, müşterilerin olası ürünlere ilişkin sözleşme, fiyat, kalite, miktar ve teslimat gibi çeşitli taleplerini karşılamaktır (Prince ve Kay, 2003). Başlangıçta sadece üretim süreci için kullanılan çeviklik paradigması, artık farklı endüstri ve organizasyon türlerini tanımlarken de kullanılmaktadır. Literatürde çeviklik örgütsel düzeyde; "kurumsal çeviklik" (Yang ve Liu, 2012), "iş çevikliği"

(Morgan, 2004) ve “örgütsel çeviklik” (Nejatian ve Zarei, 2013) terimleriyle ifade edilmektedir. Bu terimler aralarındaki bazı küçük farklılıklara rağmen, birbirinin yerine kullanılabilir (Christopher, 2000). Literatürde genel olarak çeviklik kavramı, üretim sürecinde, örgütsel çeviklik kavramı ise teknoloji ve çevreye uyum sağlama sürecinde etkin faktörler olarak geçmektedir.

Yapılan araştırmalar, örgütlerin başarısında örgütsel çevikliğin büyük bir payının olduğunu göstermiştir. Çeviklik, işletmelere yenilikçi ürün ve hizmetleri maliyet etkin bir şekilde üretme ve sunma gücü kazandırır, müşteri memnuniyetini ve rekabet gücünü artırır, katma değeri yükseltir; üretim maliyetlerini düşürür, organizasyonel mükemmellik ve performansı artırarak gelişmesine olanak sağlar (Nejatian vd., 2018). Akad çalışmasında çeviklik özelliklerini; değişime açık olmak, kuvvetli takım içi iletişime sahip olmak, ürün tesliminde hız ve sürekliliğe sahip olmak, test etmeye önem vermek ve basit gerçekçi planlama yapabilmek olarak tanımlamaktadır (Akad, 2017).

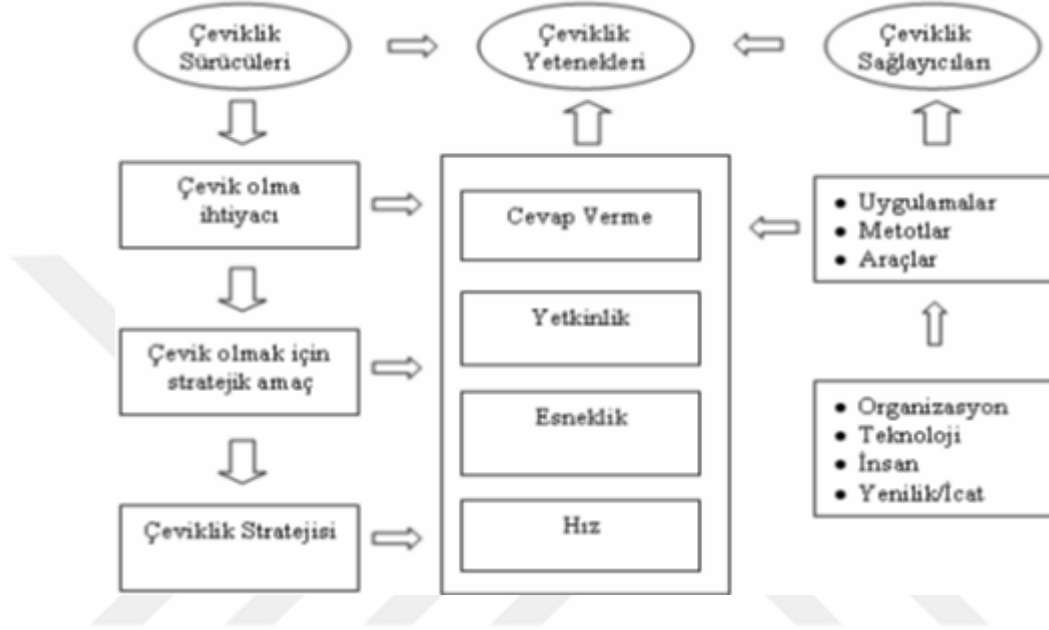
Çeviklik, bir defa kazanılan bir hedef olmaktan ziyade, öngörülemeyen, dinamik ve sürekli değişen pazarlarda rekabet gücünü korumak ve doğru ürünleri doğru zamanda müşterilere ulaştırmak için bir araçtır. Bu nedenle, mevcut ve istenen örgütsel çeviklik düzeyleri arasındaki farkı sürekli olarak ölçen metodolojilere ve kurumsal ortamdaki değişikliklere ihtiyaç vardır (Agarwal vd., 2007).

2.2. Çeviklik Özellikleri

Çevik organizasyonlar, piyasa değişikliklerine hızlı yanıt verme potansiyeli sağlayan yetenekleri temsil eden “çevik özellikler” ile karakterize edilir (Ren vd., 2003). Literatürdeki araştırmaların büyük çoğunluğu çevikliği arttıracak sistematik bir metodoloji ve uygulamalar önermektedir. Metodolojiler, örgütsel stratejik hedeflere uygun ve rekabetçiliğinin artmasını sağlayan doğru çeviklik metriklerini (çevik özellikler, çevik etkinleştiriciler, anahtar performans göstergeleri gibi) seçmeyi amaçlar (Agarwal vd., 2007).

Sharifi ve Zhang çalışmasında çevik üretimin sağlanabilmesi için “çeviklik sürücüler” (ya da çevik kaldıraçlar), “çeviklik yetenekleri” ve “çeviklik

sağlayıcıları” (ya da çevik etkinleştiriciler) kavramlarını tanımlamıştır (Sharifi ve Zhang, 1999). Çevik özellikler, şirketleri çevik paradigmayı benimsemeye iten iş ortamındaki değişiklik veya baskılarla etkin bir şekilde başa çıkmak için bir şirketin yapısı içinde geliştirmesi gereken temel parametrelerdir (Sharifi ve Zhang, 2001). Şekil 2.2, çeviklik metrikleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 2.2. Çevik özellikler arasındaki ilişki (Kasap ve Peker, 2009).

“Çeviklik sürücüler”, işletmeyi rekabet üstünlüğü elde edebilmek ve sürdürülebilmek için çevik yollar aramaya iten çevresel değişiklikler ve baskıları ifade etmektedir. “Çeviklik yetenekleri” değişen durumlara cevap verebilme, esneklik, yetkinlik ve hız gibi uyum sağlama yetenekleridir. “Çeviklik sağlayıcıları” ise çevik yeteneklerin elde edilmesini sağlayacak araçlardır. Kısaca çeviklik sürücüler bir işletmeyi çevik yetenekler geliştirmeye ve bu yetenekleri geliştirmek için gerekli çeviklik sağlayıcılarını araştırmaya yönlendirir (Kasap ve Peker, 2009).

Literatürde ilk olarak Sharifi ve Zhang tarafından önerilen çevik organizasyon modelinin bileşenleri daha sonra çeşitli araştırmacılar tarafından incelenerek geliştirilmeye çalışılmıştır (Akkaya ve Tabak, 2018). Sonradan geliştirilen çevik modeller ve özelliklerden bazıları aşağıda sunulmuştur.

Çevik üretimin sahip olması gereken çeviklik yetenekleri bağımsız bir sistem ile koordine olması gereken üç temel kaynak: organizasyonun entegrasyonu, yüksek vasıflı ve bilgili insanlar ve ileri teknolojiler ile desteklenmektedir (Kidd, 1994).



Şekil 2.3. Çevik üretim yapısı (Kidd, 1994).

Şekil 2.3’de temsil edilen bu sistem, Kidd tarafından önerilen çeviklik yeteneklerinin bir araya gelmesi ile müşterinin istediği kalitede ve kişiselleşmiş ürünlerin yenilikçi bir anlayışla üretilebilmesine olanak sağlamaktadır (Aktan, 2014). Çevik nitelikleri en iyi şekilde elde etmek için şirketler, “çevik etkinleştiriciler” olarak adlandırılan uygun kaldıraçları kullanmalıdır (Lin vd., 2006; Bottani, 2010). Gehani çalışmasında çevik bir stratejinin uygulanması için gerekli altı anahtar eylemi;

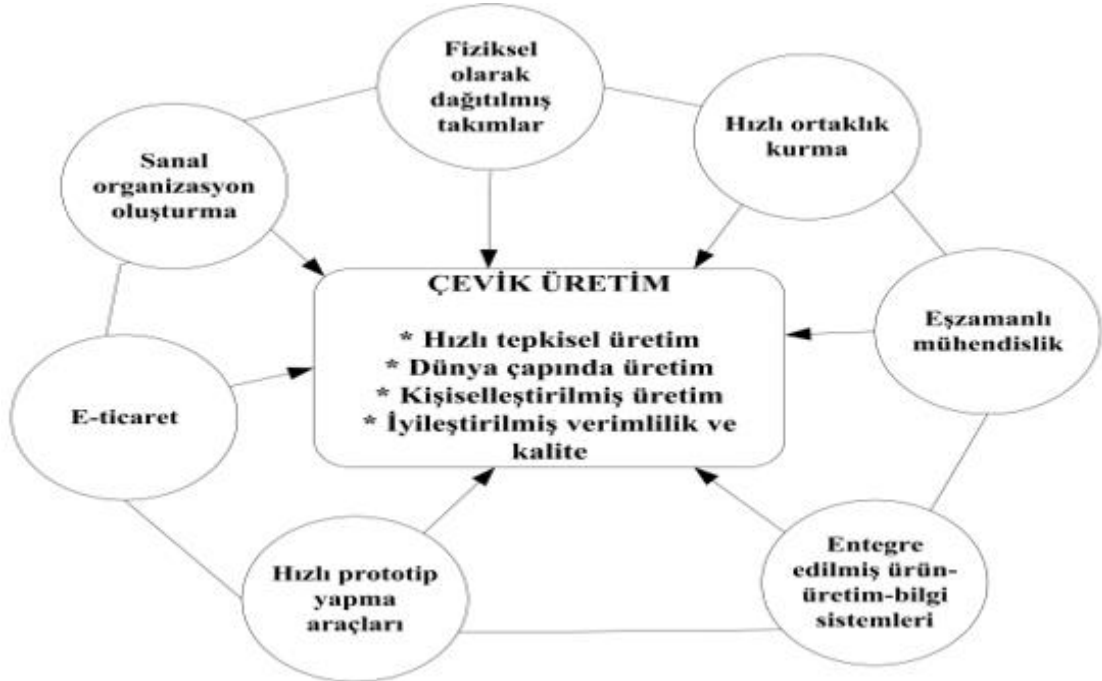
- Çapraz fonksiyonel ekip paylaşımı,
- Sahada karar verme yetkisi,
- Mevcut teknolojilerin modüler entegrasyonu,
- Gecikmiş tasarım özellikleri,
- Ürün yedekleme planlaması,

- Kurumsal çapta öğrenmenin entegrasyonu olarak tanımlamıştır (Gehani, 1995).

İşletmeler, çevikliği yakalayabilmek için çeviklik sağlayıcılarına ihtiyaç duyarlar. Stratejik planlama, sanal organizasyonlar, otomasyon gibi birçok farklı sürecin yürütülmesi için pek çok strateji kullanılmaktadır. Uygun bir strateji geliştirmeden iş ve operasyonların çevikliği yakalaması mümkün değildir (Aktan, 2014). Bu bağlamda Gunasekaran çalışmasında çevik üretimin sağlanmasında kullanılabilecek bir taksonomi geliştirmiştir. Bu sınıflandırma adımları,

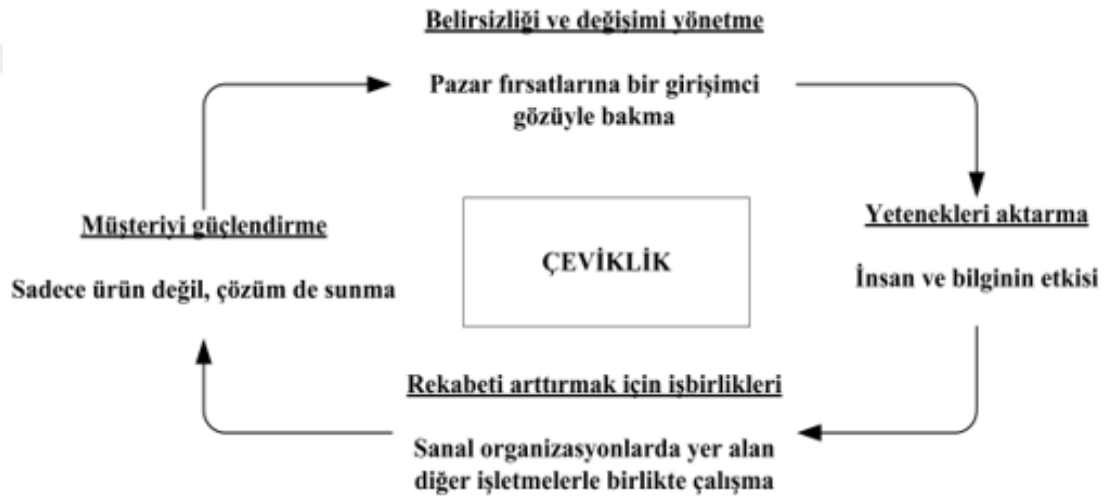
- Sanal kurumsal oluşum araçları / metrikleri,
- Fiziksel olarak dağıtılmış takımlar ve üretim,
- Hızlı ortaklık oluşturma araçları / metrikleri,
- Eşzamanlı mühendislik,
- Entegre ürün / üretim / iş bilgi sistemi,
- Hızlı prototipleme araçları ve elektronik ticarettir (Gunasekaran, 1998).

Gunasekaran çalışmasının kapsamı ve geçerliliği nedeniyle daha sonraki birçok güncel çeviklik çalışmasının temeli olarak kullanılmıştır. Gunasekaran çeviklik sağlayıcılarını Şekil 2.4'deki gibi ifade etmiştir (Aktan, 2014).



Şekil 2.4. Çeviklik sağlayıcıları (Gunasekaran, 1998).

Maskell çalışmasında çevikliğin dört ana boyutunu müşteri odaklılık, iş birliği, değişim ve belirsizliğe hâkim olma, insanların ve bilginin etkisinden faydalanma olarak belirtmiştir. İşletmenin ürün ve hizmetlerini ölçerken müşteriye sunduğu değeri merkeze almasını, işletme çalışanlarının ve bilgi birikimlerinin müşteri ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik kullanılmasını, müşteri taleplerinin karşılanması için işletmenin uygun iş birliklerini sağlamasını ve beklenmeyen değişimler karşısında yaşanacak belirsizliklerin avantaja çevrilebilmesi çevik organizasyonların temel özellikleri olarak belirtilmiştir (Maskell, 2001). Rigby tarafından önerilen çeviklik boyutları Şekil 2.5’deki gibi temsil edilmektedir.



Şekil 2.5. Çeviklik boyutları (Rigby vd., 2000).

Ren çalışmasında çevik niteliklerin kapsamını bilgi sistemleri veya teknolojileri, insanlar, iş süreçleri ve tesislerin entegrasyonu olarak tanımlamıştır (Ren vd., 2001). Ayrıca farklı çevik niteliklerin, rekabetçi veya rakip öncelikler olarak da adlandırılan farklı seviyelerde rekabetçi üslere yöneleceğini belirtmiştir (Ren vd., 2003). Dove ve Swafford çevikliğin temellerinden biri olarak “esneklik” terimini vurgulamışlardır (Dove, 1996, Swafford vd., 2006). Mohanty ve Deshmukh, hızlı cevap verebilirlikten, sorgulamaya ve müşteri hizmetlerinden imaj ve kaliteye kadar çeşitli çeviklik özellikleri önermişlerdir (Mohanty ve Deshmukh, 2001). Yusuf çalışmasında şirketlerin tipik olarak rekabet ettiği rekabetçi temeller arasında yanıt verebilirlik, yeni ürün tanıtımı, teslimat, esneklik, kalite, çevre için endişe ve uluslararası rekabetçilik gibi özellikleri sıralamıştır. Her bir rekabet tabanının rekabet avantajı elde etmedeki göreceli önemi, spesifik pazar alanına bağlıdır. Ancak

şirketlerin aynı anda bütün bu özelliklerde üstünlük elde edemedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle, çevik özellikler, işletmelerin aşmak istediği rekabetçi temellere bağlı olarak değişebilir. Kurumsal geniş bir çekirdek beceri haritası sunan stratejik bir mimarinin geliştirilmesinin, organizasyonun hızlı bir değişiklik yapmasına ve bir fırsat ortaya çıktığında işletmenin yeniden yapılandırılmasına olanak tanıdığını belirtmiştir (Yusuf vd., 1999). Literatür incelemelerine dayanarak toplamda 10 karar alanı altında sınıflandırılan çevik bir işletmeyi karakterize eden 32 niteliği içeren, kapsamlı bir çevik özellik sınıflandırması önermişlerdir. Çevik organizasyona sahip olan şirketleri diğerlerinden ayıran 10 temel etken Tablo 2.1'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.1. Çevik organizasyonlara ait çevik özellikler (Yusuf vd. 1999; Sekman M, Utku A., 2009; 43).

Özellik	Açıklama
Hız	Hızlı algılama, hızlı analiz, hızlı karar, hızlı uygulama, hızlı sonuçlandırma, hızlı üretim, hızlı dağıtım vazgeçilmez öncelikleridir.
Esneklik	Esnek yapı kurarlar, esnek hareket ederler, müşterilerine esnek ürünler sunarlar, kendilerini "seçenek yaratıcısı" olarak görürler.
Müşteri Odaklılık	Müşteri ile doğrudan, samimi ve derin düzeyde ilişki ve iletişim kurmak asıl stratejidir. Müşterilerin ne istediğini ilk bilen olmak isterler.
Keskin Gözlem Gücü	Pazardaki değişimleri, fırsatları ve tehditleri, müşteri isteklerindeki değişimleri gerçek zamanlı yani anında algırlarlar.
Hızlı Kararlar Alabilme	Kararı uygulayacak kişiyi yetkilendirerek anında ve duruma uygun karar alma imkânı tanırırlar.
Değişime ve Denemeye Yatkınlık	Hataya toleransları yüksektir. Yenilikçi bir kimlik yaratırlar, periyodik olarak kendilerini yenilerler, farklı olana ilgi gösterirler.
Teknoloji Kullanımı	En yeni veya en iyi teknolojiyi yaptıkları işe uyarlarlar.
Süreç ve İnsan Perf. Sürekli Ölçme	Kıdem değil performans belirleyicidir, gerçek zamanlı, taze bilgiyle analiz yapılır. Ölçüm için elle hazırlanan dokümanlar değil teknoloji kullanılır, objektif ölçüm çok önemlidir.
Eylem ve Uygulama Odaklılık	Bir şeyi sadece bilmenin değil, o bilgiyi işe de uygulamanın fayda ve başarı getireceğini algılamışlardır
Sonuç Odaklılık	İş bitirmeye çok önem verirler. Hiçbir şey başarının, sonuç almanın yerini tutmaz. Onlar için en iyi iş bitmiş iştir

3. ÇEVİK TEDARİK ZİNCİRİ

3.1. Tedarik Zinciri Çevikliği

Tedarik zinciri çevikliği birçok araştırmacı tarafından tanımlanmıştır (Jain vd., 2008; Maskell B., 2001; Swafford vd., 2006; Braunscheidel ve Suresh, 2009). (Braunscheidel ve Suresh, 2009), tedarik zincirinde çevikliği, şirketin kilit tedarikçileri ve müşterileri ile birlikte pazardaki değişikliklere ve olası aksaklıklara zamanında uyum sağlama ve bunlara yanıt verme yeteneği olarak tanımlamıştır. Çevik Tedarik Zinciri hızla değişen ve parçalara ayrılmış pazarlara sürekli yanıt vermek için yeni yetkinliklerin sağlanmasına yönelik iş ortaklarının bir entegrasyonudur. Daha basit bir ifadeyle, bir çevik tedarik zinciri, kısa vadeli hedefleri karşılamak ve hızla değişen piyasa trendlerinden yararlanmak için kaynaklarını bir araya toplamak amacıyla küresel düzeyde dünyaya dağılmış ortaklardan oluşur (Routroy ve Shankar, 2015).

Modern şirketler, küresel rekabet tarafından coğrafi olarak tüm dünya üzerine dağılmış olan müşterilere ürün ve hizmetlerini satarak daha geniş bir pazar yeri yaratmaya zorlanmaktadır. Bu durumla baş edebilmek için organizasyonlar ürünlerini ve hizmetlerini müşterilerine dağıtmak için tedarik zincirlerini de küresel düzeyde oluşturmaktadır. Tedarik zincirleri genişledikçe ve ağları büyüdükçe, bunların yönetiminde çeşitli zorluklar doğmaktadır. Bir işletme, müşterilerin dinamik talebini hızla ortaya koyan ürün veya hizmetin müşterilere dağıtımını gerçekleştirmediğinde tedarik zincirlerinin amacına hizmet edemez. Bir işletmenin çevik özelliklere sahip olabilmesi için tedarik zincirlerinin de çevik olması gerekir. Bu nedenle yeni bir çevik tedarik zinciri disiplini hızla yaygınlaşmaktadır (Routroy ve Shankar, 2015).

Çevik tedarik zinciri hızlı değişen pazarların sonucu olarak doğan şirketlerin bir araya gelmesiyle bir dinamik bir oluşumu ifade eder. Topolojik yapısı özerk veya

yarı-özerk girişimlerden oluşan bir ağıdır. Tüm işletmelerde tedarik, üretim ve teslimat bir bütündür. Üretim işletmelerinde çeviklik elde etmek için önemli bir faktör, firmalar arasında esnekliktir, böylece müşteri tarafından tasarlanan ürünler ve yeni ürün lansmanını engelleyen üretim kapasitesi sayesinde değişikliklere etkili bir şekilde tepki verebilirler (Vinodh vd., 2013).

3.2. Tedarik Zincirinde Çevikliğin Önemi

Bir işletmenin üretim süreçlerinde çevik yeteneklere sahip olması, firmanın çevik olması için yeterli değildir. Firmanın aynı zamanda tedarik ve dağıtım aşamalarında da çevik özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle tedarik zincirinde çevikliğin yakalanması firmanın çevikliğini doğrudan etkiler, üretimde çeviklik kadar önemli ve hayatidir. Çünkü tedarik ya da dağıtımda meydana gelecek aksamlar tüm sistemi doğrudan olumsuz etkiler (Prater vd., 2001). Piyasadaki değişimler, arz-talep dalgalanmaları ve diğer öngörülemeyen çevresel koşullar sonucunda tedarik zinciri de zarar görebilmekte ve belirsizlikler karşısında çaresiz kalabilmektedir. Tedarik zincirinin çevik özelliklere sahip olması duruma uyum sağlayabilmek açısından önem kazanmaktadır (Christopher, 2000; Gunasekaran vd., 2001).

Çevik yaklaşım, tedarik zincirinin müşteri ihtiyaçlarına cevap verme yeteneğini, kısa teslim süreleriyle ve müşterilere daha fazla değer sağlayan, değişen hacimlerde yüksek kaliteli ürünleri, başarılı bir şekilde pazarlayabilme yeteneği geliştirmek için daha esnek hale getirmeyi sağlar (Carvalho vd., 2012: 58). Belirli çevik yeteneklere sahip olmanın, günümüz pazarının dinamik ve hızlı değişen iş ortamlarında büyük bir potansiyel taşıyacağı garanti edilmektedir (Blome vd., 2013). Çeviklik böyle bir dinamik özellik olarak kabul edilebilir. Firmalar daha rekabetçi ağ bağlantılı organizasyon biçimleri ararken, çevikliğin etkisi tedarik zincirinin dinamiklerini arttırmada belirleyicidir (Ribeiro vd., 2009).

Çevik tedarik zinciri, belirsiz talep, olgunlaşmamış ve yenilikçi ürünler, sürekli değişen ve artan müşteri beklentilerini içeren zor pazarlara hizmet etmek için en iyi alternatif olarak kabul edilir. Bu nedenle, rekabet avantajı ve iş sürdürülebilirliğini sağlamak için sürekli performans değerlendirmesi gereklidir. Zaman baskısı ve

gerçek zamanlı durumlara uygulamadaki zorluk, tedarik zincirinin çevikliğini ölçmek için mevcut birçok modelin sınırlı kullanımının ana nedenlerini oluşturur (Routroy ve Shankar, 2015).

En büyük çeviklik gerekliliği, geniş çaplı değişimlere yanıt verme ihtiyacından kaynaklanmaktadır (Baker, 2008). İş ortamlarının hızla değişmesi nedeniyle, çevik tedarik zincirlerinin sürekli artan müşteri beklentileri, değişen pazar gereksinimleri ve aynı zamanda azalan ürün teslim süreleri ile başa çıkmak için gereklidir (Ahn vd., 2012). Bu nedenle, şirketlerin çevikliklerini arttırmaları için hızlı davranmaları gerekir (Baramichai vd., 2007). Gerçek tedarik zinciri çevikliği ancak lojistik kabiliyetleri de dahil olmak üzere tüm kuruluşlar ve yetenekleri tedarik zinciri seviyesine entegre edildiğinde elde edilebilir (Gligor ve Holcomb, 2012).

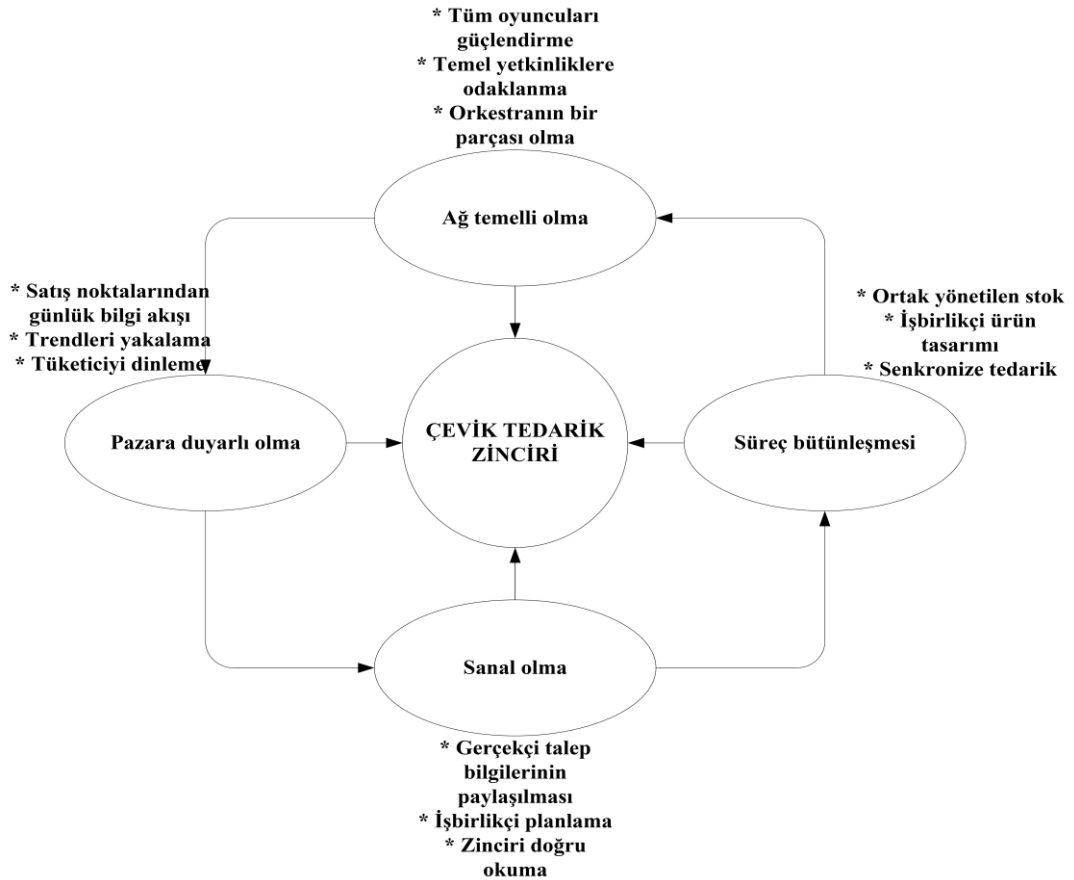
Çevikliğin birçok faydası belirlenmiştir. Çeviklik, tedarik zincirinde rekabet avantajı sağlar ve bu nedenle en iyi tedarik zincirinin temel bir özelliği olarak kabul edilir (Gligor vd., 2013). Çeviklik ve tedarik zinciri yönetiminin birleşik etkisi, tüm iş dünyasında en önemli rekabet gücü kaynakları olarak kabul edilmektedir (Jain vd., 2008). Çeviklik, daha yüksek müşteri siparişleri veya hizmetin yanı sıra artan üretim ve operasyonel verimliliğin sonucu olan iyileştirilmiş alt hat performansı ile elde edilen üstün üst düzey performansa yol açar. Bu nedenle, çeviklik ve operasyonel performans arasında pozitif bir ilişki vardır (Setia vd., 2008; Gligor ve Holcomb, 2012; Blome vd., 2013). Birçok şirket, özellikle petrol şirketleri, performans iyileştirmesinin iç operasyonlardan ziyade çevik tedarik zinciri tarafından sağlanabileceğine inanmaktadır (Yusuf vd., 2014). Yukarıda bahsedilen faydalar ve çevikliğin önemi göz önüne alındığında, tedarik zinciri çevikliğinin firmaların rekabet stratejisinin merkezi bir bileşeni olduğu sonucuna varılabilir (Blome vd., 2013).

Çevik tedarik zinciri müşteri odaklıdır. Bu nedenle farklı iş kollarını kapsayan bütün tedarik zinciri halkalarının ağ sistemi içinde müşteri memnuniyetini arttırmak üzere ürün ve hizmete katkı sağlaması amaçlanır (Genç, 2012). Bu amaçla tüm zincir halkalarının kendi işletme süreçlerinde çevik olmasının yanı sıra birbirleriyle de uyum içinde olması performansı arttıracaktır (Gligor ve Holcomb, 2016). Çevik

tedarik zincirinin temel amacı rakip firmalardan önde olabilmektir. (Çemberci, 2011). Özellikle kaotik ve çalkantılı dönemlerde işletmenin operasyonel ve maliyet performansına olumlu katkı sağlayan bir stratejik bileşendir. Tedarik zincirindeki çeviklik işletmenin mükemmelliği sağlamasında önemli bir unsurdur (Blome vd., 2013).

3.3. Çevik Tedarik Zinciri Özellikleri

Tedarik zinciri çevikliği, tedarik zincirindeki ilişkilerin etkili entegrasyonu yoluyla iç ve dış belirsizlikleri ön gören ve hızlıca bunlara cevap vermek için kuruluşlara yardım eden stratejik bir yetenektir. Çevik tedarik zincirinde bulunması gereken dört önemli etken; pazar hassasiyeti, sanallık, süreç entegrasyonu ve ağ temelli olma olarak ifade edilmiştir. Şekil 3.1, Christopher ve Towill tarafından geliştirilen çevik tedarik zinciri özelliklerini göstermektedir (Aktan, 2014).



Şekil 3.1. Çevik tedarik zincirinin özellikleri (Christopher ve Towill, 2000).

Pazar hassasiyeti, gerçek taleplere tedarik zincirinin cevap verme yeteneği anlamına gelir. Bu nedenle, çevik tedarik zinciri pazara duyarlı olmalıdır. Satıcılar ve tedarikçiler arasındaki veri paylaşımı ile bilgi teknoloji kullanımı ise sanal tedarik zincirini yaratır. Sanal tedarik zinciri, envanter temelli olmaktan ziyade bilgi temellidir. Tedarik zinciri ortakları arasında paylaşılan bilgi, süreç entegrasyonu yolu ile tamamen etkin bir ulaşılabilirliğe sahip olacaktır.

Süreç entegrasyonu; ürün geliştirme, ortak sistemler ve paylaşılan bilgi ile satıcıların ve tedarikçilerin birlikte çalışması anlamına gelmektedir. Tedarik zincirinde bu birliktelik giderek yaygınlaşmakta olup, şirketler temel yetkinliklerini yönetmeye ve diğer tüm faaliyetlere dış kaynak sağlamaya odaklandıkça, tedarik zinciri fikri ağ temelinde ortakların birbirine bağlanmasına dönüşmektedir. Christopher ve Lee, tedarik zincirinde çevikliği sağlayabilmenin altı önemli kuralını şöyle sıralamıştır;

- Tedarik zinciri halkalarında yer alan işletmelerin arz-talep değişimlerine hızla cevap verebilmeleri için sürekli bilgi akışının sağlanması,
- Müşteri ve tedarikçiler arasında işbirlikçi ilişkinin geliştirilmesi ve tasarım sürecinde etkileşebilmeleri,
- Üretim sürecinde ortak parçaları ve süreçleri belirleyerek üretim sonunda farklılaşan ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamak,
- Ürünlerde ucuz, sık kullanılan, çok yer tutmayan envanterlere yer vermek,
- Hızlı, güvenilir lojistik sistemler oluşturmak,
- Kriz anı yönetiminde güçlü bir ekip kurmak (Christopher, 2000: 43; Lee, 2004).

Eshlaghy çalışmasında önerdikleri tedarik zinciri çeviklik modelinde çeviklik yapılarını tartışmışlardır. Tedarik zinciri çevikliğini ürün ve hizmet sunmak için hızla değişen küresel rekabet ortamına etkin bir şekilde uyum sağlama yeteneğinin bir ölçüsü olarak tanımlanmıştır. Tedarik zinciri çevikliğinin, ürün geliştirme esnekliği, kaynak esnekliği, üretim esnekliği, lojistik esnekliği olmak üzere dört esneklik bileşeni tarafından belirlendiğini varsaymıştır. Modele göre, her esneklik bileşeni, aralık ve uyarlanabilirlik olmak üzere iki boyuttan oluşur. Ayrıca, bir kuruluşun bilgi teknolojileri esnekliğinin ve küresel rekabet ortamının da tedarik zinciri çevikliğini etkilediğini keşfetmişlerdir. Tedarik zinciri çevikliğinin performans üzerindeki

etkilerini incelemek için bu modelde tedarik zinciri performansı ve rekabetçi performans adı verilen iki ek yapı da yer almaktadır (Eshlaghy vd., 2009). Çevik tedarik zincirinin karakterizasyonuna odaklanan araştırmacılardan Van Hoek ve Iskanus, çevik tedarik zinciri niteliklerini; müşteri duyarlılığı, işbirlikçi ilişkiler, süreç entegrasyonu, bilgi entegrasyonunu olarak belirtmişlerdir (Van Hoek vd., 2001, Iskanus, 2006).

Chopra ve Meindl çalışmasında çevik tedarik zinciri karakteristikleri olarak:

- Sanal girişim / organizasyon,
- Dış kaynak kullanımı,
- İşbirlikçi ilişkiler,
- Üretim planlaması,
- Ürün tasarımı ve hizmeti,
- Müşteri odaklılık,
- Müşteri ve pazar duyarlılığı belirlemiştir. (Chopra ve Meindl, 2007).

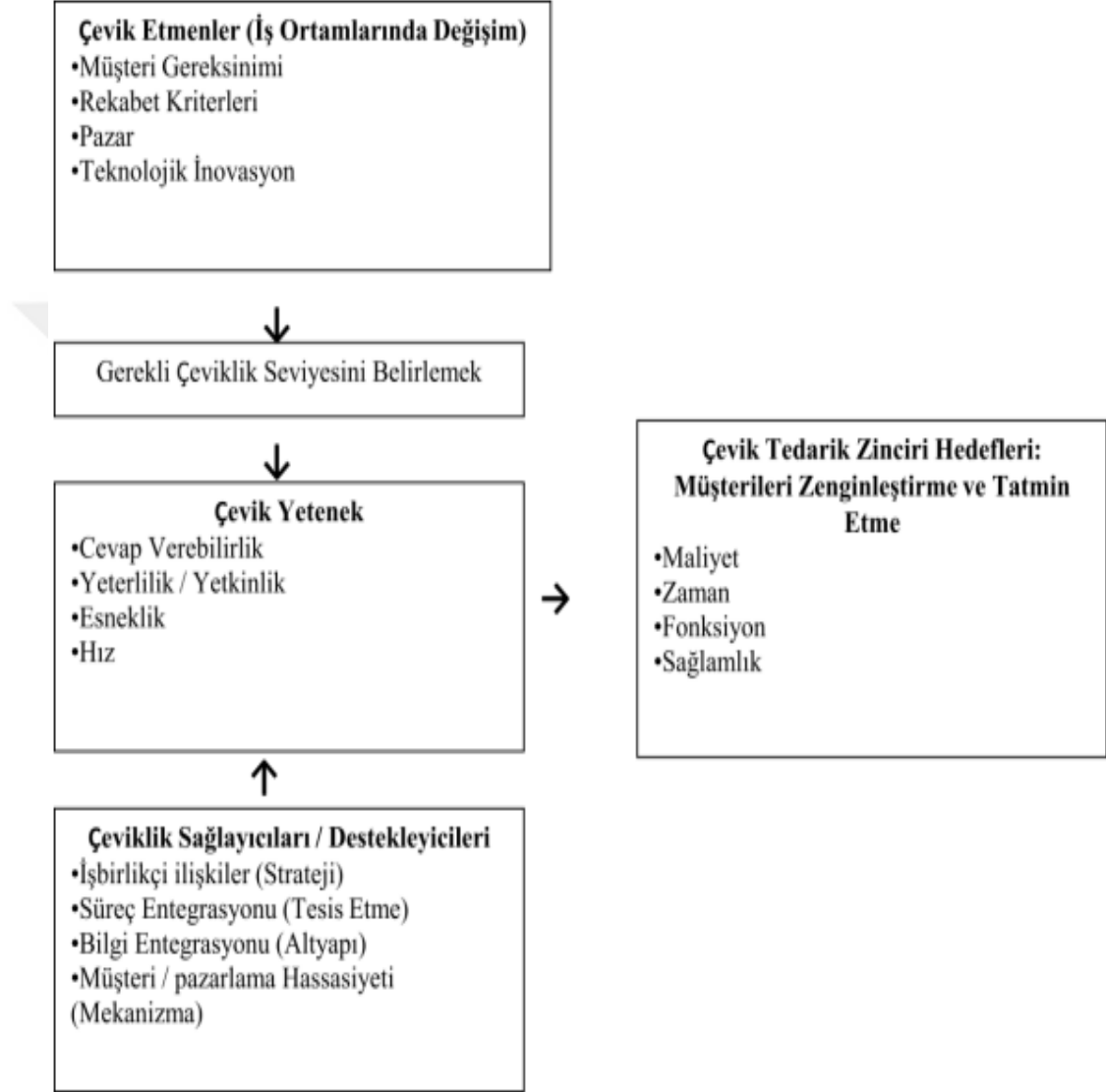
Vinodh çalışmasında;

- Envanter yönetimi,
- Tedarikçi ilişkileri yönetimi,
- İşletme çapında ilişki yönetimi,
- Tedarik zinciri ortağı seçimi ve
- Dahili tedarik zinciri yönetimi

ile ilgili konular üzerinde durmuştur. Konuya farklı açılardan yaklaşan ve farklı çevik özellikler öneren tüm araştırmalardan faydalanarak tedarik zinciri çeviklik düzeyinin belirlenebilmesi uygun bir model ile başarılabilmektedir (Vinodh vd., 2013).

Şekil 3.2, Lin tarafından geliştirilen çevik tedarik zinciri modelini temsil etmektedir. Çevik tedarik zinciri kavramsal modelinde görüldüğü gibi gerekli çeviklik seviyesi ve çevik yeteneklerin belirlenmesinde çeşitli çeviklik sağlayıcıları etkilidir. Çeviklik sağlayıcıları, çevik etmenlerde belirtilen iş ortamlarında yaşanacak değişimi besleyen

ilişki stratejileri, süreç entegrasyonu tesisi, bilgi entegrasyonu ve pazarlama hassasiyeti mekanizmasıdır. Çeviklik sağlayıcıları çeviklik yeteneğini oluşturan 4 temel etmenin, cevap verebilirlik, yeterlilik/yeterlilik, esneklik, hız varlığıyla tedarik zincirinde hedeflenen göstergelere ulaşmayı hedefler.



Şekil 3.2. Çevik tedarik zinciri modeli (Lin vd., 2006).

Çevik tedarik zinciri etkinleştiricileri, tedarik zincirlerine çevikliği dahil etme veya mevcut çeviklik seviyesini artırma kapasitesine sahip olan özellikler olarak tanımlanır. Kapsamlı literatür taramasından toplam 171 farklı çevik tedarik zinciri etkinleştiricisi belirlenmiştir. Bu etkinleştiriciler kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve 11 önemli gruba ayrılmıştır. Bu gruplandırmanın ardındaki neden, çevik tedarik zincirini

anlamadaki bu önemli özelliğin karmaşıklığını azaltmaya çalışmaktır. Gruplandırmanın yapıldığı önemli etkinleştiriciler; tedarik zinciri esnekliği, firma içi esneklik, bilgi ve etkinleştirme teknolojileri, iç entegrasyon, arz tarafı entegrasyonu, talep tarafı entegrasyonu, pazar bilgisi, temel yetkinlikler, lojistik yetenekleri içerir, insan kaynakları yönetimi ve tedarik zinciri esnekliği olarak sıralanmaktadır.

Tedarik zinciri esnekliği: Tedarik zinciri veya ilgili tedarik zinciri ortakları tarafından sergilenen esnek yetenekleri ifade eder. Yalnızca tedarik zinciri veya tedarik zinciri süreçleriyle (kaynak sağlama veya teslimat) ilgili esneklikleri içerir ve başka herhangi bir esneklik türü içermez.

Firma içi esneklik: Kaynaklar (hem insan gücü hem de sermaye), stok ve ürünler açısından üretim süreçlerindeki esneklikleri içeren, ancak bunlarla sınırlı olmayan, işletmeye veya firmaya karşılık gelen esneklikleri açıklar. Genel olan ve tedarik zinciri veya işletme ile herhangi bir ilişkiyi açıkça belirtmeyen terimler bu kategoriye dahil edilmiştir. Ayrıca, bir strateji olarak 'erteleme' bu belirlenen önemli çevik tedarik etkinleştiricilerine dahil edilmiştir.

Bilgi ve etkinleştirme teknolojileri: Bu sağlayıcı, gerekli tedarik zinciri çevikliğinin sağlanmasında bilginin rolünü ve bilginin erişilebilirliğini sağlamak için uygulanması gereken ilgili teknolojileri kapsar. Bu nedenle, bu kategori bazı spesifik teknolojilerle ilgili görünürlük, erişilebilirlik ve sermayenin yanı sıra tedarik zincirinde bilgi ve teknoloji entegrasyonu bazı sağlayıcıları içerir.

Dahili entegrasyon: Belirli bir firma veya işletme içindeki işletmeye özgü süreçlerin sinerjisini ifade eder. Doğrudan iç entegrasyona işaret eden terimleri ve aynı zamanda bir firmanın gerekli iç entegrasyonu geliştirmesine yardımcı olan belirli yaklaşımları içerir. Bireyler arasında uygunsuz bilgi aktarımı iç operasyonların bozulmasına yol açabileceğinden, bilgi yönetimi ile ilgili belirli yönler de bu kategoriye dahil edilmiştir.

Tedarik tarafı entegrasyonu: Firmaya göre, özellikle sadece tedarik tarafına ilişkin harici entegrasyonu ayrıntılı olarak açıklar. Doğrudan arz tarafı entegrasyonu ile

ilgili faktörleri ve tedarik tarafı entegrasyonunu büyük ölçüde artıran belirli stratejileri içerir.

Talep tarafı entegrasyonu: Özellikle sadece talep tarafı ile ilgili harici entegrasyon ile ilgilidir. Daha önce olduğu gibi, talep tarafı entegrasyonuna yardımcı olan bazı faktörleri içerir. Talep tarafı entegrasyonu çoğunlukla müşterilerden ve tedarik zincirinin diğer birkaç alt üyesinden oluşmaktadır.

Pazar bilgisi: Çevik tedarik zincirinin önemli bir yönüdür ve belirli tedarik zincirleri tarafından sunulan pazarlar hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmayı ifade eder. Ayrıca, tedarik zinciri çevikliğinden yararlanmak için pazardaki rakip faaliyetler hakkında sürekli olarak güncellenmeyi de içerir.

Temel yetkinlikler: Temel yetkinlikler, kuruluşların birincil faaliyetlerini oluşturan işlevler olarak tanımlanır. Bu kategori temel olarak çevikliği sağlamak için firmanın temel yetkinliklerine tam odaklanmayı gerektirir ve aynı zamanda değişen iş gereksinimlerine yanıt olarak temel yetkinliklerin hızlı bir şekilde değiştirilmesine işaret eder.

İnsan kaynakları yönetimi: Çalışanların veya işgücünün uygun yönetimi ile ilgilidir. Müstehcen insan gücünün işe alınması ve elde tutulmasının yanı sıra gerekli eğitim ve gelişim faaliyetlerinin sağlanmasını da içerir.

Lojistik yetenekleri: Tedarik zinciri çevikliğini sağlayan çeşitli dağıtım veya lojistik stratejilerinin yönetimiyle birlikte rolünü ifade eder. Aktarma, çapraz yerleştirme ve aktarma birleştirme gibi teknikler bu kategoriye dahildir.

Tedarik zinciri esnekliği: Tedarik zincirinin riskleri iyi yönetme ve yıkıcı olaylardan hızlı bir şekilde iyileşme yeteneğini ifade eder. Herhangi bir tedarik zincirinde riskler kaçınılmaz olduğundan, tedarik zincirinin esnekliği çevikliği sağlamada çok kritik bir özelliktir.

3.4. Performans Ölçümü

Rainey çalışmasında performansı işletmelerin kaynaklarını etkin ve verimli bir biçimde kullanarak, istenen hedefe ulaşma yeteneği olarak ifade eder (Rainey, 2010).

Neely ise çalışmasında performans ölçümünü bir faaliyetin nitelik ve nicelik olarak belirlenebilmesi olarak tanımlar (Neely vd., 1995), Bu amaçla kullanılan göstergeler performans ölçütünü, performans ölçütlerinin bir amaçla bir araya getirilerek oluşturulan set performans ölçüm sistemini oluşturur (Yüksel, 2004).

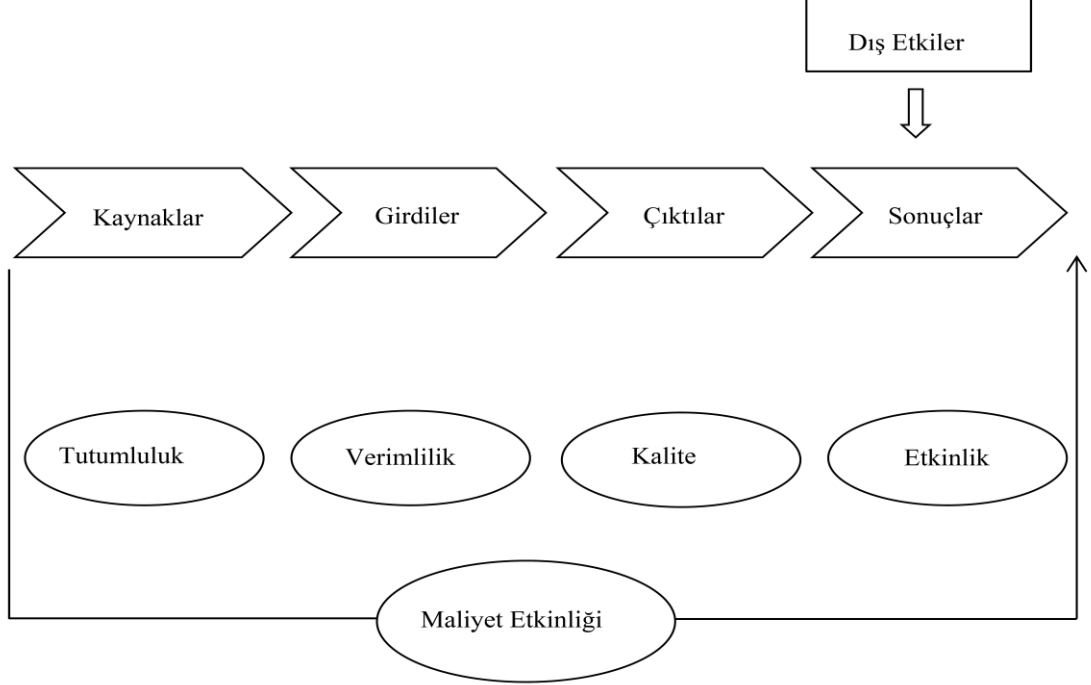
Bir işletmenin performans yönetiminin iyi yapılandırılması işletmenin temel stratejik hedeflerine ulaşabilmesini sağlar. Performans yönetiminin iyi yapılandırılması ise performans ölçümlerinin iyileştirilmesine bağlıdır. İşletmenin oluşturduğu hedeflere giden yolda ilerlemek ve başarıya ulaşmak için rehber görevi gören performans ölçümleri, işletmelere var olan durumu değerlendirebilme olanağı sağlar. Böylece işletmelere gelecek stratejilerini mevcut durumu göz önüne alarak problemleri belirlemesine, belirledikleri problemlere gerekli tedbirleri alarak ve yenilikçi çözümler üreterek güçlendirebilmesine olanak sağlar. Ayrıca şirketin motivasyonunun artmasına, iletişim stratejisi kurmasına, genel bir tutarlı yaklaşım kazanmasına, ihtiyaç duyulan bilgi akışını sağlamsına, kullanıcıları desteklemesine, maliyet ve gereksiz harcamaların belirlenerek sınırlandırılmasına yardımcı olur (Eckerson, 2009).

Bir işletmenin hedeflediği noktalara hangi ölçüde ulaştığı firma performansının ölçülmesiyle belirlenir. Firma performansının ölçümü işletmelerin kendi gelişimini izlemesi ve müşteri memnuniyetinin takip edebilmesi açısından da önemlidir. Performans ölçümlerinin işletmelere sağladığı faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Mal ve hizmet kalitesi gelişir
- Hesap verilebilirlik, şeffaflık ve kontrolü sağlanır
- Yönetim uygulamaları geliştirilir
- Etkin yönetim politikaları oluşturulur
- Planlama yapılır ve bütçe oluşturulur
- Hizmet paylaşımı ve ulaşılabilirliği için eşitlik sağlanır (Demirer, 2010).

Ölçülemeyenin yönetilemeyeceği düşüncesinin yaygınlaşması işletmeleri hedefledikleri performans düzeyine erişebilmek amacıyla performans ölçümüne zorlamaktadır. Dinç çalışmasında işletmelerin performansını, etkinlik, tutumluluk,

verimlilik ve kalite olarak dört boyutla açıklamaktadır (Dinç, 2006). Şekil 3.3 de işletme performansını boyutlarını gösterilmektedir.

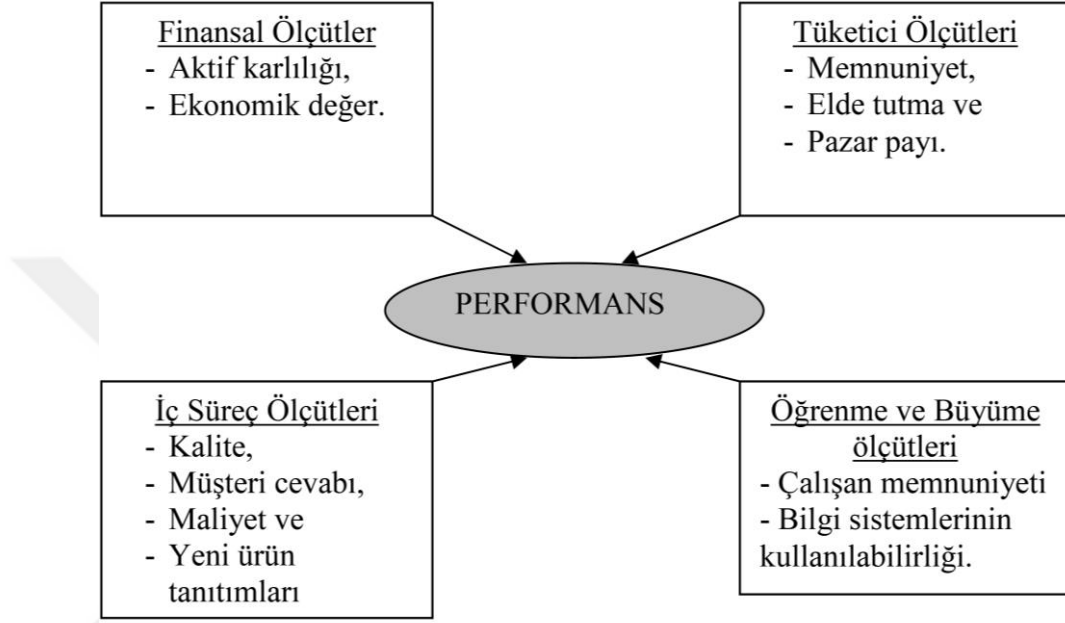


Şekil 3.3. Performansın boyutları (Dinç, 2006).

Performans ölçüm sistemi, tek bir parametrenin ölçülmesine yönelik geliştirilebilir. Temel olarak tasarım, uygulama ve kullanım olmak üzere üç temel aşamada değerlendirilerek geliştirilir. Tasarım aşamasında amaçlara uygun olan ölçütlerin belirlenmesi ve tasarlanması gerçekleştirilir. Uygulama aşamasında bu ölçütlerle düzenli ölçümler yapılır, veriler toplanır ve verilerin işlenmesi için gerekli sistemler uygulanır. Kullanım aşaması ise toplanan veriler değerlendirilerek ölçüm sisteminin tasarımının başarısı belirlenir. Tasarımda gerekli modifikasyonlar yapılarak yeniden uygulamaya geçirilir (Yüksel, 2004).

Yönetim işleri içinde en önemli kontrol mekanizmalarından biri performans ölçütlerinin belirlenmesi ve uygulanmasıdır. İşletmenin yürüttüğü faaliyetlerin düzeyini, ürünlerini, başarısını ölçmek anlamına gelen performans ölçümü genel olarak incelendiğinde finansal performansı temel alan 1980 yılları öncesi ve finansal olmayan performansı temel alan 1980 sonrası olmak üzere iki döneme ayrılmaktadır. Finansal ölçütler, kar, verimlilik, yatırım geri dönüşü gibi ölçümleri kapsarken,

finansal olmayan ölçütler, yeni üretim teknolojileri, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması gibi ölçümleri kapsar. Kaplan ve Norton tarafından finansal performans ölçütleri kapsamında geliştirilen Dengelenmiş Performans Kartı (BSC-Balance Score Card), dört temel ölçüte göre değerlendirme yapmaktadır (Kaplan ve Norton, 1996). Şekil 3.4’de temel ölçütler gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Dengelenmiş performans kartı (Kaplan ve Norton, 1996).

Performans ölçümünde finansal ölçütlerin yetersiz olması ve eleştirilmesi nedeniyle yenilikçilik, müşteri memnuniyeti, çalışan memnuniyeti, verim gibi finansal olmayan ölçütler geliştirilmiştir. Hoque çalışmasında finansal olmayan performans ölçümlerini; üretime dayalı, kaliteye dayalı, pazarlamaya dayalı, stratejik yönetime dayalı ve internete dayalı olarak gruplandırmıştır (Hoque, 2005).

3.4.1. Anahtar Performans Göstergesi (APG) Kavramı

Anahtar Performans Göstergeleri (APG) (Key Performance Index-KPI), bir işletmenin hedeflerine ulaşma derecesini nicel ve nitel olarak ölçümünü ve takibini sağlayan verileri ifade eder ve işletmenin başarı hedeflerine ve stratejilerine göre belirlenen, işletme verimliliğini arttıran güçlü araçlardır (FinPa, 2009). Anahtar performans göstergeleri, organizasyonun başarısı için gerekli “en kritik”

parametreleri temsil eder. Temel anahtar performans göstergeleri yöneticilerin işletmelerinin başarılı olup olmadığını veya doğru yönde ilerleyip ilerlemediklerini anlamak için kullandıkları hayati araçlarıdır. Doğru gösterge seti performansla ışık tutacak ve dikkat edilmesi gereken alanlara ışık tutacaktır. Ölçüm metriklerinin yöneticilerin gözleri olduğu benzetmesi APG'lerin kritik önemini aktarmak için sıkça kullanılan bir tabirdir. Son yıllarda etkili yöneticiler ve karar vericiler, işlerinin tüm önemli boyutlarının performansını kritik performans göstergeleri ile anlarlar. Önemli metrikleri anlamamak işletmelerde genellikle kaygıya neden olabilir ve rakiplerine göre geride kalmalarına neden olabilir. APG'ler yeterince iyi kullanıldığında yöneticileri, bir işletmenin en önemli yönlerini anlama, ölçme ve yorumlama becerileri ile donatır (Marr, 2012).

Anahtar performans göstergeleri, organizasyonun başarısı için gerekli "en kritik" parametreleri temsil eder. Bauer çalışmasında kritik parametrelerin yani APG'lerin belirlenmesi için ölçümlere yönelik sorulması gereken bazı soruları şu şekilde sıralamıştır:

Ölçümler;

- Kaç tür olmalıdır?
- Hangi sıklıkta yapılmalıdır?
- Ne kadar kapsamlı olmalıdır?
- Normal şartlarda nasıl olmalıdır?
- Nasıl değerlendirilir?
- Ne amaçla kullanılmalıdır?
- Ölçümlerin alınmasında ve değerlendirilmesinde kimler sorumludur? (Bauer, 2004).

Parmenter çalışmasında APG'lerin temel özelliklerini aşağıdaki gibi tanımlamaktadır (Parmenter, 2015);

- Tutarlılık: APG'lerin belirlenirken işletmenin vizyon, misyon ve hedefleri göz önünde tutulmalı ve işletme stratejileriyle tutarlı olmalıdır.

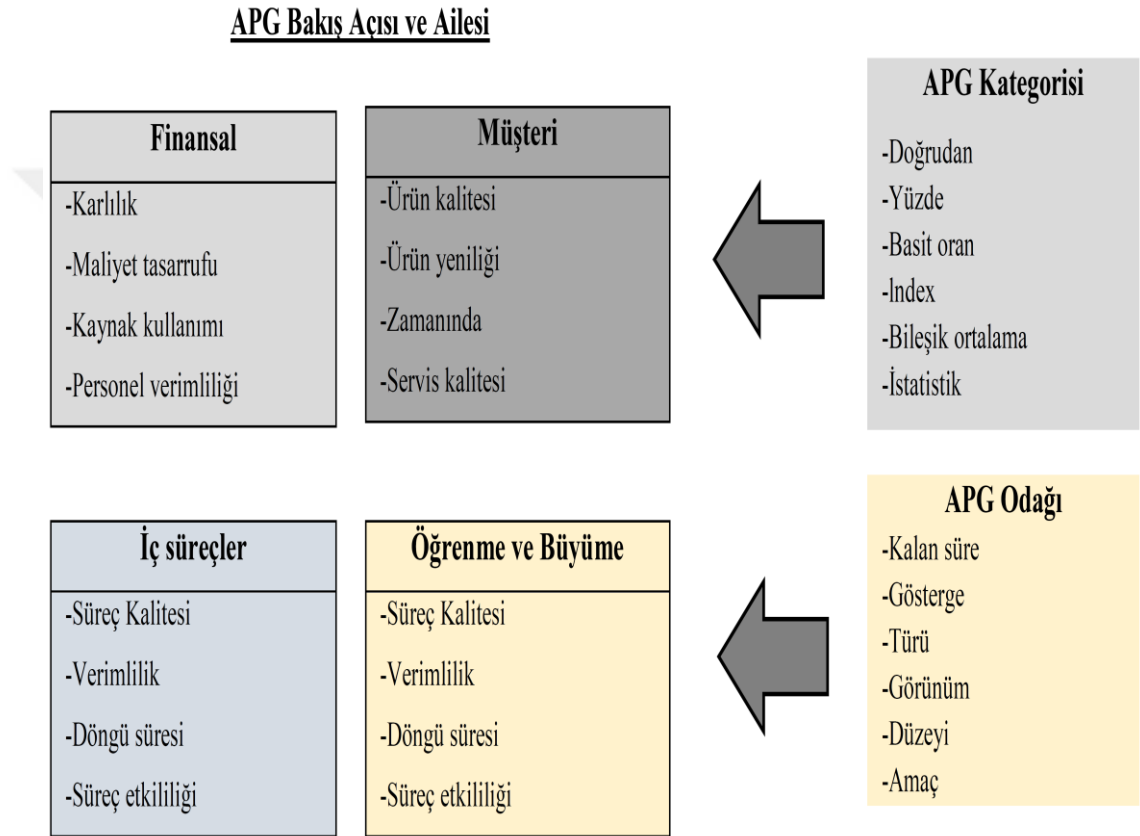
- Uygunluk: İşletmenin stratejisine odaklı olmalıdır. Yanlış APG seçimi olumsuz sonuçlara neden olabilir.
- Temsil edilebilirlik: Operasyonel performans ile birlikte işletme yapısına uygun olmalıdır.
- Gerçekçilik: İşletme maliyeti ve kısıtlamalarına uygun olmalıdır.
- Objektiflik: Yanlış yorum ve belirsizliklere karşı net ve odaklanmış olmalıdır.
- Ulaşılabilirlik: Bağımsız, gözlemlenebilir, doğrulanabilir ve ulaşılabilir verilerle ölçülebilmelidir.
- Ölçülebilirlik: Nitel ve nicel verilerle ölçülebilmelidir. Eğilimleri tanımlamak için kullanılmalıdır. Mevcut eğilimleri tanımlayabilmelidir.
- Zamanındalık: Verilen zaman dilimi içinde ulaşılabilir olmalıdır.
- Anlaşılabilirlik: Bireylerin ve grupların kendi etkinlik ve davranışlarını, işletme amaçlarını nasıl etkilediğine dair katkıda bulunmalıdır.
- Katılımcılık: Tüm katılımcıların işletme içinde nasıl katılacağına dair paylaşımda bulunmalıdır.
- Raporlanabilirlik: Tüm paydaş ve kullanıcılar için rapor düzenleyip bu raporları kullanılabilir yapmalıdır.
- Yönetilebilirlik: Hesap verilebilir ve sorumluluk duygusu içinde anlaşılır olmalıdır.
- Referans: Kaynak niteliği taşınmalıdır. Programın kullanımında maliyet etkin ve yeterli kaynak konumunda olmasını sağlamalıdır.
- Değerlendirilebilirlik: Düzenli değerlendirmelere olanak sağlamalıdır.

Marr çalışmasında şirketler tarafından kullanılan toplam 75 adet APG'yi derleyerek işletmelerin (veya iş birimlerinin) nasıl performans gösterdiğine ilişkin genel bakış sunacak şekilde gruplandırmıştır. Yöneticilerin gösterge tablosu ve skor kartı tasarımını kolaylaştırmak amacıyla tür ve endüstri sektörüne bakılmaksızın çoğu kuruluşta paylaşılan temel iş perspektifleri altında aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır.

- Finansal perspektif
- Müşteri perspektifi
- Pazarlama ve satış perspektifi

- Operasyonel süreçler ve tedarik zinciri perspektifi
- Çalışan bakış açısı
- Kurumsal sosyal sorumluluk perspektifi (Marr, 2012).

Bauer çalışmasında ise APG özelliklerini Şekil 3.5'deki gibi gruplandırmıştır (Çetinkaya, 2017; Bauer, 2004).



Şekil 3.5. APG boyut şeması (Bauer, 2004).

Her APG için, neden önemli olduğunu ve neyi ölçtüğünü, verilerin nasıl toplandığını ve nasıl hesaplandığını özetleyen bir düzen kullanarak açıklamaktadır. Her APG açıklaması aynı zamanda pratik bir örnek, veri kaynakları, hedef belirleme ve kıyaslama, ölçüm sıklığı, tuzaklar, veri oluşturma maliyeti ve çabası ve referanslar hakkında ipuçları içerir (Marr, 2012).

Bauer çalışmasında tüm APG özellikleri dikkate alındığında APG'lerin belirlenmesinde izlenen yöntemi "Stratejik Uyum Piramidi" ile tanımlamaktadır.

Şekil 3.6, Bauer tarafından geliştirilen Stratejik Uyum Piramidini temsil etmektedir (Çetinkaya, 2017).



Şekil 3.6. Stratejik uyum piramidi (Bauer, 2004).

Piramide göre APG'ler tavandan tabana doğru bir uygulamayla ya da tabandan tavana doğru bir uygulamayla belirlenebilir. Tepeden uygulanmaya başlayan stratejik APG'ler için işletme yönetiminin işletme vizyonuna göre önce stratejisini belirlemesi gerekmektedir. Tabandan uygulanmaya başlayan operasyonel APG'ler ise belirlenen anahtar göstergelerin ölçüm ve fonksiyonları ile operasyon yapısını raporlayarak yönetime sunar. İşletme yönetimi ise stratejisini bu raporlara bakarak oluşturur. İki yöntemde de her basamağa uygun soruların sorularak anahtar göstergelerin doğru yapılandırılması gerekmektedir. İşletmenin stratejisine uygun olmayan APG'lerin kullanılması işletmeyi olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle iyi bir performans yönetiminin yakalanması için performans ölçümünün etkin bir biçimde gerçekleştirilmesi gerekir (Çetinkaya, 2017).

3.5. Tedarik Zinciri Performans Değerlendirme, Organizasyonel Çeviklik, Çevik Tedarik Zincirleri ve Bulanık Mantık, ÇKKV ve MACBETH Uygulamaları Literatürü

Literatürde kapsamlı tedarik zinciri performans değerlendirme model ve uygulamaları, organizasyonel çeviklik, çevik tedarik zincirleri performans değerlendirme ve bulanık mantık temelli çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı bütünlük çalışmaları mevcuttur.

Avelar-Sosa çalışmasında üretim endüstrisine uygun şekilde modern tedarik zinciri kavramlarının modellenmesi ve trendlerinin değerlendirilmesinin yapıldığı teorik altyapı oluşturmaktadır (Avelar-Sosa vd., 2019). Akkawuttiwanich ve Yenradee çalışmasında tedarik zinciri operasyon referans modeli (SCOR model) APG'leri için önerilen teknik iyileştirmelerin bulunduğu Whats and Hows ilişkisel matrisini kullanarak yeni bulanık QFD metodolojisi oluşturmuş ve şişelenmiş içme suyu üreten bir fabrikada örnekleyerek referans model üzerinde tahmine dayalı önerilen MILP matematiksel modeli yardımıyla iyileştirilen APG değerlendirmeleri yapılmış ve yorumlanmıştır (Akkawuttiwanich ve Yenradee, 2018). Ayçın ve Özveri çalışmasında bulanık modelleme ile tedarik zinciri performansının değerlendirilmesini incelemiştir. SCOR modeli 10.0 versiyonu baz alınarak performans metriklerine bulanık mantık yaklaşımı entegre edilmesiyle tedarik zinciri performansı yönetim sürecinde kullanıldığı ayakkabı sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulanmıştır (Ayçın ve Özveri, 2015).

Ganguly ve arkadaşları çalışmasında kurumsal çevikliği belirlemek için üç teknik ve ilişkili metrikler önermişlerdir. Metodoloji ve ilgili metriklerin kullanımını göstermek için Apple'ın dijital medyasını içeren bir vaka çalışması sunmuşlardır. İmalat organizasyonunun tedarik zinciri çevikliğini değerlendirmek için bulanık mantık yaklaşımını kullanmışlardır. Bir tedarik zincirinin dağıtım ağları, üretim kapasiteleri, personel değişimi ve öğrenme organizasyonu gibi bir dizi ayırt edici özelliğe sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir (Ganguly vd., 2009). Sucu doktora tezinden üretilen, İşletmelerde Çeviklik adlı yayınında örgütsel çeviklik ve çevik işletmelerin yapısını ortaya koyan kavramsal çalışmalar yapılmıştır. Çeviklik

boyutları ele alınarak etkileyen unsurlar incelenmiş kapsamlı bir kaynak olmuştur (Sucu, 2020).

Yusuf çalışmasında çeviklik kavramını ve bulanık mantık kullanımını şöyle ifade eder; çeviklikle ilgili niteliksel ve muğlak nitelikler nedeniyle, önlemlerin çoğu sübjektif terimler kullanılarak öznel olarak tanımlanır ve konvansiyonel yaklaşımlar kullanılarak etkin bir şekilde ele alınamaz. Bulanık mantık, belirsizlik ve belirsizlik fenomenlerini içeren problemlerle başa çıkmanın etkili bir yolunu sunar. Çevik tedarik zincirinde değerlendirme genellikle sayısal olarak değil dilsel olarak ölçülür. Aritmetik ortalama, medyan ve mod gibi çoklu karar vericilerin değerlendirmelerini toplamak için birçok yöntem benimsenebilir. Ortalama operasyon en yaygın toplama yöntemi olduğundan, uzmanların görüşlerini bir araya getirmek için aritmetik ortalama kullanılması tercih edilir (Yusuf, 2003). Viharos çalışmasında çevik yönetimin etkinleştirilmesi için üretimin entegrasyonu, nitelik ve süreç takibi hakkında tartışmışlardır. Bu makalede, çevik yönetimi kolaylaştırmak için ürün konfigürasyonu varyasyonu ve insan-üretim çevikliği konusunu ele almak için bir parametrik üretim bilgisi temsil modeli önerilmiştir. Üretim tesisi ve sürecinin modellenmesi için sırasıyla Varyasyon Ürün Yapılandırması (VPC) modeli önerilmiştir. Tesis ve proses için üretim kabiliyeti kavramları ve bunların eşleşme mekanizması da önerilen modelde tanıtılmıştır. Bu modellerle, geniş varyasyonlara sahip ürünler için üretim tesisi ve süreç bilgisi çevik yönetimde kısaca temsil edilebilir (Viharos vd., 2006). Tsourveloudis ve Valavanis çalışmasında çeviklik değerlendirmesinin belirsizliğini aşmak ve insan bilgisini dahil etmek için, fuzzy logic'e dayalı kurumsal çevikliği ölçmek için IF - THEN kuralları önermişlerdir. Bu yaklaşımın dezavantajı esnek olmama özelliğidir, çünkü birkaç seviyedeki dil terimlerini veya farklı üye-gemi işlevlerinin kullanımını içerdiğinden, EĞER- bu kurallar yeni duruma uyacak şekilde yeniden tasarlanmalıdır. IF- THEN yöntemine dayalı değerlendirme, IF-THEN kurallarının anatomik modelini dönüştürmek için önceye ait matematiksel bilgi gerektirir. Endüstriyel uzmanlar karmaşık matematiksel denklemleri çözerken zorlanırlar (Tsourveloudis ve Valavanis, 2002).

Tedarik zincirlerindeki çeviklik endeksini ölçmek için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Ren ve arkadaşları çalışmasında çeviklik özelliği olan özelliklerin

yoğunluk seviyelerini hesaplayarak ve birleştirerek çeviklik dizinini ölçme yöntemlerini tartışmışlar (Ren vd., 2000). Sukati ve arkadaşları çalışmasında örgüt uygulamaları ile tedarik zinciri çevikliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Veri toplama aracı kullanılarak, Malezya'daki 40 imalat firması arasında 150 icra memuru, müdür, başkan, başkan yardımcısı, yönetici ve kıdemli görevliye anket uygulanmıştır. Bulgular, tedarik organizasyon uygulamalarının tedarik zinciri çevikliği ile önemli bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir (Sukati vd., 2012). Elmuti ve arkadaşları çalışmasında tedarik zinciri çevikliğinin değerlendirilmesi için uzunlamasına bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Bu makalenin amacı, entegre bir tedarik zinciri yönetiminin endüstriyel bir alanda sistemdeki katılımcıların üretkenliği, verimliliği ve performansı üzerindeki etkisini araştırmaktır. Anket firmasından alınan güncel verilerle yapılan araştırmada üretim tesisinde kilit yöneticilerle takip görüşmeleri yapılmıştır. Sonuçlar, firma içindeki dahili işlevlerin entegrasyonu ve koordinasyonu ve bunların harici tedarikçileri ile etkin bir şekilde bağlanması sonucunda genel performansta olumlu ve önemli gelişmeler olduğunu göstermiştir. Sonuçlar ayrıca, entegre bir tedarik zincirinin dış kaynak kullanım faaliyetlerini tüketicilerin düşüncelerine olumlu yanıt verme konusundaki kurumsal hedefe ulaşmak için hizalamayı içeren iddiasını da desteklemektedir. Ayrıca, bir firmada tedarik zinciri programının başarısına önemli katkıda bulunan birçok faktörü tanımlamışlardır. Bunlar arasında yeni teknolojiler aracılığıyla bilgi paylaşımı, kilit tedarikçilerle ortaklıklar kurulması ve çalışanlarla sürekli iletişim yer almıştır (Elmuti vd., 2008). Tseng ve Lin çalışmasında Quality Functional Deployment (KFY) ilişki matrisi ve bulanık mantık kullanarak çeviklik sürücüleri, yetenekleri ve sağlayıcıları arasındaki arayüz ve uyum sorunları ile başa çıkmak için yeni bir çeviklik yöntemi geliştirmişlerdir. Çevik özelliklerden ve çeviklik sürücüleri ile toplam ilişki ağırlığından oluşan bir işletme için bir bulanıklık endeksi (FAI), bir işletmenin çeviklik düzeyini ölçmek için geliştirilmiştir. Bir çalışma ile, önerilen çerçevenin ve prosedürlerin bir işletmenin geliştirilebilirliğini artırabileceğini ve rekabet avantajı sağlayabileceğini açıklamışlardır (Tseng ve Lin, 2011). Vinodh ve Prasanna çalışmasında çevik tedarik zincirinin değerlendirilmesi için kavramsal bir model geliştirmişlerdir. Tedarik zincirinin kabiliyetini değerlendirmek için çok dereceli bulanık yaklaşım kullanmışlardır. Daha zayıf alanlar ve uygulanmış

iyileştirme önerileri belirlemişlerdir ve kısmi öznellik ile bir tahminde bulunmaktadır (Vinodh ve Prasanna, 2011). Wu ve Barnes çalışmasında 2001 ve 2011 yılları arasında yayımlanan tedarik ortağı karar verme literatürünü gözden geçirmiş ve bu alanda yayınlanmış çalışmalarda önemli bir artış görmüştür. Özellikle çevik tedarik zincirinde kullanım için uygun olan bu yönteme özellikle dikkat edilmiştir. Bir sınıflandırma çerçevesi kullanarak, yazarlar benzer bir amaçla yayınlanan çalışmalarını karşılaştırıp, izlemişlerdir. Bulgular, çevik tedarik zincirindeki kalitatif ve kantitatif hedeflerin kombinasyonunu karşılayabilecek yöntemler geliştirmek için devam eden bir ihtiyacı vurgulamaktadır (Wu ve Barnes, 2011). Luo ve arkadaşları çevik tedarik zincirindeki seçim sürecinin ilk aşamalarında çok sayıda potansiyel tedarikçinin taranmasında bilgi işleme zorluklarının üstesinden gelmeye yardımcı olan bir model geliştirmişlerdir. Bir örnekle, radyasyon temelli fonksiyon yapay sinir ağı potansiyeli, tedarikçileri hem nicel hem de nitel tedbirler kullanarak birden fazla kritere karşı değerlendirmek için gösterilmiştir (Luo vd., 2009). Boyacıoğulları çalışmasında tedarik zincir operasyonlarının çeviklik algısı ve etkileyen faktörler ile kurulup, satın almaya olan etkisinin kalitatif odak grup görüşme yöntemiyle ele alınarak yorumlamıştır. Elde edilen bulgular aracılığıyla çevik tedarik zincirlerinin istenen hizmet düzeyi ve müşteri memnuniyeti üzerinde doğuracağı etkiler değerlendirilmiştir. Literatür kapsamında pek derin işlenmeyen tedarik zinciri yönetim modellerindeki çeviklik olgusu çalışmada belirli kısıtlar dahilinde anlamlandırılarak uygulama ile öngörü ve çevik şirket davranış olgusunun oluşturulması sağlanmıştır (Boyacıoğulları, 2018). Baker çalışmasında dokuz vaka çalışmasını kullanarak çevik tedarik zinciri içindeki dağıtım merkezlerinin kesin rolünü araştırmıştır. Yazar, bireysel iş birimlerinin pazarlarına hızlı bir yanıt vermek için dağıtım merkezlerini nasıl tasarladığını ve işlettiğini incelemiştir. Bu şirketler tarafından kullanılan çözümler, bu konuyu ele almak için bir çerçeve oluşturmak ve vergi huzuru merkezi düzeyinde çevikliğin pratik uygulaması üzerine daha fazla araştırmanın temeli olarak sınıflandırılmıştır (Baker, 2008). Gündoğan ve Güner çalışmasında tedarikçi çevikliğinin ölçülmesine yönelik bir yaklaşım önerisi getirmek amacıyla otomotiv sektöründe bir analitik hiyerarşi yapısı ile belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılmış bir uygulamasını gerçekleştirmiştir. Ayrıca geliştirdiği modeli nihai çeviklik skoru yapılan uygulamada tedarikçi seçiminde kullanmıştır

(Gündoğan ve Güner, 2018). Çankaya çalışmasında tedarik zinciri görünürlüğünün çeviklik üzerine etkileri incelenmiştir. Bu iki değişkenin ilişkisini değerlendirmek üzere büyük veri analitiğinin etkisi en küçük kareler yapısal eşitlik modeli ile test edilmiştir. Anket yoluyla oluşturulan ölçeklere faktör analizi uygulanarak iki değişken üzerinde oluşturulan hipotezlerin test edildiği ve büyük veri analitiğinin etkisi yorumlandığı araştırma makalesi literatüre katkıda bulunmuştur. (Çankaya, 2020). Çankaya ve Can çalışmasında tedarik zinciri entegrasyonunun operasyonel çeviklik ve kişiselleştirme yeteneği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Anket yoluyla elde edilen verilere ait hipotezleri test etmek için kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır. Tedarik zinciri üzerindeki pozitif ilişkili olduğu tespit edilen boyutlara yönelik tespitler yorumlanmıştır (Yıldız Çankaya ve Can, 2021). Şen çalışmasında yalın tedarik zinciri ile çevik tedarik zincirinin yaklaşımı üzerinden yöntem ve uygulamaları anlatılmış, tedarik zincirlerine teorik bir bakış açısı örneği sunulmuştur (Şen, 2021). Yıldız ve Çetindaş çalışmasında tedarik zinciri entegrasyonun firma performansı üzerindeki etkisinde tedarik zinciri esneklik ve çevikliğinin rolünü araştırma amaçlanmıştır. Araştırma makalesinde anket yolu ile toplanan veriler yapısal eşitlik modeli ile analiz edilmiş, çalışmaya dahil edilen KOBİ'lere yönelik sonuçlar yorumlanmıştır. (Yıldız ve Çetindaş, 2020).

Bulanık mantığın kullanılarak tedarik zinciri çevikliğinin ölçüldüğu çalışmalar ise aşığıdaki gibi özetlenmiştir. Singh ve arkadaşları çalışmasında Assessment of Supply Chain Flexibility Using System Dynamics Modeling (Dinamik Modelleme Sistemlerini Kullanarak Tedarik Zinciri Esnekliğinin Değerlendirmesi) adlı dergi yayınında esnek dinamik tedarik zinciri yönetiminin üretim endüstrisini üzerinde test edilerek belirsizliğin de içinde bulunduğu senaryo analizleri ile alanında yapılan çalışmalar için bakış açısı oluşturmuştur (Singh vd., 2019). Jain ve arkadaşları çalışmasında esneklik, kârlılık, kalite, yenilikçilik, proaktivite, hız, hız gibi somut ve tepki, maliyet ve sağlamlık gibi somut olmayan nitelikler / kriterler ile çevikliği değerlendirmede karar verme esnekliğini arttırarak bulanık birlik kuralları madenciliğine dayanan yeni bir yaklaşım geliştirmiştir (Jain vd., 2008). Lin ve arkadaşları çalışmasında bulanık mantık tabanlı değerlendirme metodolojisi kırılğanlık değerlendirmesi geliştirmişlerdir. Değerlendirme prosedürü, belirlenebilirlik yeteneklerini, dilsel değişken kümelerinin seçilmesini ve bulanık

derecelendirme ile bulanık ağırlık entegrasyonunun, bulanık indeks etiketlemesinin ve bulanıklaştırmanın değerlerinin yorumlanmasını içermektedir. Yazarlar, değerlendirmenin bilgisayarla ve yapay zeka ile yapılması gereğini belirtmişlerdir (Lin vd., 2006). Bottani çalışmasında erişilebilirliğe ulaşmak için bulanık yaklaşımının uygulanmasını önermiştir. İlişkiler ve korelasyon matrisleri için gerekli olan dilbilim yargılarını sayısal değerlere çevirmek için bulanık mantıktan faydalanmışlardır (Bottani, 2009). Ganga ve Carpinetti çalışmasında, Tedarik Zinciri Operasyon Referansı (SCOR) modelinin metrikleri arasındaki nedensel ilişkilere dayalı performans tahmin etmek için bulanık mantığa dayalı bir tedarik zinciri performans modeli önermiştir. Bulanık mantık, tedarik zincirlerinin performansını yönetmek için ilginç bir yardımcı yaklaşım haline gelen belirsizlik ve öznellik ile başa çıkmak için uygun bir tekniktir (Ganga ve Carpinetti, 2011). Lin ve arkadaşları çalışmasında, bulanık mantık yaklaşımını kullanan tedarik zinciri çeviklik modeline katkıda bulunmuştur (Lin vd., 2006). Vinodh ve Prasanna çalışmasında, çevik tedarik zincirinin Multi GradeFuzzy yaklaşımı kullanılarak değerlendirilmesi için bir model oluşturmuşlardır. Bu makalelerin genel bir incelemesi, çevik tedarik zinciri yönetimi sürücülerinin bir modül olarak kapsüllenmesi gerektiğini göstermiştir. Ayrıca, bir grup araştırmacı, çevikliği ve tedarik zinciri performansını ölçmek için fuzzy yaklaşımının kullanılmasını tercih etmiştir. Bu bağlamda, bu araştırma sırasında, çevik tedarik zinciri özellikleri ve kolektif performanslarının bu saatin gerekliliği olduğundan emin olmak için bulanık bir yaklaşımla bir model oluşturduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmada belirsizliğin ve kesinliğin üstesinden gelmek için bulanık mantık yaklaşımı kullanılmıştır. Bulanık mantık için çevik tedarik zinciri değerlendirmesinin kapsamlı bir şekilde uygulanması ele alınmıştır (Vinodh ve Prasanna, 2011).

Çok kriterli karar verme yöntem uygulamaları, Mantıksal Hiyerarşik Süreç (AHS) mantıksal kavramına dayanmaktadır. Yang ve Li çalışmasında, toplu özel üretim ürünlerinde bulanık mantık yaklaşımını kullanarak çevikliği değerlendirmek için bir öneri önermişlerdir. Şirketin çevik olup olmadığını belirtmek için aralıkları 2–10 ölçeğinde belirlemişlerdir (Yang ve Li, 2002). Yu ve arkadaşları çalışmasında, maliyet minimizasyonu, iletim kule ihlali minimizasyonu ve satın alınan miktarın kalite seviyesinin en üst düzeye çıkarılmasına dayanan yalın alımlar için bulanık çok

amaçlı satıcı seçim programı kullanmışlardır. Bulanık AHP'yi kullanan bir çözüm algoritması geliştirmişlerdir. Sayısal problemi kullanarak, bulanık mantık yaklaşımının satıcı seçim problemine uygun olduğunu kanıtlamışlardır (Yu vd., 2012). Hasibuan ve arkadaşları çalışmada, SCOR modelinde kavramsal kriterleri AHS yöntemi kullanılarak ağırlıklandırıp değerlendirmiştir (Hasibuan vd., 2018). Mehralian çalışmada, ilaç endüstrisine özgü şekilde çevik tedarik zincirindeki ölçütlerin uzman görüşleriyle elde edilip çeviklik kapasitesini oluşturan etkenlerin bulanık Topsis yöntemini kullanarak modellenmesi ile uygulamasını yapmıştır (Mehralian vd., 2015). Nejati ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmanın amacı, stratejik hedeflere dayalı örgütsel çevikliği sağlamak ve geliştirmek için pratik bir yöntem önermektir. İlk adımda, incelenen kuruluşun bir dizi önemli performans göstergesi dengeli puan kartı (BSC) perspektifleri altında tanımlanarak sınıflandırılmıştır. Kritik başarı faktörleri daha sonra APG'lerin İdeal Çözüme Benzerlikle Tercih Düzeni Tekniği (TOPSIS) kullanılarak kurumsal stratejik hedeflere ulaşmadaki önemlerine göre sıralanmasıyla tanımlanmıştır. İkinci adımda, ana çevik nitelikleri, çevik kolaylaştırıcıları ve iyileştirme yollarını tanımlamak ve sıralamak için sırayla üç kalite evi (HOQ) inşa edilir. Ayrıca, uygulayıcıların sözel kararlarını HOQ'ların oluşturulmasında sayısal değerlere çevirmek için bulanık mantık kullanılmaktadır (Nejati vd., 2018). Kumar ve Routroy çalışmada, üretim sektöründen uzman kişilerin katılımıyla çevik üretim performans algısı anahtar göstergeler üzerinden bulanıklaştırılmış analitik hiyerarşi yaklaşımı modeli ile ağırlıklandırılmış ve metodoloji otomotiv komponent üreticileri vaka çalışmasıyla desteklenmiştir (Kumar ve Routroy, 2017). Arsu ve Ayçin çalışmada BIST lokantalar ve oteller sektöründeki turizm işletmelerinin finansal performanslarını değerlendirmiştir. Kriter ağırlıklarını belirlemek için MACBETH yöntemi ile ve 11 işletme üzerine bu finansal performans verileri EDAS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. En önemli kriterler sıralanmış ve ele alınan işletmeler üzerinde yöntemde ulaşılan sonuçlar yorumlanmıştır (Arsu ve Ayçin, 2020). Tümtürk ve Gülçiçek Tolun çalışmada depolama faaliyetlerinde kullanılan paketleme makinelerinin karar verme problemi incelenmiştir. Makine alımı konusunda etkili olan kriterler Analitik Ağ Süreci (AAS) ile ağırlıklandırılmış ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemi ile de performansları değerlendirilmiştir. Uygulama sonucunda önem derecelerinin

karşılaştırmalarına dayalı yöntem uygulama çalışması ile örneklendirilmiştir (Tümtürk ve Gülççek, 2020). Poyraz çalışmasında tedarik zinciri risk yönetimi kapsamında talep planlama sürecinin hataları analiz edilmiştir. Hata türleri ve etkileri analizi yöntemi ile karar vericilerin objektif değerlendirmelerini içermesi amacıyla Bulanık Swara ve Bulanık Copras tabanlı çok kriterli karar verme modeli önerilmiştir. Önem düzeylerini belirleme ve sıralama için kullanılan yöntemler ile talep planlama süreci anlamlandırılarak yorumlanmıştır (Poyraz, 2021).

MACBETH yönteminin yer aldığı çalışmalardan bazıları ise, Bana e Costa ve Chagas çalışmasında karar vericilerin tercihlerinin doğrudan sayısal bir yargı modeli yerine nitel bir sorgulama prosedürü yaklaşımı MACBETH ile bir bireyin gelecekteki kariyerini bir dizi olasılıktan seçmesi ve karşılaştırması yapılmıştır (Bana e Costa ve Chagas, 2002). Genç ve arkadaşları çalışmasında, bireysel emeklilik sistemi seçimi problemi MACBETH yöntemi ile incelenmiş ve alternatifler arasında sıralama yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar örnek uygulamaya dayandırılarak yöntemin güçlü ve zayıf taraflarına ilişkin çıkarımlar yapılmıştır (Genç vd., 2015). Montignac çalışmasında MACBETH yaklaşımı kullanılarak yerleşik hidrojen depolama teknolojileri üzerinde çok kriterli değerlendirme uygulaması yapılarak yaklaşım sonuçları analiz edilip katma değeri tartışılmaktadır (Montignac vd., 2009). Kundakçı çalışmasında, MACBETH (kategorik tabanlı değerlendirme tekniği ile çekiciliği ölçme) ve MULTI-MOORA (Oran analizi temelinde çok amaçlı optimizasyon) yöntemlerine dayanan birleşik bir MCDM yaklaşımı önerilmiştir. Bu kombine yaklaşımda, kriterlerin ağırlıkları MACBETH yöntemi ile belirlenmiş ve daha sonra alternatiflerin son sıralamasını elde etmek için MULTI-MOORA yöntemi kullanılır. Makalenin sonunda, önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini göstermek için bir mermer şirketinin otomobil seçiminin bir uygulaması da verilmiştir (Kundakçı, 2016). Yurtyapan ve Aydemir çalışmasında, kalitatif yargılardan yola çıkarak karar vericilerin anlamsal yargıları aralık olarak belirleyebileceği gri aralık'a dayalı MACBETH yaklaşımını ERP seçimi uygulaması ile çözümlenmiştir (Yurtyapan ve Aydemir, 2019). Cevizci ve Kayacan çalışması tedarikçi seçimine ilişkin ÇKKV yöntemlerinden MACBETH ve TOPSIS metodunun birlikte uygulandığı bir araştırma makalesidir. Çok sayıda kriterin değerlendirmeye alınarak bir hazır giyim firmasında öncelikle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve tedarikçi

alternatifleri bir diğere yöntem ile değeriendirilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır (Cevizci ve Kayacan, 2019). Özdağoğlu ve arkadaşlarının çalışmasında amaç, ırcır fabrikasındaki makine seçim kriterlerinin önem düzeylerini çok ltli bir değeriendirme yaklaşımı olan MACBETH ile analiz etmektedir. Ele alınan kriterleri olan minimum sakatlanma riski, minimum makine arızası, kalite ve hız'ın önem düzeyleri sıralanmıştır. Çalışma güncel bir uygulama ile kriterlerin göreceli tercih düzeylerinin kategorik tabanlı bir ÇKKV yöntemi ile örneklendirilmiştir (Özdağoğlu vd., 2020). Tavares, Meza vd., çalışmasında Brezilya lisansüstü çalışmalarının değeriendirilmesi için bir model önerilmiş, on hesaplamalı modelleme programı ele alınmış ve performanslarını doğrulamak için alt kriterler seçilmiştir. Yüksek ğrenim personeli geliştirme koordinasyonunun kullandığı sonuçlar ile karşılaştırmalar yapılmış uygulanan yöntemle benzerlikleri değeriendirilmiştir. Son olarak duyarlılık analizi yapılmıştır. Önerilen model kriterleri üzerinden performans değeriendirmesi MACBETH çok kriterli karar verme yöntemi uygulanmıştır (Tavares ve Meza, 2021).

Tedarik zincirlerinde çevikliğin llmesi ve analizi konusunda yapılan birçok çalışma vardır. Bu araştırmalarda anketlerle elde edilen verilerin istatistiksel yöntemler, kümeleme analizi, çok kriterli karar verme teknikleri, bulanık mantık gibi farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Çeviklik performans göstergelerinin bulanık kural tabanlı sistemler ile birlikte kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Çalışmalarda uzman görüş ve anket aracılığıyla elde edilen veriler istatistiksel yöntemler, çok amaçlı karar verme teknikleri ile nceliklendirip ağrılıklandırma ve performans lm, SCOR tedarik zinciri kavramsal modeli ile bulanık yaklaşım ile değeriendirme, bulanık mantık yaklaşımı ile fuzzy logic toolbox modülü destekli etki faktörleri analizi kullanılan yöntemler arasındadır. Literatür taraması, şitli değeriendirme teknikleriyle ilişkili avantajları ve dezavantajları göstermektedir. Ancak diğere tekniklerle karşılaştırıldığında, bulanık mantık yaklaşımı belirsiz durumlarla başa çıkabilmesi nedeniyle oldukça tercih edilmiştir.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (ÇKKV) ve BULANIK MANTIK

4.1. ÇKKV Yaklaşımı ve Süreç Adımları

Günümüzde insanlar hem özel hayatlarında hem de kurumsal hayatlarında karar alması gerektiğinde birden fazla kriteri göz önüne alarak karar vermek durumunda kalmaktadırlar. Karar aşamasında bireyler alternatiflerin arasında seçim yaparak karar almaya çalışırken kararlarını etkileyen kriterleri önceliklendirmeleri ve başka bir deyimle kriterleri ağırlıklandırmaları gerekmektedir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri içerisinde birden çok disiplini barındırmaktadır. Bu disiplinler arasında istatistik, ekonomi, yönetim, matematik ve sosyal bilimler gibi disiplinler yer almaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri bu disiplinler aracılığı ile karar problemlerinin birden fazla boyutu ile değerlendirilmesini ve karar alınabilmesini sağlamak için kullanılır. ÇKKV, yöneylem araştırmasının bir alt dalı olup son yıllarda hızla gelişerek diğer yöneylem araştırması dalları arasında en hızlı gelişen dalı olmayı başarmıştır (Güler, 2019).

ÇKKV yöntemleri seçim, sınıflandırma ve sıralama problemlerinde kullanılırlar. Seçim problemlerindeki amaç problem için en doğru çözümün seçilmesidir. Sınıflama problemlerinde amaç alternatiflerin kriterlere göre sıralanmasıdır. Sıralama problemlerinde ise alternatifler ya da kriterler en iyiden en kötüye doğru ölçülebilir bir şekilde sıralanırlar. ÇKKV yöntemleri kriterlerin ağırlık değerlerini kullanarak, çatışan birden çok amacın bulunduğu karışık problemlerin çözülmesine yardımcı olurlar (Poyraz, 2021).

Çok kriterli karar verme problemlerinde genel olarak izlenecek adımlar sırasıyla (Karabıçak vd., 2016: 110):

- Problemin tanımlanması,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Alternatiflerin belirlenmesi,

- Hiyerarşik yapının belirlenmesi,
- Yöntemin belirlenmesi,
- En iyi alternatifin belirlenmesi şeklinde belirlenebilir. Yöntemin belirlenmesinde Tablo 4.1’de örnekleri verilen teknikler arasından seçim yapılmaktadır:

Tablo 4.1. ÇKKV problemlerinde kullanılan teknikler (Güler, 2019).

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
Analitik Hiyerarşi Süreci	Analitik Hiyerarşi Süreci	Analitik Hiyerarşi Süreci
Analitik Ağ Süreci	Analitik Ağ Süreci	UTADIS
MAUT/ UTA	MAUT/ UTA	Flow Sort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE - Tri
PROMETHEE	PROMETHEE E	
ELECTRE I	ELECTRE II	
TOPSİS	TOPSİS	
Hedef Programlama		

Kaynak: (Karabıçak vd., 2016:110).

4.2. İkili Karşılaştırmaya Dayalı ÇKKV Yöntemleri

AHS(Analitik Hiyerarşi Süreci) ve AAS(Analitik Ağ Süreci) yöntemleri ikili karşılaştırmaya dayalı olarak en sık kullanılan ÇKKV yöntemlerindedir. AHS, Thomas L. Saaty (1980) tarafından 1977 yılında karmaşık problemlerin çözümü için geliştirilen ve birçok alanda uygulanan bir ÇKKV yöntemidir. AHS, belirlenen kriterler çerçevesinde birçok seçenek içerisinde, karar seçeneklerini önem sırasına göre sıralayan bir yöntemdir. AHS, birçok karar vericinin sürece dâhil edilebildiği sistematik bir yapıdır. Nitel ve nicel kriterleri değerlendirebilmenin yanında insan

yargılarını ve tercihlerini de karar sürecine dâhil edebilen doğrusal ağırlıklı bir yöntemdir (Saaty, 1994:70-71).

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHS, nitel faktörlerin başlıca öneme sahip olduğu bir yöntemdir. Seçeneklerin ayrıntılı değerlendirilmesinde nitel ve nicel faktörleri birleştirebilen bir tekniktir. AHS çeşitli seviyelerde birbirinden bağımsız olan faktörlerin, içinde buldukları hiyerarşik yapıda değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Aslan, 2005). AHS’de problem üç seviyeli bir hiyerarşik yapı biçiminde yapılandırılmaktadır. Hiyerarşinin en üstünde bir amaç yer almakta ve amacın altında sırasıyla ölçütler ve seçenekler yer almaktadır (Zahedi, 1986). AHS’de, karar verme problemine konu olan sorun, bileşenlerine ayrılarak hiyerarşik bir yapıda düzenlenmektedir. İkili karşılaştırmalar AHS’de temel yapıtaşlarıdır. Ölçütler arası ikili karşılaştırmalar yapılırken, Saaty tarafından önerilen 1’den 9’a kadar değerler içeren temel karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. İkili karşılaştırmaların tutarlı olabilmesi için kriterlerin sayısı doğru tespit edilmeli ve her bir kriter doğru tanımlanmalıdır. Kriterler ortak özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılmalıdır. Bir düzeydeki kriterler arasında önem derecesi bakımından fark bulunmamalıdır. Önem derecesi eşit olan kriterler aynı seviyede konumlanmalıdır. AHS, hiyerarşik yapıda yeni kriterler eklemek ya da mevcut kriterleri yapının dışına çıkarmak suretiyle değişiklik yapılmasına olanak vermektedir. Hiyerarşik yapıda kriter değerlerin değiştirilmesi ya da yeni kriterlerin eklenmesi veya çıkarılmasıyla sistemin duyarlılık analizi yapılmış olmaktadır (Saaty, 1994:70-71).

AHS’nin problem çözme süreci üç temel ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeler; ayrıştırma (decomposition), karşılaştırmalı yargılar ve önceliklerin sentezi ilkeleridir (Başkaya ve Akar, 2005). AHS ikili karşılaştırmalar yoluyla uzmanların yargılarına dayalı olarak öncelikleri belirlemekte, problemin karmaşıklığını azaltmakta, kararları basitleştirmektedir (Punniyamoorthy vd., 2012).

AAS yöntemi ise, Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ve 1996 yılında yayınlanan kitabında tanıttığı bir yöntemdir (Saaty, 1996). Analitik ağ süreci, sosyal ve kamu alanında karar verme konusunda ortaya konmuş çok amaçlı bir yöntemdir. Bu yöntem tüm ölçütleri ve faktörleri dikkate alarak bunlar arasındaki ilişkileri

tanımlayıp en iyi kararı verme konusunda geliştirilmiştir. AAS ölçütler (cluster) ve alt ölçütler (node) arasındaki ilişkilere ve geribildirimlere (feedbacks) olanak sağlar. Bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmaz. Bu durumda seviyeler ortadan kalkar ve bileşenlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. AAS problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir serim şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler de dikkate alınmaktadır (Erdoğan vd., 2006).

Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AAS yöntemi, problemin tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldıran ve karar verme sürecinde faktörler arasındaki ilişkileri dikkate alan bir yöntemdir (Saaty, 1996). AAS yönteminde bir ağ yapısı ile modellenen karar verme probleminde faktör içindeki iç bağımlılıklar ve faktörler arasındaki bağımlılıklar dikkate alınmaktadır. AAS'nin bu özelliğinden dolayı daha etkin ve gerçekçi bir şekilde karar verme problemlerin çözülmesi gerçekleşmektedir (Dağdeviren vd., 2006).

4.3. Bulanık Mantık ve Bulanık Sistemler

Belirsizlik içeren durumlarla ilgili çalışmalarda kesin sayılarla yapılan değerlendirme ve modellerin yetersiz kalması nedeniyle yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle kesin ve olmayan belirsiz durumları ifade edebilmek amacıyla “bulanık mantık” (fuzzy logic) kavramı Zadeh tarafından ilk defa ortaya atılmıştır. Böylece birçok karar verme probleminde sözel yargılar sayısal değerlere dönüştürülerek birçok alternatif içinden en iyi olanın seçilmesi sürecindeki belirsizlikleri analiz ederek olası en iyi sonucun saptanmasında yardımcı olmaktadır (Zadeh, 1965).

Fiziksel sistemlerin doğrusal ve zamanla değişmediği varsayımı bazı faktörlerin net olarak ölçülemediği durumlarda evet hayır (1-0) gibi kesin değerlerin verilmesi klasik mantık ifadeleri modelin güvenilirliğini azaltmaktadır. Bulanık mantık ise 0-1 arasındaki ara değerleri de alabilmektedir. Klasik mantık kümelerinde bir elemanın bir kümeye ait olması ya da ait olmaması durumlarının aksine bulanık mantık kümelerinde günlük yaşamdakine benzer olarak iki kümenin birleşimi ya da kesişimi

içinde olabilme durumları da ifade edilebilmektedir. Bu nedenle bulanık mantık, durumların analiz edilerek daha kesin kararlar verilmesinde önemli bir mekanizma olarak çokça başvurulan ve yaygınlaşan bir yöntem haline gelmiştir.

Tedarik zincirlerindeki çevikliğin değerlendirilmesi, uzmanların faaliyetleri tahmin etmelerine ya da kategorik biçimde değerlendirmeleriyle yapılmaktadır. Bu tahminler, büyük ölçüde 'çok iyi' ve 'orta' gibi sözel ifadeler biçimindedir. Bu sözel ifadelerin, sayısal değerlere dönüştürmenin zor olabileceği bilinmektedir. Ayrıca, bu sayısal değerlerin tutarlılığının ve güvenilirliğinin sağlanması da zordur. Yapay Zeka alanı, 'bulanık mantık' metodolojisi sunarak bu zorluklarla yüzleşmek için bir çözüm sunar. Dolayısıyla, bulanık mantık metodolojisini tedarik zincirlerinin çeviklik seviyesi modeline dahil etmek önemlidir (Vinodh vd., 2013).

4.4. Macbeth Yöntemi

MACBETH yöntemi 1990'lı yıllarda C. A. Bana e Costa, J. C. Vansnick ve J. M. De Corte tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, karar vericilerin kalitatif yargılarından yola çıkarak bir kantitatif karar verme tekniği oluşturma amacıyla ortaya çıkmıştır. Yöntemi geliştiren araştırmacıların aklındaki soru, tercihleri sayılarla belirtmeye zorlamadan karar vericilerin seçenekler arasındaki tercih düzeylerini belirtecek bir ölçeğin nasıl ortaya koyulabileceği idi. Böylelikle ikili karşılaştırmalarda sadece 'zayıf', 'güçlü' gibi anlamsal yargılara dayanan MACBETH yöntemi ortaya çıkmıştır (Yıldırım ve Önder, 2014). Yönteme ilişkin ilk yazılım 1997 yılında J.M.De Corte tarafından geliştirilmiştir.

MACBETH yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak değerlendirme yaparken kantitatif değerler yerine kalitatif değerlere dayanarak karşılaştırma yapmaktadır. Bu yaklaşımda, ikili karşılaştırmalar için takdire dayalı bilgi gerekmektedir. Kriterlerin kalitatif değerlere dayanarak yapılan ikili karşılaştırmaları ile kriterlerin göreceli ağırlıkları da belirlenebilmektedir. Karar verici tarafından belirlenen kalitatif bilgiler M-MACBETH programına girilirken program yazılım sistemi, girilen kalitatif değerlendirmelerin tutarlığı konusunda bir doğrulama yapmakta ve eğer girilen kalitatif değerler arasında tutarsızlık varsa bunların çözümü için teklifler sunmaktadır (Ercan ve Kundakçı, 2017).

MACBETH yöntemi de AHP yöntemi gibi kriterlerin ikili kıyaslanmalarına dayanmaktadır. AHP yönteminde Saaty'nin önerdiği 1-9 ölçeği kullanılırken, MACBETH yönteminde 7 kategorili bir ölçek kullanılmaktadır. AHP yönteminde hiyerarşik bir yapı mevcutken, MACBETH yönteminde değer ağacı yapısı bulunmaktadır. MACBETH yönteminde karar verici ikili karşılaştırma yaparken kararından emin değil ise birden fazla kategoriyi seçebilme imkânına sahiptir.

Yöntemin daha kolay uygulanabilmesi için kriterlerin ve her kriter altında alternatiflerin ikili karşılaştırma matrislerine tercih edilme sıralarına göre yazılmaları önerilir. Bu zorunlu bir uygulama olmamakla birlikte, tutarlılığın sağlanmasında ve kıyaslamaların yapılmasında kolaylık sağlamaktadır. Kısacası MACBETH yöntemi kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaya uygun bir ÇKKV yöntemidir (Ercan ve Kundakçı, 2017). MACBETH yaklaşımının en önemli özelliği sadece kalitatif takdire dayalı bilgiler sormasıdır ve bundan dolayı da bu yaklaşımda karar verici direkt sayısal değerlendirmeler yapmamış olmaktadır. MACBETH yönteminde birleştirilmiş fonksiyon kullanılması ve MACBETH'in kriter ağırlıklarını açıkça belirlenmesi bu yöntemi diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden ayırmaktadır (Belton ve Stewart, 2002).

MACBETH yöntemi ile problemleri çözerken izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir (Cevizci ve Kayacan, 2019).

Adım 1: Kriterler belirlenerek değer ağacı yapısında gösterilir.

Adım 2: Değer ağacı oluşturulduktan sonra, alternatifler belirlenir. Ardından belirli bir kritere göre alternatiflerin olası performansını gösteren sıralı performans seviyeleri tanımlanır. Minimum iki referans seviyesi, üst referans (iyi) seviyesi ve alt referans (nötr) seviyesi olarak tanımlanması gerekmektedir.

MACBETH ölçeğinde, üst referans seviyesi 100 puan alırken alt referans düzeyi 0 puan alır. Burada, 100 olası en iyi puanı ifade etmez ve 0 verilen bir kriter için alternatifin en kötü performansı anlamına gelmez.

Adım 3: Alternatifler için ($m \times m$) boyutlu matris oluşturulur. m belirtilen kriter bazında değerlendirilecek alternatif sayısını göstermektedir. Matris içerisinde,

alternatifler önem derecesine göre soldan sağa sıralanır. Bu kalitatif performans seviyelerini ölçmek ve MACBETH ölçeği halinde kantitatif performans düzeylerini dönüştürmek için yapılır. Aynı prosedür kriterler için de uygulanır.

Adım 4: Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır. MACBETH yönteminde değerlendirmeler için Tablo 4.2 de gösterilen yedi kategorili ölçek kullanılmaktadır.

Tablo 4.2. Semantik Ölçek-Anlamsal Yargılar (Yurtyapan ve Aydemir, 2019).

Semantik ölçek	Sayısal ölçek	Açıklama
Yok(No)	0	Alternatifler arasında fark yok
Çok Zayıf(Very weak)	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede önemli
Zayıf(Weak)	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli
Orta Derecede(Moderate)	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede önemli
Güçlü(Strong)	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli
Çok Güçlü(Very strong)	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli
Aşırı(Extreme)	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli

Adım 5: Karar verici tarafından yapılan yargıların tutarlılığı kontrol edilir. Verilen yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH yazılımı yapılması gereken muhtemel değişiklikleri gösterir. MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirligaine ilişkin puanlar elde edilir.

Adım 6: Son olarak elde edilen alternatif puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle alternatiflere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen

genel puanlara göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır (Ercan ve Kundakçı, 2017).

Çözümde kullanılan doğrusal programlama modeli denklem (4.1)-(4.6)'da formülize edilmektedir; (Cevizci ve Kayacan, 2019)

Denklem (4.1)'de en çok tercih edilen kriterin/seçeneğin puanı $\phi(O1)$ gösterilmektedir.

Denklem (4.2)'de kriter/seçenek sayısı, n ile gösterilmektedir. Modelde üç tür kısıt yer almaktadır: Ordinal koşullar, semantik koşullar ve sıfırlama koşulu.

Denklem (4.3) ve denklem (4.4) $\delta(i, j)$, o_i ve o_j arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığını göstermektedir.

Denklem (4.5) $\delta(i, j, k, l)$, o_i ve o_j arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı ile o_k ve o_l arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı arasındaki anlamsal kategori sayısını göstermektedir.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } \phi(O1) \quad (4.1)$$

$$\text{Değişkenler: } \phi(O_i), i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (4.2)$$

Ordinal Koşullar:

$$\forall o_i, o_j, i, j \in \{1, 2, \dots, n\}: o_i > o_j \rightarrow \phi(o_i) > \phi(o_j) + \delta(i, j) \quad (4.3)$$

$$\forall o_i, o_j, i, j \in \{1, 2, \dots, n\}: o_i = o_j \rightarrow \phi(o_i) = \phi(o_j) \quad (4.4)$$

Semantik Koşullar:

$$\forall o_i, o_j, o_k, o_l, i, j, k, l \in \{1, 2, \dots, n\}: \phi(o_i) - \phi(o_j) \geq \phi(o_k) - \phi(o_l) + \delta(i, j, k, l) \quad (4.5)$$

$$\text{Sıfırlama Koşulu: } \phi(O_n) = 0 \quad (4.6)$$

Sıfırlama koşulu en az tercih edilen seçeneğin puanının "0" olmasını sağlamaktadır. Aralık ölçeğe dayalı olan MACBETH yönteminde tercih düzeyi en düşük olan seçeneğin sıfırlanması bir gerekliliktir. Ancak bu koşul kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaz. Aksi takdirde genel amaca yönelik tercihte en az

öneme sahip olan kriterin ağırlığı ‘‘0’’ olacaktır ki bu durum söz konusu kriterin etkili olmadığını gösterir. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kriterlerin ağırlıklarının belirlendiği doğrusal programlama modeline son kısıt dahil edilmez.

Son olarak bulunan seçenek puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle seçeneklere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlar ile seçenekler arasında bir sıralama yapmak ve en iyi tercihi belirlemek mümkündür (Yıldırım ve Önder, 2014).



5. UYGULAMA

5.1. Araştırma Yöntemi

Araştırma başlıkları kapsamında bütünleşik sektör uygulamasına yönelik tedarik zinciri performans ölçümünü sağlayacak kalitatif yargılar ile matematiksel modelin birlikte kullanıldığı bir çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüş bu bağlamda bir araştırma ve örnek uygulama geliştirilmiştir.

Araştırmanın ilerlemesinde temel olarak Gündoğan tarafından uygulanan yöntem benimsenmiş ve araştırmanın birinci adımında değerlendirme kriterleri belirlenmiştir (Gündoğan, 2018). Bir diğer yöntem, Nejatian çalışmasının aşamaları takip edilmiştir (Nejatian vd., 2018). İlk aşamada literatür tarama yapılarak çevik tedarik zincirleri için bir APG havuzu oluşturulmuştur. Ardından bu APG'ler kategorize edilmiştir.

5.2. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesinde, literatür taraması ile Sharifi ve Zhang tarafından belirlenen çeviklik etmenleri temel alınmıştır. Bu etmenler;

- Cevap verebilirlik (Responsiveness)
- Yetkinlik (Competency)
- Esneklik (Flexibility)
- Hız (Speed, Quickness) (Sharifi ve Zhang, 2001).

Ardından bu etmenlere uygun olarak belirlenen APG'ler farklı kaynaklardan yararlanılarak uygun şekilde kategorize edilmiştir (Sharifi ve Zhang 1999; Kuo ve Chen, 2008; Yusuf vd., 1999; Wu vd., 2011). Tablo 5.1 de, elde edilen APG'leri ve dahil oldukları boyutları göstermektedir.

Tablo 5.1. APG ve Boyutu.

Boyut	APG	KPI	Kaynak
Cevap Verebilirlik	Değişiklikleri algılama ve öngörme	Sensing, perceiving and anticipating changes	Sharifi and Zhang (1999)
	Sisteme etki ederek değişikliklere anında tepki	Immediate reaction to changes by effecting them into system	Sharifi and Zhang (1999)
	Değişiklikten kurtarma	Recovery from change	Sharifi and Zhang (1999)
	Üretim hedefi ile hammadde ihtiyaç yüzdesi	Percentage of raw material needs with production target	Hasibuan et al. (2018)
	Hammaddelerin teslim süresi	Lead time of raw materials	Hasibuan et al. (2018)
	Üretim hedeflerine ulaşmak için ürünlerin üretim zamanı	Time of manufacture of products to achieve production targets	Hasibuan et al. (2018)
	Ürünlerin zamanında teslimi	Timely delivery of products	Hasibuan et al. (2018)
Yetkinlik	Öğrenmeye yönelik bir organizasyonun kurulması	Establishment of a learning-oriented organization	Kuo and Chen, (2008)
	Stratejik vizyon	Strategic vision	Sharifi and Zhang (1999)
	Uygun teknoloji (sert ve yumuşak)	Appropriate technology (hard and soft)	Sharifi and Zhang (1999)
	Yeterli teknolojik yetenek	Sufficient technological ability	Sharifi and Zhang (1999)
	Ürün / hizmet kalitesi	Product/services quality	Sharifi and Zhang (1999)
	Maliyet etkinliği	Cost effectiveness	Sharifi and Zhang (1999)
	Yüksek oranda yeni ürün tanıtımı	High rate of new products introduction	Sharifi and Zhang (1999)

Tablo 5.1. (Devam) APG ve Boyutu.

	Değişim yönetimi	Change management	Sharifi and Zhang (1999)
	Bilgili, yetkin, güçlendirilmiş insanlar	Knowledgeable, competent, an empowered people	Sharifi and Zhang (1999)
	Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık)	Operations efficiency and effectiveness (leanness)	Sharifi and Zhang (1999)
	İç ve dış işbirliği	Cooperation internal and external	Sharifi and Zhang (1999)
	Bütünleşme	Integration	Sharifi and Zhang (1999)
	Çoklu girişim yetenekleri	Multi-venturing capabilities	Yusuf et al. (1999)
	Kopyalanması zor gelişmiş iş uygulamaları	Developed business practice difficult to copy	Yusuf et al. (1999)
Hız	Hızlı yeni ürünler pazara sunma süresi	Quick new products time to market	Sharifi and Zhang (1999)
	Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu	Products and services delivery quickness and timeliness	Sharifi and Zhang (1999)
	Hızlı çalışma süresi	Fast operation time	Sharifi and Zhang (1999)
Esneklik	Satış ve servis sisteminin esnekliği	Flexibility of sale and service system	Wu vd., (2011)
	Ürün hacmi esnekliği	Product volume flexibility	Sharifi and Zhang (1999)
	Ürün modeli / yapılandırma esnekliği	Product model/configuration flexibility	Sharifi and Zhang (1999)
	Organizasyon ve organizasyon sorunları esnekliği	Organization and organizational issues flexibility	Sharifi and Zhang (1999)
	İnsanların esnekliği	People flexibility	Sharifi and Zhang (1999)

5.3. Yöntemin Uygulanması

Uygulamanın amacı; organizasyonlarında çevik yaklaşımı benimseyen kendi sektöründe lider konumda bulunan 8 farklı şirketin tedarik zinciri çeviklik değerlendirilmesi ve kalitatif bir çok amaçlı karar verme tekniği olan MACBETH yöntemi ile alternatiflerin bulunduğu sektörlerin tedarik zinciri modelindeki çeviklik performansları karşılaştırılmış ve ön plana çıkan kriterler için değerlendirmeler yapılmıştır. Çeviklik unsuru altındaki alt kriterlerin sektör alternatifleri için değerlendirilmesi sürecinde çevik yönetim alanında uzman kişilerin görüşleri önem derecelerinin tayininde kullanılmış ve sonuçlarının değerlendirilerek göreceli kalitatif bir karar verme yöntemi olan MACBETH yardımıyla literatüre katkıda bulunulmuştur.

Karşılaştırma matrislerinin belirlenmesinde aşağıda belirtilen çevik danışmanlık alanında tecrübeli 4 uzmandan destek alınmıştır. Karar verici (KV1), Çevik dönüşüm alanında danışmanlık sektöründe 5 yıl deneyimli çeviklik danışmanı, KV2, Hizmet ve üretim sektöründe 10 yıllık tecrübeye sahip tedarik zinciri yöneticisi, KV3, Agile Turkey topluluğunda 5 yıl tecrübeli agile coach ve KV4, Çevik iş geliştirme ve dijital dönüşüm alanında junior danışmandır.

Uygulama için uzman görüşleri ile günümüzde çevikliği organizasyon yapılarına aktarmış olan farklı sektörlerdeki 8 şirket belirlenmiştir.Yöntem kantitatif gerçekleşen verilerin karşılaştırmasını içermediği için şirket isimleri paylaşılmamıştır.Sektör bazlı önem derecelerine göre kıyaslamalar ile performans analizi yapılmıştır.8 alternatif şirket;cevap verebilirlik,yetkinlik,hız,esneklik çevik kavramsal model kriterleri ve alt 29 alt performans değerlendirme kriteri bulunmasına rağmen, tedarik zinciri çevikliği ayırt edici ve belirleyici olacak en önemli 7 kritere göre değerlendirilmiştir.Çevik tedarik zinciri performans değerlendirmesinde belirlenen kriterler (APG'lere ait) değer ağacı ve tanımları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Değişiklikleri algılama ve öngörme: Değişimi tanımlama, proaktif ve hızlı şekilde değişime tepki verme yeteneği (Sharifi ve Zhang, 1999).

Öğrenmeye yönelik bir organizasyonun kurulması: İnovasyon kültürü ve öğrenme temelli organizasyon yeteneği (Kuo ve Chen, 2008).

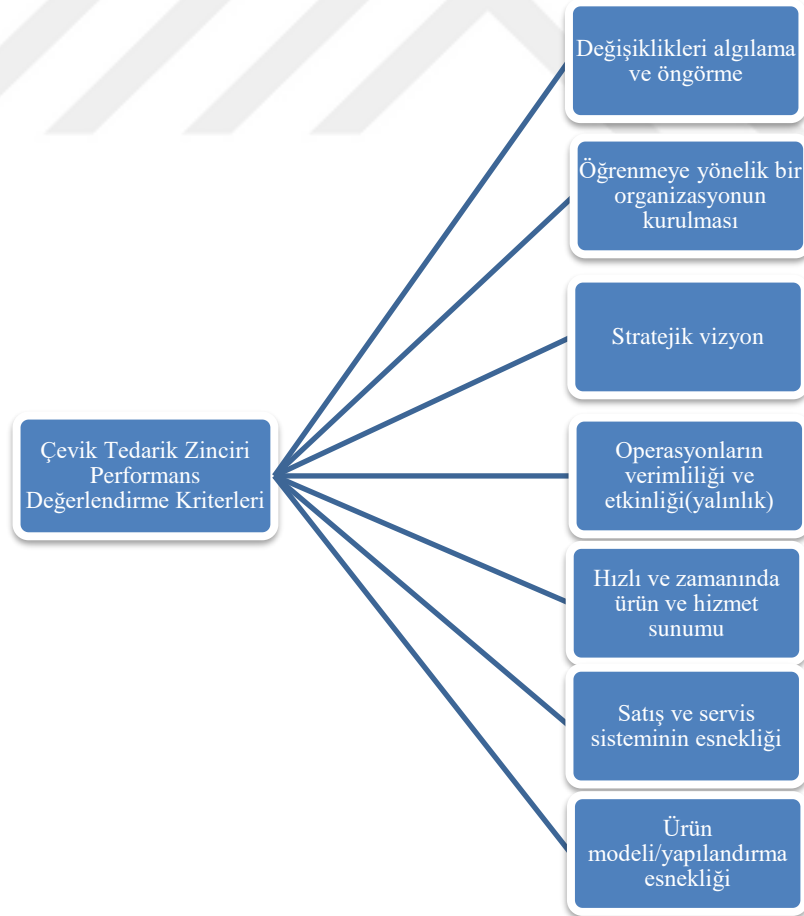
Stratejik vizyon: Geleceğe yönelik sistematik ve vizyoner hedefleri gösterir.

Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık): Faaliyetlerin amaç ve hedeflerine yönelik üretkenliği, verimliliği ve etkinliği sağlayan kapsamlı yetenekler bütünüdür.

Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu: Operasyonel süreçleri mümkün olan en kısa sürede yerine getirme yetenekleri bütünüdür.

Satış ve servis sisteminin esnekliği: Satış organizasyonu ve servis sistemindeki farklı hedeflere ulaşma becerisidir.

Ürün modeli /yapılandırma esnekliği: Farklı ürünleri işleyebilme, geliştirebilme ve sisteme entegre edebilme yetenekler bütünüdür.



Şekil 5.1. Çevik tedarik zinciri ölçümüne ilişkin değer ağacı.

MACBETH yöntemi adımları sırasıyla uygulanır.

Çeviklik etmenlerini yansıtan tedarik zinciri kavramsal modelindeki performans değerlendirme kriterleri; çevik danışman, koç, iş geliştirme danışmanı ve tedarik zinciri yöneticisi olmak üzere 4 uzman görüşü baz alınarak grup M-MACBETH paket programına her sektördeki şirketlerin çevik tedarik zinciri performansları değerlendirmesinde kullanılmakta olan 7 ana kriter girilmiş ve Şekil 5.1’de olduğu gibi değer ağacı oluşturulmuştur.

Kriterler için aşağıdaki kısaltmalar kullanılmıştır.

Değişiklikleri algılama ve öngörme (Kriter1-K1), öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması (K2), stratejik vizyon (K3), operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık) (K4), hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu (K5), satış ve servis sisteminin esnekliği (K6), ürün modeli/yapılandırma esnekliği (K7).

Değer ağacı oluşturulduktan sonra alternatif olarak belirlenen kendi sektörlerinde önde gelen 8 şirket ele alınmıştır. Bu şirketler buldukları sektörlerle göre Şekil 5.2’deki gibi isimlendirilmiştir. Alternatiflerin tanımlanmasının ardından performans düzeyleri tanımlaması yapılmıştır. 100 üst seviye, 0 ise alt seviye düzeyi olarak alınmıştır.




Şekil 5.2. Sektörlere ilişkin alternatif tercihler.

Karar vericiler biraraya getirilerek grup karar verme ile yöntemin gerektirdiği Tablo 4.2’deki Semantik ölçeğe göre kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılmış ve matris formunda gösterilmiştir.

Her bir kriter tercih çekiciliği en yüksek olandan en düşük olana doğru sıralanarak yazılmıştır. Ve her bir kriter bazında alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri aynı şekilde oluşturulmuştur. Oran ölçeği yöntemin önerdiği gibi en yüksek ölçek değeri olan 100 ile en düşük ölçek değeri 0 aralığı olarak alınmıştır. Her bir matrisin tutarlı yargıları içerdiği paket programda test edilmiştir.

Weighting (Overall)

	[K1]	[K6]	[K3]	[K4]	[K5]	[K7]	[K2]	[all lower]
[K1]	no	very weak	moderate	strong	strong	v. strong	extreme	positive
[K6]		no	very weak	vweak-weak	very weak	strong	strong	positive
[K3]			no	very weak	vweak-weak	moderate	moderate	positive
[K4]				no	very weak	weak	moderate	positive
[K5]					no	very weak	weak	positive
[K7]						no	very weak	positive
[K2]							no	positive
[all lower]								no

Consistent judgements



Şekil 5.3. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi.

Şekil 5.3'de olduğu gibi çevik tedarik zinciri performans ölçümünde belirleyici olacak tüm kriterlerin öncelik sıralaması ve semantik aralık ölçeğine göre M-MACBETH programı aracılığıyla oluşturulan karşılaştırma matrisleri sırasıyla gösterilmiştir. Şekil 5.4'de, K1 kriteri için tüm alternatif şirketlerin önem düzeyleri bazında semantik ölçeğe dayalı ikili karşılaştırma yargılarını içeren matris gösterilmiştir. Matrislerde önem düzeyi farklılığı olmayan karşılaştırmalar no difference (farklılık yok) olarak belirtilmiştir. Örneğin K1 için, (x1-x2), (x1-x3), (x2-x3), (x4-x5), (x4-x6), (x5-x6) karşılaştırmaları farklılık yok kabulüyle model çözülmüştür.

Değişiklikleri algılama ve öngörme

	upper	Bankacılık	Telekomünikasyon	E-ticaret	Perakende	Enerji	İlaç	Bilgi Teknolojileri	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	strg-extr	strg-vstr	strg-vstr	mod-strg	strong	mod-strg	mod-strg	mod-vstr	positive
Bankacılık	No difference	no	no	no	moderate	moderate	moderate	weak-mod	strg-extr	mod-strg
Telekomünikasyon		no	no	no	moderate	moderate	mod-strg	vweak-mod	strg-vstr	mod-strg
E-ticaret		no	no	no	weak-mod	weak-mod	moderate	vweak-mod	strg-vstr	mod-strg
Perakende					no	no	no	vweak-mod	vweak-mod	weak-mod
Enerji					no	no	no	weak-mod	moderate	moderate
İlaç					no	no	no	weak-mod	weak-mod	weak-mod
Bilgi Teknolojileri								no	mod-vstr	mod-strg
İK ve Danışmanlık									no	vweak-weak
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.4. Değişiklikleri algılama ve öngörme kriteri (K1) için karşılaştırma matrisi.

Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'daki M-MACBETH çıktısında, sırasıyla K2 ve K3 kriterleri için önem sıralamalarına göre alternatif şirketlerin ikili karşılaştırma yargıları ve tutarlılıklarının doğrulandığı gösterilmektedir. K2'ye ait matematiksel modelin optimal çözümü örnek olarak uygulamanın devamında yer almaktadır.

Öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması

	upper	Bilgi Teknolojileri	Telekomünikasyon	Bankacılık	İK ve Danışmanlık	Perakende	E-ticaret	Enerji	İlaç	lower
upper	no	strg-vstr	strg-vstr	mod-vstr	mod-vstr	mod-strg	mod-strg	mod-strg	mod-strg	positive
Bilgi Teknolojileri		no	very weak	vweak-weak	weak-mod	mod-strg	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr
Telekomünikasyon			no	very weak	weak-mod	mod-strg	mod-strg	strg-vstr	strg-vstr	mod-strg
Bankacılık				no	vweak-weak	weak-mod	weak-mod	mod-strg	mod-strg	mod-strg
İK ve Danışmanlık					no	very weak	vweak-weak	vweak-weak	vweak-weak	weak-mod
Perakende						no	very weak	vweak-weak	vweak-weak	weak-mod
E-ticaret							no	no	no	weak-mod
Enerji								no	no	weak-mod
İlaç									no	weak-mod
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.5. Öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması kriteri için karşılaştırma matrisi.

Stratejik vizyon

	upper	E-ticaret	Enerji	ilaç	Perakende	Bankacılık	Telekomünikasyon	Bilgi Teknolojileri	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	mod-strg	mod-strg	positive
E-ticaret		no	no	very weak	very weak	weak	weak	weak	moderate	mod-strg
Enerji		no	no	very weak	very weak	weak	weak	weak	moderate	mod-strg
ilaç				no	no	vweak-weak	weak-mod	weak-mod	weak	mod-strg
Perakende				no	no	weak-mod	vweak-weak	weak	weak-mod	weak-mod
Bankacılık						no	no	no	weak	weak-mod
Telekomünikasyon						no	no	no	weak	weak-mod
Bilgi Teknolojileri						no	no	no	weak	weak-mod
İK ve Danışmanlık									no	vweak-mod
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.6. Stratejik vizyon kriteri için karşılaştırma matrisi.

Aynı şekilde Şekil(5.7)–Şekil(5.10)’da sırasıyla K4, K5, K6 ve K7 kriterlerine ilişkin matrisler gösterilmiştir. M-MACBETH ekran görüntüsünde upper-lower göstergeleri ilgili alternatif için aralık ölçeğin kabul edilen en yüksek ve en düşük karşılığını ifade etmektedir. Bu satır ve sütunlar iki alternatifin ölçek aralıklarını en yüksek (güçlü-aşırı) ve en düşük (orta-güçlü) gibi aralıklarla kabulü desteklemektedir. Bu durum, uygulanan yöntemde grup karar vermeye dayalı ikili karşılaştırmalarda ortaya çıkan tercih seçeneklerine yönelik kararsızlık durumlarının ve tutarsızlık yargılarının aralık ölçekle üstesinden gelinmesi avantajını ortaya çıkarmaktadır.

Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık)

	upper	ilaç	E-ticaret	Perakende	Enerji	Bankacılık	Telekomünikasyon	Bilgi Teknolojileri	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	strg-extr	strg-extr	strg-extr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	mod-strg	mod-strg	positive
ilaç		no	no	very weak	vweak-weak	vweak-weak	weak	moderate	strg-vstr	mod-strg
E-ticaret		no	no	very weak	vweak-weak	weak	weak	moderate	strg-vstr	mod-strg
Perakende				no	weak	weak-mod	weak-mod	mod-strg	strg-vstr	strg-vstr
Enerji					no	no	weak	weak	mod-strg	mod-strg
Bankacılık					no	no	weak	weak-mod	strong	mod-strg
Telekomünikasyon							no	very weak	moderate	moderate
Bilgi Teknolojileri								no	weak	weak-mod
İK ve Danışmanlık									no	weak-mod
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.7. Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık) kriteri için karşılaştırma matrisi.

Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu

	upper	ilaç	Enerji	Perakende	E-ticaret	Bankacılık	Telekomünikasyon	Bilgi Teknolojileri	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	strg-extr	strg-extr	vstrg-extr	strg-extr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	strg-vstr	positive
ilaç		no	no	no	weak-mod	weak	moderate	moderate	strg-vstr	mod-strg
Enerji		no	no	no	weak-mod	weak-mod	moderate	moderate	strg-vstr	mod-vstr
Perakende		no	no	no	weak	weak-mod	moderate	mod-strg	strg-vstr	strong
E-ticaret					no	weak-mod	weak-mod	weak-mod	mod-strg	mod-strg
Bankacılık						no	very weak	very weak	moderate	mod-strg
Telekomünikasyon							no	no	weak	moderate
Bilgi Teknolojileri							no	no	weak	moderate
İK ve Danışmanlık									no	moderate
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.8. Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu kriteri için karşılaştırma matrisi.

MACBETH çıktısı verilen tüm kalitatif yargılara dayanan ikili karşılaştırmaların tutarlılığı consistent judgements (tutarlı yargılar) ibaresiyle birlikte doğrulanmıştır. Çeviklik performans ölçümü için daha sonra hesaplaması gösterilecek olan 2. en büyük ağırlığa sahip olan K6 için aralık ölçeği ile tüm alternatif karşılaştırmaları Şekil 5.9'daki gibi modele dahil edilmiştir.

Satış ve servis sisteminin esnekliği

	upper	E-ticaret	Perakende	ilaç	Bilgi Teknolojileri	Enerji	Telekomünikasyon	Bankacılık	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	vstrg-extr	vstrg-extr	strg-extr	mod-vstr	mod-vstr	mod-vstr	mod-vstr	strg-vstr	positive
E-ticaret		no	very weak	vweak-weak	vweak-weak	vweak-weak	vweak-weak	weak-mod	mod-strg	mod-strg
Perakende			no	weak	vweak-weak	weak-mod	weak-mod	moderate	mod-strg	mod-strg
ilaç				no	weak-mod	weak-mod	weak-mod	moderate	mod-strg	mod-vstr
Bilgi Teknolojileri					no	very weak	very weak	vweak-weak	mod-strg	mod-strg
Enerji						no	vweak-mod	weak-mod	mod-strg	mod-strg
Telekomünikasyon							no	vweak-weak	moderate	mod-strg
Bankacılık								no	mod-strg	mod-strg
İK ve Danışmanlık									no	moderate
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.9. Satış ve servis sisteminin esnekliği kriteri için karşılaştırma matrisi.

Ürün modeli/yapılandırma esnekliği

	upper	telekominikasyon	E-ticaret	Perakende	ilaç	Enerji	bankacılık	Bilgi Teknolojileri	İK ve Danışmanlık	lower
upper	no	vstrg-extr	vstrg-extr	vstrg-extr	vstrg-extr	strg-vstr	v. strong	strg-vstr	mod-vstr	positive
telekominikasyon		no	very weak	very weak	vweak-weak	vweak-weak	weak-mod	weak-str	strg-vstr	mod-strg
E-ticaret			no	very weak	vweak-weak	weak	weak-mod	weak-mod	mod-strg	mod-strg
Perakende				no	vweak-weak	weak-mod	weak-mod	weak-mod	mod-strg	mod-strg
ilaç					no	weak-mod	mod-strg	mod-strg	strong	mod-strg
Enerji						no	moderate	mod-strg	strong	mod-strg
bankacılık							no	weak-mod	mod-strg	moderate
Bilgi Teknolojileri								no	mod-strg	moderate
İK ve Danışmanlık									no	moderate
lower										no

Consistent judgements

Şekil 5.10. Ürün modeli/yapılandırma esnekliği kriteri için karşılaştırma matrisi.

Tutarlılığı doğrulanan yargılar doğrusal programlama modeli yardımıyla sayısal olarak ölçeklendirilmiştir. GAMS programı yardımıyla doğrusal programlar çözülmüş ve her bir alternatifin 7 kriterle göre tercih edilme puanları hesaplanmıştır. Örnek olarak Öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması (Kriter 2-K2)'nin tercih edilme puanı hesabı Ek-A'da gösterilmiştir.

Burada daha öncede belirtildiği üzere iki tür kısıt vardır: Ordinal koşullar ve semantik koşullar. Ordinal koşullar koşullar belirlenen kriterlerin tercih sıralarının doğruluğunu sağlarken semantik koşullar tercih düzeylerinin uygun olmasını sağlamaktadır. Doğrusal programının GAMS çözümü ekran çıktısı Şekil 5.11'de gösterilmiştir.

```

GAMS Studio
File Edit GAMS MIRO Tools View Help
Welcome | kriter2.gms* | kriter2.lst
Compilation
Equation Listing SOLVE kriter1 Using LP From line 388
Equation
---- EQU semantik~ 2.0000 4.0000 +INF .
---- EQU semantik~ 3.0000 6.0000 +INF .
---- EQU semantik~ -INF -2.0000 -1.0000 .
Column Listing SOLVE kriter1 Using LP From line 388
Column
---- EQU semantik~ . . +INF 1.0000
---- EQU semantik~ . . +INF .
---- EQU semantik~ 1.0000 1.0000 +INF .
---- EQU semantik~ . 1.0000 +INF .
---- EQU semantik~ . 1.0000 +INF .
---- EQU sifirlama~ . . . .
SolEQ
SolVAR
x1
x2
x3
x4
x5
x6
x7
x8
z
-----
VAR x1 . 6.0000 +INF .
VAR x2 . 7.0000 +INF .
VAR x3 . . +INF .
VAR x4 . 2.0000 +INF .
VAR x5 . . +INF 1.0000
VAR x6 . . +INF EPS
VAR x7 . 9.0000 +INF .
VAR x8 . 3.0000 +INF .
VAR z -INF 9.0000 +INF .

**** REPORT SUMMARY :
0 NONOPT
0 INFEASIBLE
0 UNBOUNDED

EXECUTION TIME = 0.078 SECONDS 3 MB 34.3.0 rac355f3 WEX-WEI
    
```

Şekil 5.11. K2 kriteri için tercih edilme düzeylerini gösteren GAMS Studio çıktısı.

Sonuç olarak Şekil 5.11'e göre $x_1=6$, $x_2=7$, $x_3=0$, $x_4=2$, $x_5=0$, $x_6=0$, $x_7=9$, $x_8=3$ bulunmuştur. Bu puanlar en büyük değer 100 olacak şekilde genişletilerek Tablo 5.2'deki gibi tercih edilme puanları yazılır.

Tablo 5.2. K2 kriteri için alternatif tercih edilme puanları

Karar Değişkeni	Tercih alternatifi	Tercih edilme puanı
X1	Bankacılık	66,67
X2	Telekomünikasyon	77,78
X3	E-ticaret	0
X4	Perakende	22,22
X5	Enerji	0
X6	İlaç	0
X7	Bilgi teknolojileri ve iletişim	100
X8	İK ve danışmanlık	33,33

Diğer kriterlerin tercih edilme puanları da aynı şekilde hesaplandıktan sonra Tablo 5.3 de gösterilen sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçların yüzde olarak gösterimi Tablo 5.4 de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Tüm kriterlerin tercih edilme puanları.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Bankacılık (A1)	7	6	3	9	5	3	8
Telekomünikasyon (A2)	6	7	4	6	3	5	12
E-ticaret (A3)	5	0	8	11	6	5	11
Perakende (A4)	2	2	9	12	8	8	11
Enerji (A5)	3	0	7	9	9	6	11
İlaç (A6)	1	0	10	10	9	9	13
Bilgi teknolojileri ve iletişim (A7)	4	9	4	4	3	6	6
İnsan kaynakları ve danışmanlık (A8)	0	3	0	0	0	0	0

Tablo 5.4. Tüm kriterlerin tercih edilme puanları yüzdesel gösterimi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Bankacılık (A1)	100	66,7	30	75	55,56	33,33	61,54
Telekomünikasyon (A2)	85,71	77,8	40	50	33,33	55,56	92,31
E-ticaret (A3)	71,43	0	80	91,67	66,67	55,56	84,62
Perakende (A4)	28,57	22,2	90	100	88,89	88,89	84,62
Enerji (A5)	42,86	0	70	75	100	66,67	84,62
İlaç (A6)	14,29	0	100	83,33	100	100	100
Bilgi teknolojileri ve iletişim (A7)	57,14	100	40	33,33	33,33	66,67	46,15
İnsan kaynakları ve danışmanlık (A8)	0	33,3	0	0	0	0	0

Şekil 5.3'deki kriterlerin ikili karşılaştırma yargıları kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Adım 5'deki doğrusal programlama modeli kriter ağırlıkları hesaplanırken de aynı şekilde uygulanmıştır. Kriter bazlı alternatif matrislerinde kriterlerin sonuncusu sıfır değeri alırken Adım 6'daki doğrusal programlama modelinde ise sonuncu kriter $x_2=1$ olarak hesaplanmıştır. Sonuncu kriterin de hesaplamaya dahil edilmesi gerektiği için sıfır olarak hesaplamaya dahil edilmemiştir.

```

GAMS Studio
File Edit GAMS MIRO Tools View Help
Welcome | kriter ağırlık.gms | kriter ağırlık.lst
Compilation
Equation Listing SOLVE kriter1 Using LP From line 271
> Equation
Column Listing SOLVE kriter1 Using LP From line 271
> Column
Model Statistics SOLVE kriter1 Using LP From line 271
Solution Report SOLVE kriter1 Using LP From line 271
> SolEQU
v SolVAR
x1
x2
x3
x4
x5
x6
x7
z
---- EQU semantikk~ . 1.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ 1.0000 2.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ 2.0000 5.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ 2.0000 6.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ . . +INF .
---- EQU semantikk~ 1.0000 3.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ 2.0000 4.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ . 2.0000 +INF .
---- EQU semantikk~ . 3.0000 +INF .
---- EQU sıfırlama~ 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000
LOWER LEVEL UPPER MARGINAL
---- VAR x1 . 15.0000 +INF .
---- VAR x2 . 1.0000 +INF .
---- VAR x3 . 8.0000 +INF .
---- VAR x4 . 6.0000 +INF .
---- VAR x5 . 5.0000 +INF .
---- VAR x6 . 10.0000 +INF .
---- VAR x7 . 2.0000 +INF .
---- VAR z -INF 15.0000 +INF .

**** REPORT SUMMARY :      0  NONOPT
                          0  INFEASIBLE
                          0  UNBOUNDED

EXECUTION TIME = 0.109 SECONDS 3 MB 34.3.0 rac355f3 WEX-WEI

```

Şekil 5.12. Kriter ağırlıkları GAMS Studio çıktısı.

Hesaplama sonucu Şekil 5.12 de ve kriterlerin toplamı 1'e eşit olacak şekilde oran karşılıkları Tablo 5.5 de gösterildiği gibi elde edilmiştir. Kriter ağırlıkları bulunurken oluşturulan matematiksel model Ek-B'de gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Kriter ağırlıklarının oran karşılıkları.

Kriterler	Kriter Ağırlıkları	Oran Karşılıkları
K1	15	0,319
K2	1	0,021
K3	8	0,170
K4	6	0,128
K5	5	0,106
K6	10	0,213
K7	2	0,043

Alternatif ve kriterlerin ağırlıkları matris olarak çarpılarak toplam alternatif puanlarına ulaşılır. En yüksek toplam puana sahip alternatif, çevik tedarik zinciri performans değerlendirmesi kavramsal modelinden yola çıkarak en yüksek performans düzeyine sahip alternatif olarak kabul edilir ve diğer tüm sektör alternatiflerinin uygulamaya dahil edilen yöntemlere göre değerlendirme sırası Tablo 5.6'daki gibi elde edilmiş olur.

Tablo 5.6. Sektördeki alternatiflerin aldığı genel puanlar.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	TOPLAM
(A1)	100	66,7	30	75	55,56	33,33	61,54	63,636
(A2)	85,71	77,8	40	50	33,33	55,56	92,31	61,512
(A3)	71,43	0	80	91,67	66,67	55,56	84,62	70,660
(A4)	28,57	22,2	90	100	88,89	88,89	84,62	69,675
(A5)	42,86	0	70	75	100	66,67	84,62	63,612
(A6)	14,29	0	100	83,33	100	100	100	68,425
(A7)	57,14	100	40	33,33	33,33	66,67	46,15	51,112
(A8)	0	33,3	0	0	0	0	0	0,699
Ağırlıklar	0,319	0,021	0,170	0,128	0,106	0,213	0,043	

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde operasyonel süreçlerin bulunduğu bütün sektörlerde tedarik zincirinin etkin ve çevik bir yapıda yönetilmesi oldukça önemlidir. Çeviklik kavramını organizasyonlarında uygulayarak dinamik iş ortamına ayak uydurmaya çalışan şirketler değer kazanmaktadır. Literatürde tedarik zinciri performans ölçümü ile ilgili çeşitli analiz, uygulama çalışmalarının ve MACBETH yönteminin çok kriterli problemlerinin farklı çalışmalarda yer aldığı fakat tedarik zincirindeki çeviklik üzerinde bulanık mantığa dayalı bir yöntem olan bütünleşik bir uygulama olan bu çalışma ile çeviklik performans ölçümünün alternatif sıralama veya tercih problemlerinde nasıl kullanılabileceği gösterilmektedir. Bu nedenle bu uygulama çalışması güncel anahtar performans kriterleri ile çeviklik ölçümünü tedarik zincirleri modeline uygulayarak literatüre destek amacındadır.

MACBETH tekniği ise anlamsal yargılara dayalı çoklu seçim, sıralama problemlerinde farklı uygulama çalışmalarıyla yer almaktadır. Yalınlık kavramının ötesinde çeviklik anlayışının özellikle MACBETH yönteminin bulanık mantık içeren yapısı ve çevikliğin tedarik zincirlerindeki bütünsel yapıyla örtüşmesi bu yaklaşımın kapsamlı ve güncel bir çözüm yaklaşımını ortaya çıkarmıştır. Çok kritere bağlı ölçümü yapılamayan kalitatif yargıların karar vericilerin değerlendirmelerine bağlı şekilde doğrusal programlama ile kabul görür araştırma sonucuna dönüşü ve günümüz popüler organizasyon yapılarında metodun performans ölçümlerinde kullanılabilir olduğu görülmektedir.

Her şirketin çeviklik algısına göre literatürdeki tedarik zinciri kavramsal modellerinde de görüldüğü gibi oldukça fazla anahtar performans göstergesi yer almaktadır. Çalışmada tedarik zinciri performans ölçümünde kullanılan literatürdeki tüm ölçütler üzerinden KPI havuzu oluşturulmuş ve uygulama çalışmasında uzman karar vericiler tarafından ölçümde belirleyici olacak en önemli 7 kriter belirlenmiştir. MACBETH yönteminin mevcut 8 alternatif sektör şirketine uygulaması ile sayısal

sonuçlar sıralanmış ve kalitatif yargıların kantitatif bir yöntemle kullanıldığı evik performansın tedarik zincirlerine uygulaması yapılmıştır.

Uygulama sonucunda ilk 3 önemli kriter sıralaması; 0,319 ağırlıklı değişiklikleri algılama ve öngörme, 0,213 ağırlıklı satış ve servis sisteminin esnekliği ve 0,170 ağırlıklı stratejik vizyon olarak gerçekleşmiştir.

Alternatif tercih sıralamasının ise; E-ticaret (A3) > Perakende (A4) > İlaç (A6) > Bankacılık (A1) > Enerji (A5) > Telekomünikasyon (A2) > Bilgi teknolojileri ve iletişim (A7) > İnsan kaynakları ve danışmanlık (A8) olduğu görülmektedir.

Gelecekte ele alınan alternatif örneklem büyüklüğünün artırıldığı, karar verici değerlendirmelerinin ayrı ayrı ele alındığı ve bütünleşik çok amaçlı karar verme yöntemlerinin kullanıldığı ölçüm uygulamaları günümüzün çok değerşenli problemlerinin anlamlılık düzeyini artırabilir.

KAYNAKLAR

Agahanov A., Tedarik Zinciri Yönetiminde Scor Modeli ve Scorcard Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007, 201055.

Agarwal A., Shankar R., Tiwari M.K., Modeling Agility of Supply Chain. *Industrial Marketing Management*, 2007, **36**(4), 443-457.

Ahn H.J., Vossen G. and Lee H., Rethinking XML-Enabled Agile Supply Chains. *International Journal Of Information Management*, 2012, **32**(1), 17-23.

Akkawuttiwanich P., Yenradee P., Fuzzy Qfd Approach for Managing Scor Performance Indicators. *Computers & Industrial Engineering*, Ağustos 2018, **122**, 189-201.

Akkaya B., Tabak A., Örgütsel Çeviklik Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması, *İş ve İnsan Dergisi, The Journal Of Human and Work*, 2018, **5**(2), 185-206.

Aktan H.E., Ürün-Tedarik Zinciri Stratejilerinin Eşleştirilmesi ve Hibrit Tedarik Zinciri Stratejisinde Sipariş Kesişim Noktasının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, 2014, 363411.

Arsu T, Ayçin E., BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi, *20. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu EYİ 2020 Özel Sayısı*, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, 2020, **22**(1), 156-178.

Avelar-Sosa L., García-Alcaraz J.L., Maldonado-Macías A.A., *Evaluation of Supply Chain Performance: A Manufacturing Industry Approach*, Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 2019.

Ayçin E., Özveri O., Bulanık Modelleme İle Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2015, **17**(1), 51-60.

Baker P., The Design and Operation of Distribution Centres Within Agile Supply Chains, *International Journal of Production Economics*, 2008, **111**(1), 27-41.

Bana E Costa C.A., Chagas M.P., A Career Choice Problem: An Example of How to Use Macbeth to Build a Quantitative Value Model Based on Qualitative Value Judgements, *European Journal of Operational Research*, 2004, **153**(2), 323-331.

Bana E Costa, C.A., De Corte, J.M., Vansnick, J.C., Macbeth, *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 2012, **11**(2), 359-387.

Baramichai M., Zimmers E.W., Marangos C.A., Agile Supply Chain Transformation Matrix: An İntegrated Tool for Creating an Agile Enterprise, *Supply Chain Management: An International Journal*, 2007, **12**(5), 334–338.

Başkaya Z., Akar C., Ürün Alternatifi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci: Tekstil İşletmesi Örneği, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005, **5**(1), 273-286.

Bauer K., KPIs-The Metrics That Drive Performance Management, *DM Review*, 2004, **14**(9), 63-64.

Beamon M.B., Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods, *International Journal of Production Economics*, 1998, **55**(3), 281-294.

Belton V., Stewart T., *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*, First Printing, Kluwer Academic Publishers, USA, 2002.

Blome C., Schoenherr T., Rexhausen D., Antecedents and Enablers of Supply Chain Agility and Its Effect on Performance: A Dynamic Capabilities Perspective. *International Journal of Production Research*, 2013, **51**(4), 1295-1318.

Boyacıoğulları H.S., Tedarik Zinciri Operasyonları Çevikliğinin Satınalmaya Etkisi: İstanbul İli B2B İşletmelerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2018, 550575.

Bottani E., A Fuzzy QFD Approach to Achieve Agility, *International Journal of Production Economics*, 2009, **119**(2), 380-391.

Bottani E., Profile and Enablers of Agile Companies: An Empirical Investigation, *International Journal of Production Economics*, 2010, **125**(2), 251-261.

Braunscheidel M.J., Suresh N.C., The Organizational Antecedents of a Firm's Supply Chain Agility for Risk Mitigation and Response, *Journal of Operations Management*, 2009, **27**(2), 119-140.

Burgess T.F., Making The Leap to Agility: Defining and Achieving Agile Manufacturing through Business Process Redesign and Business Network Redesign. *International Journal of Operations & Production Management*, 1994, **23**(7), 707–730.

Carvalho H., Azevedo S.G., Cruz-Machado V., Agile and Resilient Approaches to Supply Chain Management: Influence on Performance and Competitiveness. *Logistics Research*, 2012, **4**(1), 49-62.

Cevizci Karataş D., Kayacan O., Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2019, **21**(62), 331-344.

Chan S.T.F., Performance Measurement in a Supply Chain, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2003, **21**(7), 534-548.

Chen I.J., Paulraj A., Understanding Supply Chain Management: Critical Research and a Theoretical Framework, *International Journal of Production Research*, 2004, **42**(1), 131-163.

Cheng K., Pan P.Y., Harrison D.K., The Internet as a Tool with Application to Agile Manufacturing: A Web-Based Engineering Approach and Its Implementation Issues, *International Journal of Production Research*, 2000, **38**(12), 2743-2759.

Chopra S., Meindl P., *Supply Chain Management: Strategic, Planning and Operations*, 3rd. Edition, Pearson Education Inc., New York, 2007.

Christopher M., Towill D., An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000, **31**(4), 235-46.

Christopher M., The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets, *Industrial Marketing Management*, 2000, **29**(1), 37-44.

Çemberci M., Tedarik Zinciri Yönetimi Performansının Göstergeleri ve Firma Performansı Üzerine Etkileri: Kavramsal Model Önerisi, Doktora Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 2011, 280822.

Çetinkaya E., Bilgi Teknolojilerinin Yönetim Uygulamalarının İşletmelerin Anahtar Performans Göstergelerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ufuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2017, 456583.

Dağdeviren M., Dönmez N., Kurt M., Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2006, **21**(2), 247-255.

Dalgakıran A.B., Üretim İşletmelerinde Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımı Sorunları ve Çözüm Önerileri: Örnek Uygulama Mobilya Sanayi, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2016, 443630.

Demirer E.B., Tedarik Zinciri Yönetiminde Performans Ölçümü; Balanced Scorecard Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010, 264062.

Diñç S., Yerel Yönetimlerde Performans Ölçümü: Afyonkarahisar Belediyesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon, 2006, 187161.

Dove R., Agile and Otherwise, A Series of Article and Agile Manufacturing, *Production Management*, 1996.

Eckerson W., Performance Management Strategies: How to Create and Deploy Effective Metrics, Tdwi Best Practices Report, Retrieved from <https://tdwi.org/RESEARCH/2009/01/BPR-1Q-PERFORMANCE-MANAGEMENT-STRATEGIES.ASPX> (Ziyaret Tarihi:5 Mayıs 2020).

Elgazzar S., Tipi N., Jones G., Key Characteristics for Designing a Supply Chain Performance Measurement System, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2019, **68**(2), 296-318.

Elmuti D., Minnis W., Abebe M., Longitudinal Assessment of an Integrated Industrial Supply Chain, *Supply Chain Management: An International Journal*, 2008, **13**(2), 151–159.

Ercan E., Kundakçı N., Bir Tekstil İşletmesi İçin Desen Programı Seçiminde Aras Ve Ocra Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2017, **19**(1), 83-105.

Erdoğan Ş., Araş H., Koç E., Grup Karar Verme İle Analitik Ağ Süreci (Anp) Kullanılarak Türkiye'de Konut Isıtması İçin Alternatif Yakıtların Değerlendirilmesi, *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri*, 2006, **10**(3), 269-279.

Eshlaghy T., Rajabzadeh A., Nikoomaram G.H., Zandhessami H., Process Based Agile Supply Chain Model, *Contemporary Engineering Sciences*, 2009, **3**, 117 – 138.

FinPa New Media, *Key Performance Indicators*, FinPa New Media, Melbourne, 2009.

Fisher M., What is the Right Supply Chain for Your Product?, *Harvard Business Review*, 1997, **75**(2), 105-117.

Ganga G.M.D., Carpinetti L.C.R., A Fuzzy Logic Approach to Supply Chain Performance Management, *International Journal of Production Economics*, 2011, **134**(1), 177–187.

Ganguly A, Nilchiani R, Farr J.V., Evaluating Agility in Corporate Enterprises. *International Journal of Production Economics*, 2009, **118**(2), 410-423.

Gehani R.R., Time-Based Management of Technology: A Taxonomic Integration of Tactical and Strategic Roles, *International Journal of Operations & Production Management*, 1995, **15**(2), 19–35.

Genç R., *Çağımızın Mesleği Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Yöntem ve Kavramları*, 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara, 2012.

Gligor D.M., Holcomb M.C., Antecedents and Consequences of Supply Chain Agility: Establishing the Link to Firm Performance, *Journal of Business Logistics*, 2012, **33**(4), 295-308.

Gligor D.M., Holcomb M.C., Feizabadi J., An Exploration of the Strategic Antecedents of Firm Supply Chain Agility: The Role of a Firm's Orientations, *International Journal of Production Economics*, 2016, **179**(C), 24-34.

Gligor D.M., Holcomb M.C., Stank T.P., Multidisciplinary Approach to Supply Chain Agility: Conceptualization and Scale Development, *Journal of Business Logistics*, 2013, **34**(2), 94-108.

Gunasekaran A., Agile Manufacturing: Enablers and an Implementation Framework. *International Journal of Production Research*, 1998, **36**(5), 1223-1247.

Gunasekaran A., Ngai E.W.T., Information Systems in Supply Chain Integration and Management, *European Journal of Operational Research*, 2004, **159**(2), 269–295.

Gunasekaran A., Lai K., Cheng T.C.E., Responsive Supply Chain: A Competitive Strategy in a Networked Economy, *Omega*, 2008, **36**(4), 549-564.

Güler G., Çok Kriterli Karar Verme ile Finansal Performans Analizi Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 2019, 580312.

Gündoğan T., Güner S., Tedarikçi Çevikliğinin Ölçülmesine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi: Otomotiv Sektörü Uygulaması, *İşletme Bilimi Dergisi*, 2018, **6**(1), 1-26.

Gürsoy Ö., Üretim Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi ve SCOR (Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli) Modelinin Farkındalık Düzeyi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2013, 344717.

Hasibuan A., Arfah M., Parinduri L., Performance Analysis of Supply Chain Management with Supply Chain Operation Reference Model, *In Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, DOI: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1007/1/012029/pdf*.

Hoque Z., Linking Environmental Uncertainty to Non-Financial Performance Measures and Performance: A Research Note, *The British Accounting Review*, 2005, **37**(4), 471-481.

Holmberg S., Systems Thinking in Supply Chain Measurements, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000, **30**(10), 847-868.

Iskanius P., An Agile Supply Chain for a Project-Oriented Steel Product Network, Phd Thesis, University of Oulu, Faculty of Technology, Oulu, Finland, 2006.

Jain V., Benyoucef L., Deshmukh S.G., A New Approach for Evaluating Agility in Supply Chains Using Fuzzy Association Rules Mining, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2008, **21**(3), 367-385.

Jin-Hai L., Anderson A.R., Harrison R.T., The Evaluation of Agile Manufacturing, *Business Process Management*, 2003, **9**(2), 170-189.

Kaplan Robert S., Norton David P., Linking the Balanced Scorecard to Strategy, *California Management Review*, 1996, **39**(1), 53-79.

Karabıçak Çağın., Boyacı A.İ., Kocabaş Akay M., Özcan B., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Karayolu Şantiye Yeri Seçimine İlişkin Bir Uygulama, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2016, **13**(3), 106-121.

Karande P., Chakraborty S., Using MACBETH Method for Supplier Selection in Manufacturing Environment, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2013, **4**(2), 259-279.

Karande P., Chakraborty S., A Facility Layout Selection Model Using MACBETH Method, *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Bali, Indonesia, (January 7-9) 2014.

Karasu F.I., Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı ve İşleyişi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2006, 191846.

Kasap G., Peker D., Çevik Üretim: Otomotiv Ana Sanayinde Faaliyet Gösteren Bir İşletmenin Çevikliğinin Ortaya Konmasına Yönelik Bir Araştırma, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 2009, **8**(27), 57-78.

Kibar Akad A., Agile Kullanımı, <https://www.fonksiyon360.com/tr/blog/310-agile-kullanimi> (Ziyaret Tarihi: 5 Mayıs 2020).

Kidd P.T., *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*, 1. Edition, Addition-Wesley, England, 1994.

Kumar P.P, Routroy S., Performance Analysis of Agile Manufacturing: A Case Study on an Indian Auto Component Manufacturer, *Measuring Business Excellence*, 2017, **21**(2), 117-135.

Kundakçı N., Işık A.T., Integration of Macbeth and Copras Methods to Select Air Compressor for a Textile Company, *Decision Science Letters*, 2016, **5**(3), 381-394.

Kundakçı N., Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based on MACBETH and Multi-MOORA Methods, *Alphanumeric Journal*, DOI: <https://doi.org/10.17093/aj.2016.4.1.5000178402>.

Kuo Y.F., Chen P.C., Constructing Performance Appraisal Indicators for Mobility of The Service Industries Using Fuzzy Delphi Method, *Expert Systems with Applications*, 2008, **35**(4), 1930-1939.

Küçük O., *Stok Yönetimi: Ampirik Bir Yaklaşım*, 2. Baskı, Seçkin Yayınları, Ankara, 2011.

Lee H.L., Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties, *California Management Review*, 2002, **44**(3), 105-119.

- Li P., Zhang L., Dai L., Zou Y., Li X., An Assessment Method of Operator's Situation Awareness Reliability Based On Fuzzy Logic-AHP, *Safety Science*, Kasım 2019, **119**, 330-343.
- Lin C.T, Chiu H., Tseng Y.H., Agility Index in the Supply Chain, *International Journal of Production Economics*, 2006, **100**(2), 285-299.
- Liu H.T., The Extension of Fuzzy QFD: From Product Planning to Part Deployment. *Expert Systems with Applications*, 2009, **36**(8), 11131-11144.
- Lohman C., Fortun L., Wouters M., Designing a Performance Measurement System: A Case Study, *European Journal of Operational Research*, 2004, **156**(2), 267-286.
- Luo X., Wu C., Rosenberg D., Barnes D., Supplier Selection in Agile Supply Chains: An Information-Processing Model and an Illustration, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2009, **15**(4), 249-262.
- Marr B., Parry S., Performance Management in Call Centers: Lessons, Pitfalls and Achievements in Fujitsu Services, *Measuring Business Excellence*, 2004, **8**(4), 55-62.
- Marr B., *Key Performance Indicators (KPI): The 75 Measures Every Manager Needs To Know*, Pearson, UK., 2012.
- Maskell B., The Age of Agile Manufacturing, *Supply Chain Management: An International Journal*, 2001, **6**(1), 5-11.
- Matson K., Teachers Perspectives on How They Learn Mathematical Modeling, Unpublished Doctoral Dissertation, George Mason University, Virginia, 2018.
- Mccormack K., Laderia M.B., Oliviera M.P., Supply Chain Maturity and Performance in Brazil, *Supply Chain Management: International Journal*, 2008, **13**(4), 272-282.
- Mehralian G., Zarenezhad F., Rajabzadeh G.A., Developing a Model for an Agile Supply Chain in Pharmaceutical Industry, *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, 2015, **9**(1), 74-91.
- Metz J.P., Demystifying Supply Chain Management, *Supply Chain Management Review*, 1998, **1**(4), 46-55.
- Mohanty R.P., Deshmukh S.G., Evolution of a Decision Support System for Human Resource Planning in a Petroleum Company, *International Journal of Production Economics*, 1997, **51**(3), 251-261.
- Montignac F., Noirot I., Chaudourne S., Multi-Criteria Evaluation of On-Board Hydrogen Storage Technologies Using the Macbeth Approach, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2009, **34**(10), 4561-4568.

Morgan R.E., Business Agility and Internal Marketing, *European Business Review*, 2004, **16**(5), 464-472.

Neely A., Gregory M., Platts K., Performance Measurement System Design: A Literature Review and Research Agenda, *International Journal of Operations & Production Management*, 1995, **15**(4), 80.

Nejatian M., Zarei M.H., Moving Towards Organizational Agility: Are We Improving in the Right Direction?, *Global Journal of Flexible Systems Management*, 2013, **14**(4), 241-253.

Nejatian M., Zarei M.H., Nejati M., Zanjirchi S.M., A Hybrid Approach to Achieve Organizational Agility: An Empirical Study of a Food Company, *Benchmarking: An International Journal*, 2018, **25**(1), 201-234.

Özdağoğlu A., Yılmaz K., Keleş M., Evaluation of Machine Selection Criteria with MACBETH Method in a Ginnery Factory, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2020, **37**, 26-37.

Özçelik H., Kandemir B., BIST'de İşlem Gören Turizm İşletmelerinin TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi, *Balıkesir University the Journal of Social Sciences Institute*, DOI: <https://doi.org/10.31795/Baunsobed.645449>.

Parmenter D., *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*, 3. Edition, Wiley, USA, 2015.

Poyraz P., Tedarik Zinciri Risk Yönetiminde Süreç Aşamalı Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Hata Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük, 2021, 667306.

Prater E., Biehl M., Smith M.E., International Supply Chain Agility Tradeoffs Between Flexibility and Uncertainty, *International Journal of Operations & Production Management*, 2001, **21**(5-6), 823-839.

Prince J., Kay J.M., Combining Lean and Agile Characteristics: Creation of Virtual Groups by Enhanced Production Flow Analysis, *International Journal of Production Economics*, 2003, **85**(3), 305-318.

Punniyamoorthy M., Ponnusamy M., Lakshmi G., A Combined Application of Structural Equation Modeling (Sem) and Analytic Hierarchy Process (Ahp) in Supplier Selection, *Benchmarking: An International Journal*, 2012, **19**(1), 70 – 92.

Rainey H.G., *Understanding and Managing Public Organizations*, 4th edition, John Wiley & Sons, USA, 2009.

Ren J., Yusuf Y., Burns D., A Prototype of Measurement System for Agile Enterprise, *Quality Management & Technology*, 2000, **5**(4), 304–316.

- Ren J., Yusuf, Y. Y., Burns N.D., The Effects of Agile Attributes on Competitive Priorities: A Neural Network Approach, *Integrated Manufacturing Systems*, 2003, **14**(6), 489–497.
- Ribeiro L., Barata J., Colombo A., Supporting Agile Supply Chains Using a Service-Oriented Shop Floor, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2009, **22**(6), 950-960.
- Rigby C., Day M., Forrester P., Burnett J., Agile Supply: Rethinking Systems Thinking, Systems Practice, *International Journal of Agile Management Systems*, 2000, **2**(3), 178-186.
- Ross F.D., *Competing Through Supply Chain Management: Creating Market – Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships*, Third Printing, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2000.
- Routroy S., Shankar A., Performance Analysis of Agile Supply Chain, *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 2015, **29**(3-4), 180-210.
- Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- Saaty T.L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytical Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburg, 1994.
- Saaty T.L., *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*, Rws Publications, Pittsburgh, 1996.
- Sekman M., Utku A., *Çevik Şirketler: Kurumsal Ataleti Yenmek*, 6. Baskı, Alfa Yayınları, İstanbul, 2009.
- Setia P., Sambamurthy V., Closs D.J., Realizing Business Value of Agile IT Applications: Antecedents in the Supply Chain Networks, *Information Technology and Management*, 2008, **9**(1), 5–19.
- Sharifi H., Zhang Z., A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organisations: An Introduction, *International Journal of Production Economics*, 1999, **62**(1–2), 7–22.
- H., Zhang Z., Agile Manufacturing in Practice: Application of a Methodology, *International Journal of Operations and Production Management*, 2001, **21**(5–6), 772–794.
- Sherehiy B., Karwowski W., Layer J.K., A Review of Enterprise Agility: Concepts, Frameworks, and Attributes, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2007, **37**(5), 445-460.
- Singh R.K, Modgil S., Acharya P., Assessment of Supply Chain Flexibility Using System Dynamics Modeling, *Global Journal of Flexible Systems Management*, 2019, **20**(1), 39-63.

Stadtler H., Supply Chain Management and Advanced Planning-Basics, Overview and Challenges, *European Journal of Operational Research*, 2005, **163**(3), 575-588.

Sucu M., *İşletmelerde Çeviklik*, 1. Baskı, İksad Yayınevi, Ankara, 2020.

Sukati I., Hamid A.B., Rohaizat Baharun R., Yusoff R.M, Anuar M.A. The Effect of Organizational Practices on Supply Chain Agility: An Empirical Investigation Onmalaysia Manufacturing Industry, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2012, **40**, 274-281.

Swafford P.M., Ghosh S., Murthy N., The Antecedents of Supply Chain Agility of a Firm: Scale Development and Model Testing, *Journal of Operations Management*, 2006, **24**(2), 170-188.

Şahin E., Çemberci M., Civelek M.E., Uca N., The Role of Agility in the Effect of Trust in Supply Chain on Firm Performance, *Management Studies*, 2017, **5**(4) 336-345.

Şen E., *Kobilerin Uluslar Arası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, 2. Baskı, Ankara, 2006.

Şen Y., Yalın Tedarik Zinciri ile Çevik Tedarik Zincirinin Karşılaştırılması, Yayınlanmamış Mezuniyet Projesi, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Entitüsü, İstanbul, 2021.

Tavares R.S., Angulo-Meza L., Rangel L.A.D., Sant'Anna A.P., Interdisciplinary Graduate Programs: Application of the MACBETH Multicriteria Method for Assessing Their Performances, *Annals of Operations Research*, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04108-x>.

TDK, Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük, <https://sozluk.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 05.05.2020).

Tseng Y.H., Lin C.T., Enhancing Enterprise Agility by Deploying Agile Drivers, Capabilities and Providers, *Information Sciences*, 2011, **181**(17), 3693-3708.

Tsourveloudis N.C., Valavanis K.P., On the Measurement of Enterprise Agility, *International Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 2002, **33**(3), 329–342.

Tümtürk A., Gülçiçek Tolun B., Bir Depo Tesisine Alınacak Paketleme Makinesi Seçim Kararının Analitik Ağ Süreci Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2020, **10**(2), 971-985.

Van Hoek R.I, Harrison A., Christopher M., Measuring Agile Capabilities in the Supply Chain, *International Journal of Operations & Production Management*, 2001, **21**(1-2), 126–148.

Viharos Zs.J., Kádár B., Monostori L., Kemény Zs., Csáji B.Cs., Pfeiffer A., Karnok D., Integration of Production, Quality and Process Monitoring for Agile Manufacturing, *Proceedings of the XVIII IMEKO World Congress, Metrology for a Sustainable Development*, Rio De Janeiro, Brazil, September (17-22) 2006.

Vinodh S., Prasanna M., Evaluation of Agility in Supply Chains Using Multi-Grade Fuzzy Approach, *International Journal of Production Research*, 2011, **49**(17), 5263–5276.

Vinodh S., Devadasan S.R., Vimal K.E.K., Kumar D., Design of Agile Supply Chain Assessment Model and Its Case Study in an Indian Automotive Components Manufacturing Organization, *Journal of Manufacturing Systems*, 2013, **32**(4), 620–641.

Wu C., Barnes D.A., Literature Review of Decision-Making Models and Approaches for Partner Selection in Agile Supply Chains, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 2011, **17**(4), 256–274.

Yang S.L, Li T.F., Agility Evaluation of Mass Customisation Product Manufacturing, *Journal of Materials Processing Technology*, 2002, **129**(1-3), 640–644.

Yang C., Liu H.M., Boosting Firm Performance via Enterprise Agility and Network Structure, *Management Decision*, 2012, **50**(6), 1022-1044.

Yeşildoruk F.Ç., Bozlu B., Demirörs O., Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler için Geliştirilen Süreç İyileştirme Çerçevesinin Kapsamı, *4. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, 2009.

Yıldırım B.F., Önder E., *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 2.Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa, 2014.

Yıldız Çankaya S., Tedarik Zinciri Görünürlüğünün Çeviklik Üzerindeki Etkileri *İşletme Ekonomisi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2020, **3**(1), 49-62.

Yıldız Çankaya S., Can Y., Tedarik Zinciri Entegrasyonu Operasyonel Çeviklik ve Kitleli Kişiselleştirme Yeteneği: İmalat Sektöründe Ampirik Bir Araştırma, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2021, **21**(1), 10-26.

Yıldız, B. Ve Çetindaş, A., Tedarik Zinciri Entegrasyonunun Firma Performansı Üzerindeki Etkisinde Tedarik Zinciri Esnekliği ve Tedarik Zinciri Çevikliğinin Aracı Rolü, *Verimlilik Dergisi*, 2020, 3, 175-199.

Yu M.C., Goh M., Lin H.C., Fuzzy Multi-Objective Vendor Selection Under Lean Procurement, *European Journal of Operational Research*, 2012, **219**(2), 305–311.

Yurtyapan M.S., Aydemir E., ERP Software Selection Using Intuitionistic Fuzzy and Interval Grey Number-Based MACBETH Method, *Grey Systems-Theory and Application*, DOI: 10.1108/gs-01-2021-0002.

Yusuf Y.Y., Agile Supply Chain Capabilities: Determinants of Competitive Objectives, *European Journal of Operational Research*, 2003, **159**(2), 379–392.

Yusuf Y.Y., Gunasekaran A., Musa A., Dauda M., El-Berishy N.M., Cang S., A Relational Study of Supply Chain Agility, Competitiveness and Business Performance in the Oil and Gas Industry, *International Journal of Production Economics*, 2014, **147**(B), 531–543.

Yusuf Y.Y., Sarhadi M., Gunasekaran A., Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes, *International Journal of Production Economics*, 1999, **62**(1-2), 33-43.

Yüksel H., Tedarik Zincirleri İçin Performans Ölçüm Sistemlerinin Tasarımı, *Yönetim ve Ekonomi*, 2004, **11**(1), 143-154.

Zadeh L., Fuzzy Sets, *Information and Control*, 1965, **8**(3), 338–353.

Zemestani G., Tedarik Zinciri Stratejilerinde Deterministik Stok Kontrol Modellerinin Kullanımı: Metal Sektöründe Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2016, 423712.



EKLER

Ek-A

K2 (Öğrenmeye yönelik bir organizasyonun kurulması) kriteri için doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibidir:

Amaç fonksiyonu:

$$\min z = x_7$$

Karar Değişkenleri:

x1: Bankacılık alternatifinin puanı

x2: Telekomünikasyon alternatifinin puanı

x3: E-ticaret alternatifinin puanı

x4: Perakende alternatifinin puanı

x5: Enerji alternatifinin puanı

x6: İlaç alternatifinin puanı

x7: Bilgi teknolojileri ve iletişim alternatifinin puanı

x8: İnsan kaynakları ve danışmanlık alternatifinin puanı

Ordinal kısıtlar:

$$x_7 \geq x_2 + 1$$

$$x_7 \geq x_1 + 2$$

$$x_7 \geq x_8 + 3$$

$$x_7 \geq x_4 + 4$$

$$x_7 \geq x_3 + 5$$

$$x_7 \geq x_5 + 5$$

$$x_7 \geq x_6 + 5$$

$$x_2 \geq x_1 + 1$$

$$x_2 \geq x_8 + 3$$

$$x_2 \geq x_4 + 4$$

$$x_2 \geq x_3 + 4$$

$$x_2 \geq x_5 + 5$$

$$x_2 \geq x_6 + 5$$

$$x_1 \geq x_8 + 2$$

$$x_1 \geq x_4 + 3$$

$$x_1 \geq x_3 + 3$$

$$x_1 \geq x_5 + 4$$

$$x_1 \geq x_6 + 4$$

$$x_8 \geq x_4 + 1$$

$$x_8 \geq x_3 + 2$$

$$x_8 \geq x_5 + 2$$

$$x_8 \geq x_6 + 2$$

$$x_4 \geq x_3 + 1$$

$$x_4 \geq x_5 + 2$$

$$x_4 \geq x_6 + 2$$

Semantik kısıtlar:

$$(x7-x2) - (x7-x8) \leq 1-3$$

$$(x7-x2) - (x7-x4) \leq 1-4$$

$$(x7-x2) - (x7-x3) \leq 1-5$$

$$(x7-x2) - (x7-x5) \leq 1-5$$

$$(x7-x2) - (x7-x6) \leq 1-5$$

$$(x7-x2) - (x2-x8) \leq 1-3$$

$$(x7-x2) - (x2-x4) \leq 1-4$$

$$(x7-x2) - (x2-x3) \leq 1-4$$

$$(x7-x2) - (x2-x5) \leq 1-5$$

$$(x7-x2) - (x2-x6) \leq 1-2$$

$$(x7-x2) - (x1-x4) \leq 1-3$$

$$(x7-x2) - (x1-x3) \leq 1-3$$

$$(x7-x2) - (x1-x5) \leq 1-4$$

$$(x7-x2) - (x1-x6) \leq 1-4$$

$$(x7-x2) - (x8-x5) \leq 1-2$$

$$(x7-x1) - (x7-x8) \leq 2-3$$

$$(x7-x1) - (x7-x4) \leq 2-4$$

$$(x7-x1) - (x7-x3) \leq 2-5$$

$$(x7-x1) - (x7-x5) \leq 2-5$$

$$(x7-x1) - (x7-x6) \leq 2-5$$

$$(x7-x1) - (x2-x8) \leq 2-3$$

$$(x7-x1) - (x2-x4) \leq 2-4$$

$$(x7-x1) - (x2-x3) \leq 2-4$$

$$(x7-x1) - (x2-x5) \leq 2-5$$

$$(x7-x1) - (x2-x6) \leq 2-5$$

$$(x7-x1) - (x1-x4) \leq 2-3$$

$$(x7-x1) - (x1-x3) \leq 2-3$$

$$(x7-x1) - (x1-x5) \leq 2-4$$

$$(x7-x1) - (x1-x6) \leq 2-4$$

$$(x7-x1) - (x8-x5) \geq 2-2$$

$$(x7-x8) - (x2-x1) \geq 3-1$$

$$(x7-x8) - (x1-x8) \geq 3-2$$

$$(x7-x8) - (x8-x4) \geq 3-1$$

$$(x7-x8) - (x8-x3) \geq 3-2$$

$$(x7-x8) - (x8-x6) \geq 3-2$$

$$(x7-x8) - (x4-x3) \geq 3-1$$

$$(x7-x8) - (x4-x5) \geq 3-2$$

$$(x7-x8) - (x4-x6) \geq 3-2$$

$$(x7-x4) - (x2-x1) \geq 4-1$$

$$(x7-x4) - (x1-x8) \geq 4-2$$

$$(x7-x4) - (x8-x4) \geq 4-1$$

$$(x_7-x_4) - (x_8-x_3) \geq 4-2$$

$$(x_7-x_4) - (x_8-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_7-x_4) - (x_8-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_7-x_4) - (x_4-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_7-x_4) - (x_4-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_7-x_4) - (x_4-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_7-x_3) - (x_2-x_1) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_3) - (x_1-x_8) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_3) - (x_1-x_4) \geq 5-3$$

$$(x_7-x_3) - (x_8-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_3) - (x_8-x_3) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_3) - (x_8-x_5) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_3) - (x_8-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_3) - (x_4-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_3) - (x_4-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_3) - (x_4-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_5) - (x_2-x_1) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_5) - (x_1-x_8) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_5) - (x_8-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_5) - (x_8-x_3) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_5) - (x_8-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_5) - (x_4-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_5) - (x_4-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_5) - (x_4-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_6) - (x_2-x_1) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_6) - (x_1-x_8) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_6) - (x_8-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_6) - (x_8-x_3) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_6) - (x_8-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_7-x_6) - (x_4-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_7-x_6) - (x_4-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_1) - (x_2-x_8) \leq 1-3$$

$$(x_2-x_1) - (x_2-x_4) \leq 1-4$$

$$(x_2-x_1) - (x_2-x_3) \leq 1-4$$

$$(x_2-x_1) - (x_2-x_5) \leq 1-5$$

$$(x_2-x_1) - (x_2-x_6) \leq 1-5$$

$$(x_2-x_1) - (x_1-x_4) \leq 1-3$$

$$(x_2-x_1) - (x_1-x_3) \leq 1-3$$

$$(x_2-x_1) - (x_1-x_5) \leq 1-4$$

$$(x_2-x_1) - (x_1-x_6) \leq 1-4$$

$$(x_2-x_1) - (x_8-x_5) \leq 1-2$$

$$(x_2-x_8) - (x_1-x_8) \geq 3-2$$

$$(x_2-x_8) - (x_8-x_4) \geq 3-1$$

$$(x_2-x_8) - (x_8-x_3) \geq 3-2$$

$$(x_2-x_8) - (x_8-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_2-x_8) - (x_4-x_3) \geq 3-1$$

$$(x_2-x_8) - (x_4-x_5) \geq 3-2$$

$$(x_2-x_8) - (x_4-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_2-x_4) - (x_1-x_8) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_4) - (x_8-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_2-x_4) - (x_8-x_3) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_4) - (x_8-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_4) - (x_4-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_2-x_4) - (x_4-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_4) - (x_4-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_3) - (x_1-x_8) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_3) - (x_8-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_2-x_3) - (x_8-x_3) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_3) - (x_8-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_3) - (x_4-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_2-x_3) - (x_4-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_3) - (x_4-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_2-x_5) - (x_1-x_8) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_5) - (x_8-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_2-x_5) - (x_8-x_3) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_5) - (x_8-x_5) \geq 5-1$$

$$(x_2-x_5) - (x_8-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_5) - (x_4-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_2-x_5) - (x_4-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_5) - (x_4-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_6) - (x_1-x_8) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_6) - (x_8-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_2-x_6) - (x_8-x_3) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_6) - (x_8-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_6) - (x_4-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_2-x_6) - (x_4-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_2-x_6) - (x_4-x_6) \geq 5-2$$

$$(x_1-x_8) - (x_1-x_4) \leq 2-3$$

$$(x_1-x_8) - (x_1-x_3) \leq 2-3$$

$$(x_1-x_8) - (x_1-x_5) \leq 2-4$$

$$(x_1-x_8) - (x_1-x_6) \leq 2-4$$

$$(x_1-x_8) - (x_8-x_5) \geq 2-2$$

$$(x_1-x_4) - (x_8-x_4) \geq 3-1$$

$$(x_1-x_4) - (x_8-x_3) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_4) - (x_8-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_4) - (x_4-x_3) \geq 3-1$$

$$(x_1-x_4) - (x_4-x_5) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_4) - (x_4-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_3) - (x_8-x_4) \geq 3-1$$

$$(x_1-x_3) - (x_8-x_3) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_3) - (x_8-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_3) - (x_4-x_3) \geq 3-1$$

$$(x_1-x_3) - (x_4-x_5) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_3) - (x_4-x_6) \geq 3-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_8-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_8-x_3) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_8-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_8-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_6) - (x_8-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_6) - (x_8-x_3) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_6) - (x_8-x_6) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_6) - (x_4-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_1 - x_6) - (x_4 - x_5) \geq 4 - 2$$

$$(x_1 - x_6) - (x_4 - x_6) \geq 4 - 2$$

$$(x_1 - x_6) - (x_3 - x_6) \geq 4 - 1$$

$$(x_8 - x_4) - (x_8 - x_5) \leq 1 - 2$$

$$(x_8 - x_3) - (x_8 - x_5) \geq 2 - 2$$

$$(x_8 - x_5) - (x_8 - x_6) \geq 2 - 2$$

$$(x_8 - x_5) - (x_4 - x_3) \geq 2 - 1$$

$$(x_8 - x_5) - (x_4 - x_5) \geq 2 - 2$$

$$(x_8 - x_5) - (x_4 - x_6) \geq 2 - 2$$

Sıfırlama koşulu:

$$x_6 = 0$$

Negatif olmama koşulu:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0$$

Ek-B

Kriter ağırlıkları belirlenirken oluşturulan doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibidir:

Amaç fonksiyonu:

$$\min z = x_1$$

Karar Değişkenleri:

x1: Değişiklikleri algılama ve öngörme,

x2: Öğrenmeye yönelik bir organizasyon kurulması,

x3: Stratejik vizyon,

x4: Operasyonların verimliliği ve etkinliği (yalınlık),

x5: Hızlı ve zamanında ürün ve hizmet sunumu,

x6: Satış ve servis sisteminin esnekliği,

x7: Ürün modeli/yapılandırma esnekliği,

Ordinal kısıtlar:

$$x_1 \geq x_6 + 1$$

$$x_1 \geq x_3 + 3$$

$$x_1 \geq x_4 + 4$$

$$x_1 \geq x_5 + 4$$

$$x_1 \geq x_7 + 5$$

$$x_1 \geq x_2 + 6$$

$$x_6 \geq x_3 + 1$$

$$x_6 \geq x_4 + 2$$

$$x_6 \geq x_5 + 1$$

$$x_6 \geq x_7 + 4$$

$$x_6 \geq x_2 + 4$$

$$x_3 \geq x_4 + 1$$

$$x_3 \geq x_5 + 2$$

$$x_3 \geq x_7 + 3$$

$$x_3 \geq x_2 + 3$$

$$x_4 \geq x_5 + 1$$

$$x_4 \geq x_7 + 2$$

$$x_4 \geq x_2 + 3$$

$$x_5 \geq x_7 + 1$$

$$x_5 \geq x_2 + 1$$

$$x_7 \geq x_2 + 1$$

Semantik kısıtlar:

$$(x_1 - x_6) - (x_1 - x_4) \leq 1 - 4$$

$$(x_1 - x_6) - (x_1 - x_5) \leq 1 - 4$$

$$(x_1 - x_6) - (x_1 - x_7) \leq 1 - 5$$

$$(x_1 - x_6) - (x_1 - x_2) \leq 1 - 6$$

$$(x_1 - x_6) - (x_6 - x_7) \leq 1 - 4$$

$$(x_1 - x_6) - (x_6 - x_2) \leq 1 - 4$$

$$(x_1-x_6) - (x_7-x_2) \geq 1-1$$

$$(x_1-x_3) - (x_1-x_4) \leq 2-4$$

$$(x_1-x_3) - (x_1-x_5) \leq 2-4$$

$$(x_1-x_3) - (x_1-x_7) \leq 3-5$$

$$(x_1-x_3) - (x_1-x_2) \leq 3-6$$

$$(x_1-x_3) - (x_6-x_7) \leq 3-4$$

$$(x_1-x_3) - (x_6-x_2) \leq 3-4$$

$$(x_1-x_3) - (x_7-x_2) \geq 3-1$$

$$(x_1-x_4) - (x_1-x_2) \leq 4-6$$

$$(x_1-x_4) - (x_6-x_7) \geq 4-4$$

$$(x_1-x_4) - (x_6-x_2) \geq 4-4$$

$$(x_1-x_4) - (x_7-x_2) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_1-x_2) \leq 4-6$$

$$(x_1-x_5) - (x_6-x_3) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_6-x_4) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_6-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_6-x_7) \geq 4-4$$

$$(x_1-x_5) - (x_6-x_2) \geq 4-4$$

$$(x_1-x_5) - (x_3-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_3-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_3-x_7) \geq 4-3$$

$$(x_1-x_5) - (x_3-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_7) \geq 4-2$$

$$(x_1-x_5) - (x_4-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_1-x_5) - (x_5-x_7) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_5-x_2) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_5) - (x_7-x_2) \geq 4-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_1-x_2) \leq 5-6$$

$$(x_1-x_7) - (x_6-x_3) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_6-x_4) \geq 5-2$$

$$(x_1-x_7) - (x_6-x_5) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_6-x_7) \geq 5-4$$

$$(x_1-x_7) - (x_6-x_2) \geq 5-4$$

$$(x_1-x_7) - (x_3-x_4) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_3-x_5) \geq 5-2$$

$$(x_1-x_7) - (x_3-x_7) \geq 5-3$$

$$(x_1-x_7) - (x_3-x_2) \geq 5-3$$

$$(x_1-x_7) - (x_4-x_5) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_4-x_7) \geq 5-2$$

$$(x_1-x_7) - (x_4-x_2) \geq 5-3$$

$$(x_1-x_7) - (x_5-x_7) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_5-x_2) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_7) - (x_7-x_2) \geq 5-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_6-x_3) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_6-x_4) \geq 6-2$$

$$(x_1-x_2) - (x_6-x_5) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_6-x_7) \geq 6-4$$

$$(x_1-x_2) - (x_6-x_2) \geq 6-4$$

$$(x_1-x_2) - (x_3-x_4) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_3-x_5) \geq 6-2$$

$$(x_1-x_2) - (x_3-x_7) \geq 6-3$$

$$(x_1-x_2) - (x_3-x_2) \geq 6-3$$

$$(x_1-x_2) - (x_4-x_5) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_4-x_7) \geq 6-2$$

$$(x_1-x_2) - (x_4-x_2) \geq 6-3$$

$$(x_1-x_2) - (x_5-x_7) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_5-x_2) \geq 6-1$$

$$(x_1-x_2) - (x_7-x_2) \geq 6-1$$

$$(x_6-x_3) - (x_6-x_7) \leq 1-4$$

$$(x_6-x_3) - (x_6-x_2) \leq 1-4$$

$$(x_6-x_3) - (x_7-x_2) \geq 1-1$$

$$(x_6-x_4) - (x_6-x_7) \leq 2-4$$

$$(x_6-x_4) - (x_6-x_2) \leq 2-4$$

$$(x_6-x_4) - (x_7-x_2) \geq 2-1$$

$$(x_6-x_5) - (x_6-x_7) \leq 1-4$$

$$(x_6-x_5) - (x_6-x_2) \leq 1-4$$

$$(x_6-x_5) - (x_7-x_2) \geq 1-1$$

$$(x_6-x_7) - (x_3-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_7) - (x_3-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_6-x_7) - (x_3-x_7) \geq 4-3$$

$$(x_6-x_7) - (x_3-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_6-x_7) - (x_4-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_7) - (x_4-x_7) \geq 4-2$$

$$(x_6-x_7) - (x_4-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_6-x_7) - (x_5-x_7) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_7) - (x_5-x_2) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_2) - (x_3-x_4) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_2) - (x_3-x_5) \geq 4-2$$

$$(x_6-x_2) - (x_3-x_7) \geq 4-3$$

$$(x_6-x_2) - (x_3-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_6-x_2) - (x_4-x_5) \geq 4-1$$

$$(x_6-x_2) - (x_4-x_7) \geq 4-2$$

$$(x_6-x_2) - (x_4-x_2) \geq 4-3$$

$$(x_6 - x_2) - (x_5 - x_7) \geq 4 - 1$$

$$(x_6 - x_2) - (x_5 - x_2) \geq 4 - 1$$

$$(x_3 - x_4) - (x_7 - x_2) \geq 1 - 1$$

$$(x_3 - x_5) - (x_7 - x_2) \geq 2 - 1$$

$$(x_3 - x_7) - (x_7 - x_2) \geq 3 - 1$$

$$(x_3 - x_2) - (x_7 - x_2) \geq 3 - 1$$

$$(x_4 - x_5) - (x_7 - x_2) \geq 1 - 1$$

$$(x_4 - x_7) - (x_7 - x_2) \geq 2 - 1$$

$$(x_4 - x_2) - (x_7 - x_2) \geq 3 - 1$$

$$(x_5 - x_7) - (x_7 - x_2) \geq 1 - 1$$

$$(x_5 - x_2) - (x_7 - x_2) \geq 1 - 1$$

Sıfırlama koşulu:

$$x_2 = 1 \text{ (Sadece kriter ağırlıkları hesaplanırken)}$$

Negatif olmama koşulu:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$$

KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

Çimenyayla S., Özkale C., MACBETH Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Çevik Tedarik Zincirlerinin Performans Değerlendirmesi, *5.Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi*, İstanbul, 24-25 Nisan 2021.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya’da tamamladıktan sonra, lisans öğrenimini Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünde 2015 senesinde tamamladı. İş hayatına 2016 senesinde Malatya ilinde bulunan Baykanlar Denim firmasında Üretim Planlama ve Verimlilik Mühendisi olarak başladı. 2017 Şubat ayı yüksek lisans öğrenimine başladığı Kocaeli’ne yerleşerek 2018-2019 yılları arasında Eae Aydınlatma firmasında Üretim Planlama Sorumlusu olarak iş hayatına devam etti. Yüksek lisans tez dönemine başlarken 2019 Kasım ayı itibariyle Yıldız Entegre şirketinde Malzeme Planlama Uzmanı pozisyonunda görev almaya başlayan Semih Çimenyayla halen bu pozisyondaki görevine devam etmektedir.