

T. C.
YAŞAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
LOJİSTİK BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİK SÜRECİNDE MONTE CARLO SİMÜLASYONU
KULLANILARAK RİSKİN AZALTILMASI

Elif YETİM

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Özgür KABADURMUŞ

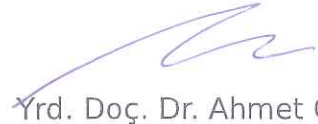
İzmir, 2016

Bu tezi okuduğumu ve görüşüme göre yüksek lisans derecesi için bir tez olarak kapsam ve nitelik açısından tam olarak yeterli olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Özgür Kabadurmuş
(Danışman)

Bu tezi okuduğumu ve görüşüme göre yüksek lisans derecesi için bir tez olarak kapsam ve nitelik açısından tam olarak yeterli olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Ahmet Camcı

Bu tezi okuduğumu ve görüşüme göre yüksek lisans derecesi için bir tez olarak kapsam ve nitelik açısından tam olarak yeterli olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Aydın Koçak



Doç. Dr. Çağrı Bulut
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum 'TEDARİK SÜRECİNDE MONTE CARLO SİMÜLASYONU KULLANILARAK RİSKİN AZALTILMASI' adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

18/05/2016

Elif YETİM

TEŐEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında tüm akademik bilgi ve tecrübesini benimle paylaőan, yazım sürecinin her aşamasında değerli fikir ve yorumlarıyla beni destekleyen tez danıőmanım ve değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür KABADURMUŞ 'a, Uygulama mantığının oluőturulmasında bilgi ve deneyimini benimle paylaőan Sayın Yrd. Doç. Dr. Ece ERDENER ACAR'a, her zaman olumlu yaklaőımı ve desteği için Sayın Dr. Pervin ERSOY'a, iş hayatım ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini benden esirgemeyen ve daima yanımda olan Sayın Mustafa KAHVECİ, Sayın Nuran ERTÜRK, Sayın İlker ÖZSU ve Sayın Ahmet VATANSEVER'e, verilerin elde edilmesindeki katkılarından dolayı Ruhi KÜÇÜK'e, hayatımın her anında yanımda olan değerli aileme ve arkadaőlarıma teőekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Yüksek Lisans

MONTE CARLO SIMULATION PROCESS OF USING RISK REDUCTION IN SUPPLY PROCESS

TEDARİK SÜRECİNDE MONTE CARLO SİMÜLASYONU KULLANILARAK RİSKİN AZALTILMASI

Elif YETİM

Yaşar Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Uluslararası Lojistik Yönetimi Yüksek Lisans Programı

Bu tezin amacı, ana faaliyeti çimento üretimi olan bir işletmenin hammadde, yakıt, işçilik tedariginde karşılaştığı riskleri Monte Carlo simülasyonu ile incelemektir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle işletmenin geçmiş yıllara ait işçilik, hammadde, yakıt ve satışı için gerekli tedarigin sağlanmasında karşılaşılan riskler belirlenmiş ve analizi yapılmaya çalışılmıştır. Ortaya çıkmış ve gelecekte işletmenin karşılaşılabileceği çeşitli riskler gerçek veriler ışığında değerlendirilmiştir.

Bu çalışma sayesinde üretim yapan işletmelerin karşılaştığı tedarik zinciri riskleri birçok açıdan ele alınmış ve riskler toplam maliyet açısından ortaya konulmuştur. Bugüne kadar yapılan çalışmalara bakıldığında ağırlıklı olarak riskin bir yönünün incelendiği görülmüş ve buradan yola çıkılarak daha geniş bir perspektif yakalanmaya çalışılmıştır. Tezin amaçları arasında tedarik zinciri risk yönetimi kavramının farkındalığını arttırmak, uygulanabilirliğini göstermek ve üretim işletmelerinin dikkatini risk yönetimine çekmek sayılabilir.

Bu çalışmada imento üretim maliyetinde büyük bir yüzdeyi oluşturan hammadde, yakıt, işçilik ile ilgili risklerin analizi ilk kez simülasyon yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Monte Carlo simülasyonu, Arena Input Analyzer aracılığıyla elde edilen dağılımları ve maliyetleri temel olarak MS Excel üzerinde uygulanmıştır. Sektöründe en büyük pazar payına sahip olan bir işletmeden elde edilen verilerin kullanıldığı bu çalışmada maliyetlendirilebilen risklerin analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonrasında üretim ve kalite risklerinin toplam risk maliyetinde önemli bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Monte Carlo Simülasyonu, Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Risk Yönetimi

ABSTRACT

Master Thesis

RISK REDUCTION IN SUPPLY PROCESS BY MONTE CARLO SIMULATION

Elif YETİM

Yaşar University

Institute of Social Sciences

Master of International Logistics Management

The aim of this thesis is to analyze the raw material, fuel and labor supply risks of a company, whose core business is to produce cement. These risks are evaluated by Monte Carlo Simulation. Primarily, in accordance with such objective, various risks that occurred over the past few years regarding labor, raw material, fuel and its sale supply, have been determined and tried to be analyzed. Several risks the company have already faced and the ones that might be expected to occur in the future have been evaluated in the light of actual data.

Thanks to this thesis, the risks of supply chain that manufacturing companies face are evaluated in many aspects and they are revealed with regard to total cost. Considering the studies that have been carried out so far, it has been seen that only one aspect of such risks is examined and a much broader perspective has been needed to conduct such an analysis. The main objectives of this thesis are to expand awareness related to the concept of "Supply Chain Risk Management", prove its

practicality, and to draw attention of the manufacturing companies to the risk management.

Through this study, the risk analysis of raw material, fuel and labor, all of which constitute a large percentage in cement production cost, is done via simulation for the first time. Monte Carlo Method is simulated on Ms Excel taking the distributions and costs into consideration through Arena Input Analyzer. Within this study, through using the data of a business organisation, which owns the biggest market share in its sector, the risks costed have been analyzed. After the analyses, it is observed that the production and quality risks have significant influence on total risk costs.

Keywords: Monte Carlo Simulation, Supply Chain Risk Management, Risk Management.

İÇİNDEKİLER

TEDARİK SÜRECİNDE MONTE CARLO SİMÜLASYONU KULLANILARAK RİSKİN AZALTILMASI

BİRİNCİ BÖLÜM	2
TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	2
1.1. Tedarik Zinciri Kavramı ve Yönetimi	2
1.1.1. Tedarik Zinciri Tanımı	2
1.1.2. Tedarik Zincirleri Çeşitleri	4
1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı	6
1.2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımı	7
1.2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Önemi	8
1.2.3. Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları	10
1.2.4. Tedarik Zinciri Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar	11
1.2.4.1. Tedarik Zincirlerinin Entegrasyonu	11
1.2.4.2. Maliyet Azaltımı	13
1.2.4.3. Esnek Lojistik	13
1.2.4.4. E-tedarik	13
1.2.4.5. Globalizasyon	14
1.2.4.6. Dış Kaynak Kullanımı	15
1.3. Tedarik Zincirinde Dış Kaynak Kullanımı	15
1.4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantaj ve Dezavantajları	16

İKİNCİ BÖLÜM.....	18
TEDARİK ZİNCİRİ VE RİSK YÖNETİMİ	18
2. 1. Risk ve Belirsizlik Kavramı	18
2. 1. 2. Risk Tanımı	19
2. 1. 3. Risk Çeşitleri	21
2. 1. 4. Risk Yönetimi.....	23
2. 2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi	24
2. 2. 1. Tedarik Zincirinde Riskin Tanımı ve Önemi	25
2. 2. 2. Tedarik Zinciri Risk Yönetim Süreci	26
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	34
MONTE CARLO SİMÜLASYONU	34
3. 1. Simülasyonun Tanımı	34
3. 2. Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları	36
3. 2. 1. Simülasyon Avantajları	36
3. 2. 2. Simülasyon Dezavantajları.....	37
3. 3. Simülasyon Aşamaları	39
3. 4. Simülasyon Çeşitleri	39
3. 5. Monte Carlo Simülasyonu Tanımı	40
3. 5. 1. Monte Carlo Simülasyonunun Aşamaları	40
3.6. Monte Carlo Simülasyonu Tarihçesi.....	43
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	45
TEDARİK ZİNCİRİNDE RİSK YÖNETİMİ ÜZERİNDE BİR UYGULAMA	45
4. 1. Uygulamanın Amacı ve Önemi.....	45
4. 2. Uygulamanın Yapıldığı İşletmenin Tanımı	46
4. 3. Ölçümlenen Risk Maliyetleri	48

4. 3. 1. İthal ve Yerli Kömürün Kalori Risk Maliyeti	48
4. 3. 2. Üretilen Klinkerin Risk Maliyeti.....	48
4. 3. 3. Döviz ve İthal Kömür Alım Risk Maliyeti.....	48
4. 4. Modelin Kurulumunda Kullanılan Dağılım	49
4. 4. 1. Risk Değişkenlerinin Dağılımlarını Belirlenmesi	53
4. 5. Modelin Kurulumu ve Gelişimi	59
4. 6. Senaryo Analizi.....	61
4. 6. 1 İşletmenin Hazır Beton Tesisleri Arasındaki Nakliye Operasyonu	61
4. 6. 2 İthal Kömür Kalorisinde Prim Uygulaması.....	64
4. 7. Kutu Grafiği ile İnceleme.....	65
SONUÇ VE ÖNERİ	73
KAYNAKÇA.....	76

TABLO LİSTESİ

Tablolar	Sayfa
Simülasyonda Kullanılacak Değişken Listesi	58
Risk Maliyeti Kutu Grafiği Değerleri	67
Risk Maliyeti Kutu Grafiği Değerleri	72

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekiller	Sayfa
Tedarik Zinciri Ağ Yapısı	4
Tedarik Zinciri Çeşitleri	6
Tedarik Zinciri Yönetimi Aşamaları	10
Tedarik Zincirindeki Risklerin Kavramsal Çerçevesi	22
Risk Yönetiminin Temel Süreci	24
Risk Haritası	27
Olasılık - Etki Matrisi Formatı	29
Simülasyonun Aşamaları	42
Yerli Kömür Kalorisini Gösteren Dağılım	55
İthal Kömür Kalorisini Gösteren Dağılım	57
Tüm Risk Maliyetlerinin Dağılımı	61
Risk Maliyetleri Kutu Grafiği	66
Risk Maliyetleri Kutu Grafiği 2	68
C1 İthal Kömür Olası Risk Maliyeti	69
İthal ve Yerli Kömür Penalite Uygulaması Risk Maliyeti	69
Bir ton Klinker Üretimi Risk Maliyeti	70

Döviz Kuruna Ait Risk Maliyeti	70
Nakliye Tedarikçisinin Finansal Darboğaz Durumundaki Risk Maliyeti	71

KISALTMALAR

TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
TZRY	Tedarik Zinciri Risk Yönetimi
SCM	Supply Chain Management
SCRM	Supply Chain Risk Management
CLM	Council of Logistics Management
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
3PL	3. Parti Lojistik
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri
KCAL	1000 KALORİ
VMI	Vendor Managed Inventory
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
E TEDARİK	Elektronik Tedarik
ERP	Enterprise Resource Planning

GİRİŞ

Günümüzde yaşanan ekonomik, teknolojik, bilimsel gelişmeler ulusal ve uluslararası alanda faaliyet gösteren tüm işletmeleri etkilemektedir. Özellikle teknoloji ve altyapı yatırımlarındaki yenilikler, ülkeler arasından sınırları ortadan kaldırmış ve dünyanın her yerinden işletmeleri birbirine yaklaşmıştır. Gelişen uluslararası ticaret, yeni üretim teknolojilerinin varlığı işletmelerin içinde bulunduğu tedarik zincirlerini de etkilemektedir. Giderek aratan rekabet ortamında işletmelerin ayakta kalmak ve kar elde edebilmek için sadece kendilerine ait maliyet ve riskleri değil, ait oldukları tedarik zincirlerinin de maliyetini ve risklerini düşürmek zorunda olduğu bir gerçektir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar göstermektedir ki bir işletmenin yüksek verimle çalışması ya da karlılığını arttırması sadece kendi başarısından kaynaklanmamaktadır. İşletmenin ait olduğu tedarik zincirinin başarısı ya da başarısızlığı işletmeyi doğrudan etkilemektedir. Bunun farkına varan işletmeler, faaliyetlerine, stratejilerine ve süreçlerine tedarikçilerini ve müşterilerini dahil etmiş, risklerini azaltarak, karlılığını arttırmayı ve yüksek müşteri memnuniyeti hedeflemiştir. İşletmeler, faaliyetlerini doğrudan etkileyen ancak kontrol edemedikleri risklerin olumsuz etkilerini azaltmak için birtakım önlemler alma yoluna gitmektedir. Ancak risk yönetiminin özellikle ülkemizde son yıllarda ön plana çıktığı ve yaygınlaşmaya başladığı göz önüne alınırsa, bu önlemlerin belirli bir sistematığe oturtulması zaman alıcı olabilmektedir.

İşletmelerin tedarik zincirlerindeki fırsatları, tehditleri veya riskleri görmek için çeşitli analiz ve yöntemlere başvurusu gerekmektedir. Birçok yöntem bu konuda işletmelere yol göstermekle beraber, durum analizini en iyi temsil eden simülasyon yöntemi de tercih edilebilmektedir. Bu çalışmada simülasyon yönteminin en çok kullanılan araçlarından Monte Carlo simülasyonu kullanılarak, araştırmanın yapıldığı işletmenin mevcut ve olası riskleri değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde risk ve belirsizlik kavramları üzerinde durulmuş, risk çeşitleri ve risk yönetim aşamaları tanımlanmaya çalışılmıştır. Tedarik zincirindeki risk yönetiminin önemi ve uygulandığının anlatımı ile bölüm devam ettirilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde araştırmanın yöntemi olan Monte Carlo simülasyonundan bahsedilmiştir. Simülasyonun kullanım yerleri, hangi koşullarda uygulanabileceği detaylarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Simülasyonun aşamaları şekillerle desteklenerek gösterilmiş ve tedarik zincirindeki riski inceleyen en etkili yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Tezin son bölümünde ise uygulamanın yapıldığı ve gerçek verilerin alındığı klinker ve çimento üretimi yapan inşaat sektöründe faaliyet gösteren işletmeden bahsedilmiştir. İşletmeden elde edilen tüm veriler, ARENA paket programının Girdi Analizi modülü ile analiz edilmiş ve sonuçların analizi belirli ilerleyen bölümlerde bahsedilecek kısıt ve varsayımlar altında yorumlanmıştır. Veriler operasyonel süreci yöneten yöneticiler ile birebir görüşme yaparak sağlanmış ve veriler bu görüşmeler sırasından işletmenin kullandığı ticari program olan Oracle üzerinden çekilen rapor ile elde edilmiştir. 01. 01. 2011 ile 31. 12. 2015 tarihleri arasındaki kömür tonajlarını, sevkiyat sıklığını, aylık üretim maliyetlerini gösteren rapor sistem üzerinden ham veri olarak çekilmiştir. Veriler tezin amacına uygun olarak düzenlenmiş ve simüle edilebilir hale getirilmiştir. Şirketinin tedarik zinciri riskleri tespit edilmeye çalışılmış ve Monte Carlo simülasyonu ile bir risk değerlendirmesi ortaya konmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

1.1. Tedarik Zinciri Kavramı ve Yönetimi

Günümüz rekabet koşullarında farklılık yaratmak isteyen ve kalıcı bir müşteri portföyüne sahip olmak isteyen işletmeler, kendi kapasite ve imkanlarına ek olarak çevresindeki işletmelerden de etkilendiğinin farkındadır. Hiçbir işletme ürettiği ürün ya da sunduğu hizmetin üzerinde tam anlamıyla sorumluluk sahibi değildir. Çünkü ürünü/hizmeti ortaya çıkarmak için birleşen iş süreçleri diğer işletmelerin katılımıyla anlamlı bir bütün haline gelir. Her ne kadar işletmelerin birbirinden bağımsız mali yapıları, ürünleri ve misyonları olsa da bir ürünü meydana getirmek amacıyla biraraya gelindiğinde sorumluluk tüm işletmeler arasında paylaşılmaktadır. Bu bilinç zaman içerisinde tedarik zinciri kavramının doğmasına neden olmuştur.

İşletmelerin daha düşük maliyetlere ulaşma isteği; onları kendi işletmelerinin dışına çıkararak tedarikçi ve müşterilerine doğru yönelmeye itmiştir. Artan rekabet işletmeleri daha hızlı aksiyon almaya ve diğer iş birimleriyle işbirliğine yöneltmiştir. İlerleyen teknoloji sayesinde işletmeler arası fiziki sınırların dışına çıkmış ve ortak bir amaca yönelik kurulan sistemlerin önemi gündeme gelmiştir. Tüm bu gelişmeler, zaman içerisinde araştırmacıları tedarik zinciri kavramının geliştirilmesine, tanımlanmasına ve uygulanmasına itmiştir.

1.1.1. Tedarik Zinciri Tanımı

Tedarik zinciri; bir müşteri talebinin karşılanması için her biri kendi alanında yetkin olan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, satıcının bir araya geldiği ve karşılıklı olarak bilgi alışverişi için yapılan gerçekleşen faaliyetlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Zincirin amacı tüm oyuncuların maksimum değer ve faydayı sağlayabildiği bir ortam oluşturmaktır.

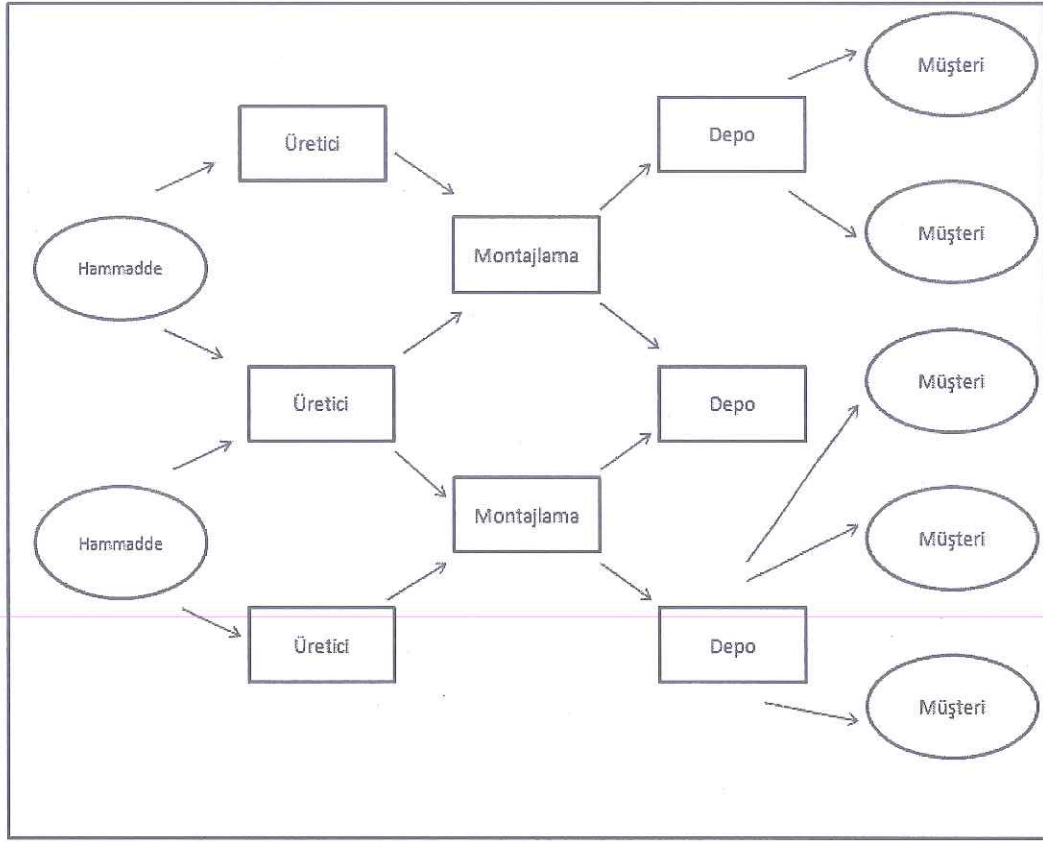
Tedarik zinciri, bir ürün ya da hizmetin meydana gelmesi için hammaddenin tedarikçiden başlayarak son tüketiciye ulaşmasına kadar tüm süreçleri oluşturmak için bir araya gelen tüketici, üretici, dağıtıcı, perakendecinin yer aldığı alt sistemlerin toplamıdır (Waters, 2011).

Tedarik zinciri zincirini araştırmacılar farklı bakış açılarıyla yorumlamışlardır. Örneğin Başkol (2011) tedarik zincirini “tatmin edici hizmet düzeyi gereklerinin sunumu sırasında sistemin bütününe ait olan maliyetleri minimum kılmak için ürünlerin doğru miktarlarda üretimini doğru bölgelere doğru zamanda dağıtımını sağlayacak şekilde tedarikçileri, imalatçıları, depoları ve mağazaları etkin bir biçimde bütünleştirmekte kullanılan yaklaşımlar bütünüdür” şeklinde tanımlamaktadır.

Klasik tedarik zincirinin son aşamasından bakıldığında; tedarik zinciri müşterinin beklentilerini karşılayacak bir ürün ya da hizmetin yerine gelmesi için gerekli tüm aşamaların tamamıdır. Klasik bir müşteri odaklı tedarik zinciri farklı lokasyonlardaki bir veya birden fazla tedarikçi, üretici ve dağıtıcıdan meydana gelir. Tüm parçaların birbiriyle uyumlu çalışması son derece önemlidir. Doğal ya da insan kaynaklı afetlere global tedarik zincirinde karşılaşma olasılığı az olsa da, etkileri yadsınamayacak kadar önemlidir (Sawik, 2014).

Alıcı, satıcı, üretici, dağıtıcı ve perakendecilerin ulaşım, bilgi ve finansal altyapı ile birleşmesinden oluşan ağa tedarik zinciri olarak adlandırılmaktadır. Tedarik zincirleri; stokta olmayan ya da üretilmemiş olan ürünlerin maliyetini minimize ederken, stoklama, sipariş verme, ulaştırma ve satın alma maliyetlerini de kontrol altında tutacak en iyi servisi sağlamalıdır. Genellikle tedarik zincirindeki en temel tedarik zinciri üyesi daha düşük satın alma maliyetine sahip olursa, bu olumlu etki zincirdeki diğer oyuncuların da verimli olmasına katkıda bulunacaktır (Şahin ve Robinson, 2002).

Tüm bu tanımlardan yola çıkarak tedarik zincirini, bir hizmet ya da ürün sunmak amacıyla üretici, perakendeci, dağıtıcı, tüketici ve diğer tüm oyuncuların bir araya geldiği ve ürün/ hizmet, bilgi, malzeme akışının olduğu bir ağ olarak düşünmek gereklidir. Bu ağ zincirini Şekil 1 ile de göstermek mümkündür.



Şekil 1: Tedarik Zinciri Ağ Yapısı

1. 1. 2. Tedarik Zincirleri Çeşitleri

Bir işletmenin içinde bulunduğu sektör, kurulduğu ülke, uymak zorunda olduğu hukuki ve ticari sınırlamalar, sattığı ürün ya da hizmet dünya üzerinde birbirinden farklı türde tedarik zincirlerinin oluşmasına neden olmuştur. Kendi hedefleri, sermayeleri, kaynakları birbirinden bağımsız işletmeler çoğu zaman ortak bir amaç uğruna kurulmuş birden fazla tedarik zincirinin üyesi konumundadır. Bu zincirde her işletme doğrudan ya da dolaylı olarak birbiriyle etkileşim halindedir. Bir işletme ihraç ettiği ürünlere bakıldığında uluslararası tedarik zincirinin bir oyuncusu iken, ulusal çapta satın aldığı hammadde ile başka bir tedarik zincirinin kilit noktasında bulunabilir. Burada atlanmaması gereken nokta birbirinden bağımsız gibi

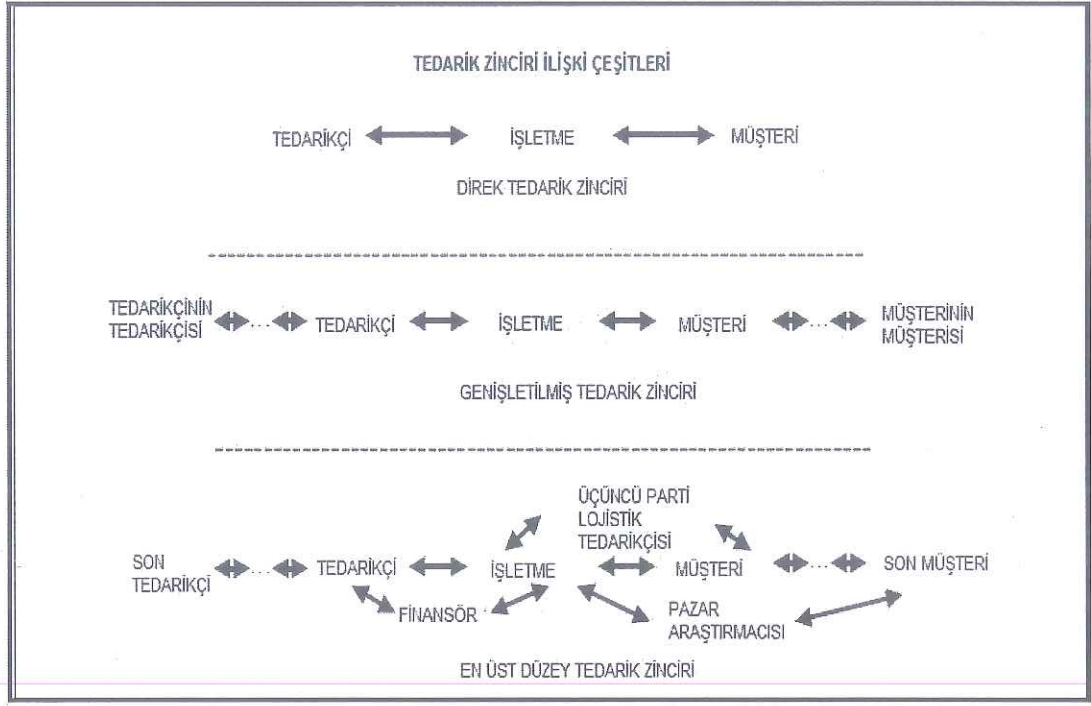
görünen bu iki tedarik zincirinin dahi ortak oyuncusu sayesinde birbirine bağımlı olduğudur.

Tedarik zincirlerini birçok açıdan sınıflandırmak mümkündür. Zincirdeki işletmelerin sayısına göre; basit, gelişen ve gelişmiş tedarik zincirleri olarak sınıflandırabilir.

Basit tedarik zincirleri genellikle KOBİ'lerin içinde bulunduğu, tek bir tip üretime dayalı ve üretici ile satıcı arasında işbirliğinin üst seviyede olduğu zincirlerdir. Ülkemizde en çok rastlanılan zincir tipi olup, güven ilişkisinin yüksek olduğu zincirdir. Gelişen tedarik zincirleri ise birden fazla tipte üretim yapan ya da hizmet sunan bir işletmenin ve bu işletmeye hammadde, mamul sağlayan tedarikçinin olduğu, müşteriye satıcının ulaştığı zincirlerdir. Zincirde üretici, satıcı, bir dağıtıcı ya da hammadde tedarikçisi bulunur. Daha karmaşık olduğu için zincir yönetimi biraz daha zorlayıcıdır. Gelişmiş tedarik zincirleri; birden fazla üretici, satıcı ve dağıtıcının bulunduğu, ulusal ya da uluslararası çapta faaliyet gösteren zincirlerdir. Yapısı gereği oyuncunun fazla olması, iç içe geçen işlemlerin varlığı nedeniyle yönetimi en zor ve riski en fazla olan zincirdir.

Günümüzdeki ve geçmişteki tedarik zincirlerini karşılaştırdığımızda ise öncelikle modern ve ilkel tedarik zinciri kavramlarını açıklama gerekir. Ticaretin ortaya çıktığı zamanlarda üreten ve satan/ değiştiren kişiler ya da basit işletmeler arasındaki işbirlikleri, ortaklıklar farkında olmadan tedarik zincirinin en basit ve ilkel halini oluşturmuştur. Günümüzde ise teknolojinin, altyapı sistemlerinin varlığı, dış ticaretin teşvik edilmesi, büyüyen ve uluslararası çaptaki tedarik ile satışın artışı tedarik zincirlerinin modern hale gelmesine katkı sağlamıştır.

Tedarik zincirlerini aşamalarına göre de sınıflandırmak mümkündür. Tek aşamaları tedarik zincirinde; tüm hammadde temini, üretim ve satış/dağıtım fonksiyonları birleştirilmiş durumdadır. Çok aşamalı tedarik zincirinde ise birçok işletmenin hammadde, üretim ve satış fonksiyonlarının ortak bir ağ aracılığıyla paylaştığı tek aşamalı zincirlerin çoğaltılmış halidir. Tedarik zinciri çeşitlerini aşağıdaki Şekil 2 ile de göstermek mümkündür.



Şekil 2: Tedarik Zinciri Çeşitleri (Mentzer, et al. , 2001)

1.2. Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Gelişen teknoloji, üretici, satıcı, dağıtıcı işletmeler arasındaki rekabetin her geçen gün artışı, ihracat ve ithalat işlemlerindeki yenilikler dünyadaki tüm tedarik zincirlerini etkilemektedir. Bu gelişmeler tedarik zincirlerinin de karmaşık hale gelmesine neden olmaktadır. Bir zincirde üretim maliyetlerini düşürmek isteyen üretici ile ürünün dağıtımını minimum sefer ile gerçekleştirmek isteyen dağıtıcı, stok seviyesini düşürmek isteyen perakendeci arasındaki dengenin sağlanması ve korunması kritik öneme sahiptir. Günümüzde zincirdeki tek bir işletmede verimliliği sağlamak veya karlılığı arttırmak sağlıklı bir zincir için yeterli olmayacaktır. Uzun dönemde maliyet düşümü, karlılıkta artış, yüksek standartta devamlı kalite sağlamak isteyen işletmeler içinde buldukları tedarik zincirinin yönetilmesine katkı sağlamak zorundadır. Bu zorunluluk tedarik zinciri yönetimi kavramının oluşmasına neden olmuştur.

1. 2. 1. Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımı

Yıllar içinde tedarik zinciri kavramının gelişmesi ve yayılması ile tanımlanmasında da farklılıklar görülmüştür.

Council of Logistics Management (CLM) Kurumuna göre Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY), tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur.

Tedarik zinciri yönetimi ana tedarikçiden son müşteriye kadar uzanan tüm malzemelerin hareketinden sorumludur. Tedarik zinciri riski bu hareket sırasında oluşan bir ani olay ya da planlanan akışta meydana gelen bir bozulma esnasında ortaya çıkar (Waters, 2011).

Tedarik zinciri yönetimi, hammadde tedarikçileri, üreticiler, depolar ve perakende ve toptancı satıcıların entegrasyonunu ve etkinliğini sağlayarak doğru miktar ve zamanlarda mal üretiminin ve ulaşımının düşük maliyetlerle sağlanmasına ve tüketicinin tatminine yönelik bir süreç olarak tanımlanabilir (Makatsoris ve Chang, 2001).

Tüm bu tanımlamalardan yola çıkarak tedarik zinciri yönetimini; maliyetleri minimize etmek ve müşterinin sağlayacağı faydayı maksimum kılmak amacıyla bir araya gelen işletmeler arasındaki bilgi, malzeme akışının yönetimi olarak tanımlayabiliriz. TZY, Zincirdeki işletmelerin tüm süreç, plan ve stratejilerinin ortak bir amaç için entegre edilerek belirlenmiş bir sistem ile yönetimidir.

Çoğu zaman işletmelerin kendi departmanları arasında amaç çatışması yaşanmaktadır. Minimum maliyetle en kısa sürede tedarik edilen bir malzeme ya da hizmeti almak isteyen satın alma fonksiyonu ile yüksek müşteri hizmeti sunmak isteyen pazarlama departmanları arasındaki dahi yönetimi güç anlaşmazlıklar çıkabilmektedir.

Buradan yola çıkarak birden fazla işletmenin bir araya gelerek oluşturduğu sağlıklı işleyen bir tedarik zincirinin yönetiminin ne denli güç ve farkındalık gerektiren bir süreç olduğunu görebiliriz. Dolayısıyla tedarik zinciri yönetiminde işletme, hem iç zincir yapısını hem de içinde bulunduğu ağı aynı anda yönetebilme becerisine sahip olmalıdır. Ancak bu beceriye sahip işletmelerin bulunduğu zincirlerin sağlamlığından ve esnekliğinden söz edilebilir.

1. 2. 2. Tedarik Zinciri Yönetimi Önemi

Tedarik zincirlerini oluşturan süreçlerin iki yaklaşımla ele alınabilir (Handfield ve McCormack, 2007). Bu faaliyette bulunulan sektöre, satın alma politikalarına, satış yapılan kitleye göre değişkenlik gösterebilir. 1. yaklaşım olan döngü yaklaşımında bir ürünün sipariş edilmesi durumunda müşteri, perakendeci, dağıtıcı, üretici ve tedarikçi arasındaki ayrı ve küçük tedarik zincirleri söz konusu olacaktır.

2. yaklaşım olan İtme-Çekme yaklaşımında; çekme sürecinde müşterinin ihtiyaçlarına göre ürün pazarlanmakta, itme sürecinde ise talep olmadan ürün müşteriye sunulmaktadır bu nedenle riski daha fazladır. Çekme yaklaşımını uygulayan işletmelerin başında bilgisayar üreticisi Dell şirketi örnek verilebilir (Handfield ve McCormack, 2007).

Tedarik zincirinde bulunan bir işletme, zincirin yapısı gereği üretici, tedarikçi, dağıtıcının başarısından da fayda sağlamaktadır. Bu nedenle tedarik zincirinin bir bütün olarak rekabetçi olması gereklidir. Örneğin uluslararası tedarik zincirinin oyuncusu olan bir televizyon üreticisini ele aldığımızda, yarı mamul ve mamullerini satın aldığı tedarikçisi de üretiminde belirli sertifikalara sahip olmalı ve gerektiğinde bunu kanıtlayabilmelidir. Ürünlerin sevkiyatını yaptıktan sonra takibini yapmak için nakliyecisinin de gerekli altyapıya sahip olması gerekmektedir.

Günümüzde işletmelerin sahip olması gereken en önemli özellik şeffaf bir bilgi akışını sağlayabilmesi ve zincirdeki tüm oyuncularını bilgi akışına dahil edebilmesidir. Bu bilgi akışında bir noktada çıkabilecek belirsizlik ya da gecikme acilen önlem alınarak giderilmeli ve süreklilik yeniden sağlanmalıdır. Ancak bu işbirliğini sağlayan işletmeler ortak bir hedef uğruna kendilerini koordine edebilirler.

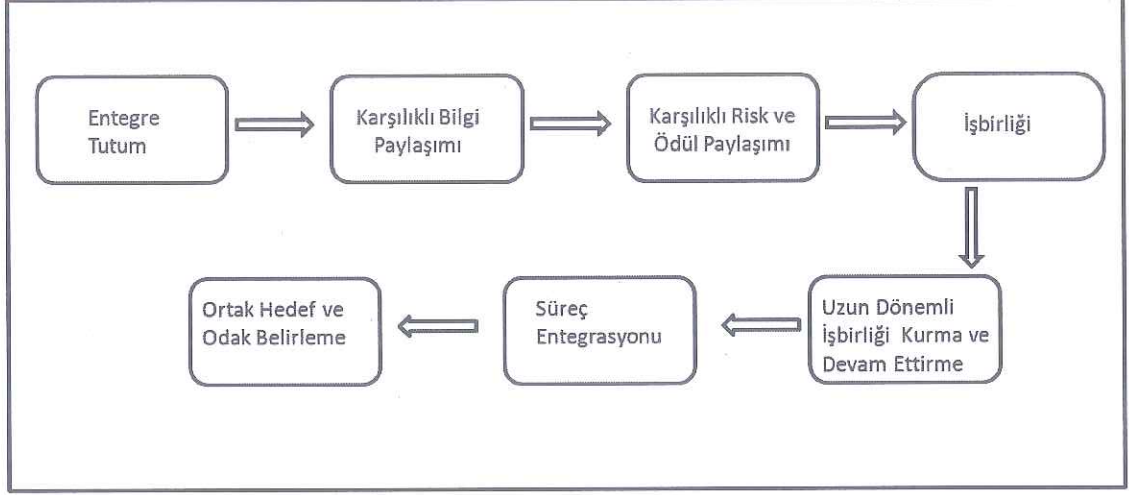
Kıtalararası ticaretin yaygınlaşması ve küreselleşme tedarik zincirlerinin de karmaşıklığını ve zincirler arasındaki bağımlılığın artmasına neden olmaktadır (Erhun ve Deleris, 2005).

Harrington (1996)'a göre başarılı bir tedarik zinciri yönetiminde mutlak olması gereken temel faaliyetler aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

- Tedarik zinciri dizaynının yapılması,
- Tedarik ya da satın alma,
- Şirket içi taşıma ya da trafik,
- Mal teslim,
- Depolama,
- Stok kontrolü,
- Malzeme elleçleme,
- Sipariş toplama,
- İşletmeler arası taşımada ya da trafik,
- Fiziksel dağıtım yönetimi,
- Atık ve çöp yok etme,
- İşletmeler arası iletişim.

Tedarik zincirinin yapısına ve içinde bulunduğu sektöre göre; dış kaynak kullanımı, uzun dönem kiralama, satış tahminleme, üretim planlama, müşteri hizmetleri yönetimi, uluslararası birleşme, 3. parti operasyonları da temel faaliyetlere dahil edilebilir. Burada önemli olan; faaliyetler arası rastgele sınırlar

çizmek yerine verimli bir akış için bir bütün içinde çalışmak olmalıdır. Bu akış aşağıdaki Şekil 3 ile de gösterilebilir.



Şekil 3: Tedarik Zinciri Yönetimi Aşamaları (Mentzer, et al., 2001)

1. 2. 3. Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları

Tedarik zinciri yönetiminin zincirdeki oyuncular için amaçlarına bakıldığında;

Üretici açısından;

- Hammadde maliyetini azaltmak,
- Gelişen teknoloji ve altyapı sistemleri sayesinde üretim kalitesini arttırmak,
- Daha hızlı ve az hatalı ürün üretilmesini sağlamak sayılabilir.

Tedarikçi açısından bakıldığında ise;

- Sipariş maliyetini azaltmak,
- Stok miktarını düşürmek ve stok devir hızını yükseltmek,
- Yeni pazarlara ulaşmak
- Müşteri tatminini yükseltmek sayılabilir.
-

Dağıtıcı açısından TZY amaçları arasında;

- Optimum depolama maliyetini ve yerini belirlemek,
- Pazara yakın olmak için zincirdeki diğer oyuncuların faaliyetlerini gözlemlemek,
- Dağıtım maliyetlerini optimizasyon problemleri ile çözümlenmek sayılabilir.

Tüm bu amaçlar incelendiğinde zincirdeki bir işletmenin amacının diğer oyuncuların amaçlarıyla yakından ilgili olduğu gözlemlenebilir. Zinciri meydana getiren oyuncuların birbiriyle uyumu ve tek bir amaç birliği için çalışmaları ortaya çıkacak nihai ürün ya da hizmetin istenilen düzeye ulaşmasını sağlayacaktır.

1. 2. 4. Tedarik Zinciri Yönetiminde Güncel Yaklaşımlar

Tedarik zincirleri yapısı gereği; kırılğan ve değişikliğe açık yapıda oldukları için karar vericiler sürekli olarak yönetsel ve operasyonel karar değişikliklerine gitmektedir. Artan rekabet, tedarik zincirinde meydana gelen yeni üretim ve satış teknikleri, uluslararası alanda büyüme ya da küçülme, işletmelerin ana faaliyetlerine yoğunlaşarak dış kaynak kullanımına gitmeleri, ileri veya geriye yönelik işletme birleşmelerinde bulunma, değişen hükümet politikaları, e-tedarik ve lojistiğe yönelmek tedarik zincirlerinin yapısında sürekli bir değişimi gerektirmektedir.

Jüttner (2005)'e göre globalizasyon, stok seviyesini azaltma, küçülen alım miktarları, dış kaynak kullanımı da tedarik zincirinin kırılğanlığını ve olumsuz koşullardan etkilenme derecesini arttırmaktadır. Tedarik zincirlerini değişmeye ve gelişmeye iten yaklaşımlar aşağıdaki şekilde ayrıntılandırılacaktır.

1. 2. 4. 1. Tedarik Zincirlerinin Entegrasyonu

Tedarik zincirlerinin birleşebilmesi için öncelikle zincirdeki her işletmenin kendi içerisindeki lojistiğini tek bir amaç için mümkün olduğunca verimli hale getirmesi gerekmektedir. İçsel birleştirme olarak adlandırılan bu durum kısmen zor ve pahalı bir yöntemdir, çünkü işletme bağlı olduğu zincirdeki diğer oyuncuların süreçleri ve lojistiği hakkında bilgi sahibi değildir.

Tedarik zincirinin esas mantığı tüm zincirdeki oyuncuların verimli birer işletme haline gelmesi ve ortak bir ana hedef için çalışması olduğundan, herhangi bir noktada yaşanabilecek ani bozulma, felaket ya da problemin tüm zinciri etkileyecektir. Bu durumda sadece içsel birleşmenin yeterli olmadığı görülecektir. Bu nedenle dışsal birleştirme adımı verdiğimiz son tüketiciye daha kaliteli ürün sunmak için şeffaf bir bilgi akışının sağlanarak birleşmesi gündeme gelmektedir. Zincirin tamamında meydana gelen bu birleşme türünde ortak amaçların varlığı, daha yüksek müşteri memnuniyetini düşük maliyet ile sağlama, değişen şartlara daha hızlı ayak uydurma, üretkenliğini ve verimliliğin kontrol edilebilir şekilde artışı, katma değeri olmayan aktivitelerin ayıklanması gibi faydalar görülmektedir.

Sayılan faydaların yanı sıra yapısı gereği zincirdeki tüm oyuncuların birbirlerine ait şirketsel sırlarını/bilgilerine sahip olabilmesi ve/veya bu bilgilerin zincir dışındaki bir işletme tarafından sızdırılması, zincirdeki bir işletmenin kendi sırlarını paylaşmak istememesi gibi durumlar da göz önünde bulundurulması gereken durumlardandır.

İçsel ve dışsal bütünleşmelerden bahsedilmişken işletmelerin tek ya da birden fazla tedarikçi ile çalışması durumunda sağlayabileceği avantajlardan da bahsetmek gerekmektedir. Dışsal bütünleşmenin ilk şartlarından birisi sahip olunan tedarikçi sayısını azaltmaktır. Son yıllarda tüm dünyadaki işletmelerin tedarikçi sayısını azaltma yoluna giderek işbirliklerinin kapsamını değiştirmek istediği bir gerçektir. Nitekim hala birçok işletme için fazla tedarikçiye sahip olunması avantaj olarak görülmektedir. Tedarikçiler arasındaki rekabetin artması sonucu düşen fiyatlar, ani bozulma ya da taleplere karşı yaşanabilecek zararın azalması, tedarikçilerden Pazar hakkında daha fazla bilgi sahibi olunabilmesi gibi nedenlerle alternatif tedarikçilerin varlığı tercih edilmekte. Ancak günümüzde işletmeler tek bir tedarikçiyle uzun dönemli ve garanti bir iş ilişkisi kurmayı, standart kalitede bir hizmet/ ürün tedarikçisini, ölçek ekonomisinden yararlanmayı tercih etmektedir. Alıcı ve satıcının bir araya gelerek satış ve stok tahminlemesi yapması uzun vadeli işbirliklerinin kurulmasını yol açmıştır.

1. 2. 4. 2. Maliyet Azaltımı

Tedarik zincirlerinde maliyet azaltmak sanıldığı gibi aksine karmaşık ve yorucu bir süreçten geçmektedir. İşletmeler minimize edilmiş stoklar, daha az kaynak ile daha az işçi çalıştırma hedefleriyle tekrar edilen prosesleri, katma değeri olmayan süreçleri yok etmek için çabalar. Tam zamanında üretim (JIT : Just in Time) bu hedefin doğrultusunda ortaya çıkmış bir üretim biçimidir. Bu üretim biçiminde bir proseste her bir işlem için ihtiyacı olduğundan fazla zaman verilmemekte, zaman, hammadde, işçilik gibi girdilerin optimum şekilde kullanımı hedeflenmektedir. Gerçek anlamda uygulandığında mükemmel bir sonuç veren JIT, sistemde meydana gelen küçük bir duruş, gecikme, kaza, acil talep veya ürün gamındaki değişimi nedeniyle tahmin edilenden daha komplike bir hal alabilir. Her yaklaşımda olduğu gibi karar vericiler genellikle yöntemin fayda sağlayan kısmına odaklandığı için riskleri göz ardı edebilmektedir.

1. 2. 4. 3. Esnek Lojistik

Ürün yaşam evrelerinin kısalması, pazar ihtiyaçlarının zaman içerisindeki hızlı değişimi, taleplerin kırılganlığı tedarik zincirlerinin hızlı cevap verebilen, esnek yapıda olmalarını gerektirmektedir. İşletmelerinin bu yaklaşıma yönelik üretim sistemlerinin ve kapasitelerinin olması, 2 farklı ürün/ hizmet sunumuna yönelik çalışmaya istekli olması şarttır. Ancak esnek bir yapıya sahip olurken düşük maliyet, etkin kaynak kullanımı da unutulmamalıdır (Waters, 2011).

1. 2. 4. 4. E-tedarik

Gelişen teknoloji ve artan rekabet günümüz işletmelerini zamandan ve yerden tasarruf ettirmeye yöneltmiştir. İşletmeler hem tedarikçilerini hem de müşterilerini sahip oldukları elektronik sistemler aracılığıyla bulmaya başlamış ve işletmeler arası işbirlikleri bu sistemler üzerinden ilerlemeye devam etmiştir. İşletmeler arası tüm ticari faaliyetler (B2B; Business to Business), işletme ve tüketici arası tüm ticari faaliyetler (B2C; Business to Customer) son tüketiciler arası tüm ticari faaliyetleri anlatan (C2C; Customer to Customer) sistemleriyle tüzel ve gerçek kişiler fiziksel stoktan, satış tahminlemesine kadar yapılan tüm işleri rahatlıkla takip edebilmektedir. Tedarik zincirindeki işletmelerin sistemlerinin entegre edilmesi, tedarikçinin müşterisinin stok seviyesini görebilmesine, alış miktarlarını

raporlayabilmesine olanak veren bu gelişmiş sistemler sayesinde TZY farklı bir boyut kazanmıştır. VMI (Vendor Managed Inventory), CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment) gibi tedarik zincirindeki akışı birbirine entegre eden metotlar sayesinde zincirin etkinliği ölçümlenebilir bir hal almıştır (Waters, 2011).

1. 2. 4. 5. Globalizasyon

Küreselleşme fiziksel olarak birbirinden uzak ve bağımsız zincirleri bir araya getiren, sınırları yok sayan bir kavram olarak yıllardır önemini korumaktadır. Gelişen tedarik zincirleri sayesinde bir kıtadan diğer bir kıtaya işletmeler ulaşabilmekte, faaliyetlerini başka ülkelerde devam ettirebilmekte, yeni tedarikçi ve müşterilerle buluşma imkanına sahip olmaktadır. Düşük işgücü ve maliyet, ölçek ekonomisi, hammaddeye yakınlık, kaldırılan ticari ambargolar, hükümet politika ve teşvikleri, yeni pazarlara yakınlık gibi nedenler küresel operasyonların artmasına destek olmaktadır. Çağrı merkezlerini ucuz işgücü nedeniyle Uzakdoğuya kuran GSM şirketlerin; üretimlerini Çin, Vietnam gibi ülkelere taşere eden ya da bu ülkelerde fabrika kuran işletmelerin sayısı her geçen gün artmaktadır.

Her yaklaşımda olduğu gibi bu yaklaşımın da gözlemlenebilir riskleri bulunmaktadır. Merkezinden uzak bir yerde kurulan bir fabrika, kontrol edilme güçlüğü, kültürel farklılıklar, dil problemleri, yasal düzenlemeler, öngörülemez ekonomik koşullar nedeniyle zorlanabilir ve hatta kapanma tehlikesi bile geçirebilir. Ayrıca içinde bulunulan tedarik zinciri uzadıkça ve uluslararası boyuta geçtikçe riskin artacağı öngörülmektedir. Elleçleme sayısında artış, gümrükleme süreçleri, uzayan nakliye masrafları, maliyetinden dolayı büyük miktarda sipariş verme zorunluluğu işletmeler için birer risk unsuru olmaktadır. Başka bir ülkede kurulan fabrika, depo vb. yerlerin kurulumunda ve uluslararası ürün/hizmet teminin yapıldığı tedarikçilerin seçiminde detaylı bir risk haritası çıkarmak ve analizi yapmak şarttır.

1. 2. 4. 6. Dış Kaynak Kullanımı

Kendi öz faaliyetlerine yoğunlaşmak isteyen işletmeler, organizasyonlarının var oluşunu destekleyen yan ve yardımcı faaliyetleri alanında uzmanlaşmış başka bir işletmeye devredebilir. Bu sayede bu faaliyetlerin kontrolünü tek tek yaparak vakit harcamak yerine bu kapasitesini kendi öz faaliyetlerine yöneltebilir. Bu devire 3. parti lojistik ya da dış kaynak kullanımı denilmektedir.

Genellikle maliyet azatlımı, zaman içerisindeki değişkenliğin hızı, mali yükümlülüklerden kaçınma, riskin aktarılabilmesi, uzmanlaşmış hizmetten faydalanma gibi nedenlerle işletmelerin birçoğu bu yöntemi kullanmaktadır. Günümüz tedarik zincirlerinde dış kaynak kullanımında bulunmayan işletme sayısı her geçen gün azalmaktadır. her yaklaşımda olduğu gibi bu kullanımda da dikkat edilmesi gereken hususlar; kontrol edilebilirliğin zaman zaman azalabilmesi, hizmet ya da malın temin edildiği firmaya duyulan fazla güven, beklenen kalite hizmet ya da ürün alınamaması gibi riskler göz önünde bulundurularak takip ve performans ölçümünün düzenli yapılması gerekmektedir. Dış kaynak kullanımı; güncel yaklaşımlar içinde en çok yaygın gözlemlenebilen yaklaşım olduğu için çalışmanın devamında ayrıca detaylandırılacaktır.

1. 3. Tedarik Zincirinde Dış Kaynak Kullanımı

Artan rekabet ve son tüketicilere sunulan hizmet ya da malların kısa ömrü nedeniyle işletmeler zaman zaman dış kaynak kullanımına gitmektedir, özellikle içinde bulunduğumuz yüzyılda dış kaynak kullanımı en büyük maliyet avantajlarından birisi olarak görülmektedir. Bunun esas nedeni ise düşük maliyetlerdir.

Dış kaynak kullanımı en basit tanımıyla; bir işletmenin uzmanlık alanında olmadığı ya da mevcut kapasitesinin talebi karşılayamadığı durumlarda bir hizmet ya

da ürünün sunulması için gerekli faaliyetleri başka bir işletmeye devretmesidir. Bu uygulama işi devreden işletme için zaman ve maliyet tasarrufunu beraberinde getirecektir.

Tedarik zincirlerinde dış kaynak kullanımında göz ardı edilmemesi gereken en önemli nokta; devredilen hizmetin ya da üretimin, en azından devreden işletmenin sunacağı kalite ve özellikte olmasını sağlamaktır.

Bu risk her türlü dış kaynak kullanımında mevcut olup, yaşanabilecek kontrol zorluğu, fiziksel mesafelerin varlığı gibi nedenlerle zaman zaman ana işletmeyi tehdit eden bir unsur haline gelir. Dahası içinde bulunulan tedarik zinciri üyelerinin bir kısmı uluslararası alanda faaliyet gösteriyor ise yukarıda bahsedilen risklerin yanı sıra uluslararası ticaretin getirdiği döviz ve faiz riski, ülkelerin ticari politika farklılıkları, doğal afetler de göz ardı edilemeyecek ve dış kaynağa yönelirken mutlaka düşünülmesi gereken hususlardır. az maliyetli ürün ya da hizmetin henüz gelişmekte olan ülkeler tarafından dünyanın birbirinden bağımsız yerlerinde veriliyor olmasıdır.

Gelişmekte olan ülkelere devredilen ucuz işçilik gibi dış kaynak kullanımlarında yaşanabilecek risklerin başında nihai ürün kalitesindeki farklılıklar, geç teslimat olasılığı, uzun süren taşıma süreleri gelmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin üretimi yaptıran işletmelere olan uzaklığı yaşanabilecek riskin boyutunu ve etkisini arttırmaktadır. Her ne kadar günümüzde bu tarz dış kaynak kullanım örneklerine rastlansa da uzun dönemdir var olan ve sağlıklı işleyen tedarik zincirleri de mevcuttur. Tedarik zinciri partneri ya da işin bir kısmının ya da tamamının devredildiği uzmanlaşmış işletmenin seçimi bir işletme için en zor ve önemli kararlardan birisidir (Wu ve Olson, 2008).

1. 4. Tedarik Zinciri Yönetiminin Avantaj ve Dezavantajları

Yarı mamullerin tedarikçiden müşteriye sevkiyatı sırasında amaç, taşıma ve ceza masraflarını en aza indirmektir (Sawik, 2014). Bu nedenle zincirdeki bir

oyuncunun tedarik zinciri yönteminin bir parçası olması hem kendi işletmesi için hem de zincirdeki diğer oyuncular için maliyet azaltımı sağlayacaktır.

Küreselleşme, ulaşım ve iletişim ağları altyapılarına duyulan güven ve yığın üretim gibi trendler yüzünden tedarik zincirlerinin kırılganlıkları artış göstermektedir. İç içe geçen üretim süreçleri, son tüketici ve ilk tüketici arasında oluşan bağların zaman zaman dirençsiz olmasına sebep olabilir. Alınan taktiksel ve stratejik kararlar ile bu ani değişikliklerin önüne geçilmek istenmektedir. Ancak dış kaynak kullanımının arttığı son yıllarda bu değişiklikleri önlemek zorlaşmaktadır.

Bunu gerçekleştirirken karar vericiler risklerin önüne geçmek, etkisini azaltmak için birtakım destekleyici araçlara ihtiyaç duyar (Erhun ve Deleris, 2005). Bu çalışmada en önemli destekleyici araçlardan biri olan Monte Carlo Simülasyonu kullanılacaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ VE RİSK YÖNETİMİ

2. 1. Risk ve Belirsizlik Kavramı

Belirsizlik; gelecekte meydana gelebilecek olaylar tahmin edilebildiğinde ortaya çıkar, ancak tam olarak ne zaman ve nasıl ortaya çıkacağı bilinmez, risk söz konusu ise karşılaşılabilecek olayların tahmini yapılır ve gerçekleşmesi için bir olasılık öngörülebilir (Waters, 2011). Her iki kavram da gelecek hakkında yetersiz bilgi ve olayların meydana gelip gelmemesiyle ilgilenmektedir.

Belirsizliğin aşamaları (Waters, 2011)'a göre;

- Reddetme; gelecekte ne olacağı ile ilgili hiçbir fikrin olmadığı durumlarda,
- Belirsizlik; karşılaşılabilecek olayları sıralandığı ancak olasılık verilmediği durumlarda,
- Risk; karşılaşılabilecek olayları sıralandığı ve olasılık verildiği durumlarda,
- Kesinlik; gelecekte ne olacağını tam olarak bildiğimizde ortaya çıkar.

İncelenen işletme açısından bakıldığında yeni bir çimento türünün 2016 yılındaki satış miktarının düşük olacağını düşünmek belirsizlik iken, yapılacak bir pazar araştırması ile satışların %50 yüksek olacağını bilgisine sahip olmak risktir. Yüzde 85 etki eden yakıt kalemi olan kömür tedariği ile ilgili yeni bir maden açılıp açılmaması belirsizlik iken, 2016 yılında %20 olasılıkla maden açılmayacağını bilmesi bir risktir ve riski tanımlayıp aksiyon alabilmek mümkündür.

2. 1. 2. Risk Tanımı

Geçmiş yıllarda risk tamamen olumsuz bir kavram olarak ele alınmışken; son yıllarda risk ve yönetimi konusunda farkındalığın artmasıyla bir fırsata dönüştürülebilen tehdit olarak algılanmaktadır (Güneş, 2009).

En genel tanımıyla risk; belirli faaliyetlerinin sonuçlarının önceden öngörülemeyen durumlarda ortaya çıkan belirsizlik durumu olarak nitelendirilebilir. Belirsizliğin olduğu durumlarda riskin olması kaçınılmazdır. Ancak belirsizliğin kişiden kişiye değişebilen bir kavram olması, ölçülebilirliğini ortadan kaldırmaktadır.

Risk, işletmelerin tüm faaliyetlerinde kalıcı ya da geçici hasarlara neden olabilecek olasılıkların ve etkilerin bütünüdür.

Risk, öngörülemeyen biçimde makro ve/veya mikro ölçüde yaşanan olay ve veya şartların tedarik zincirindeki bir noktada operasyonel, taktiksel veya stratejik seviyede meydana getirdiği düzensizlik veya başarısızlığın etki ve olasılığı olarak tanımlanabilir (Ho, Zheng, Yıldız ve Talluri, 2015).

Tedarik açısından bakıldığında risk; belirli bir tedarikçiden alınan ürünün temin edilmesine yaşanan toplam potansiyel kayıp ile ilgili algı olarak tanımlanabilir (Ellis, Henry ve Shockley, 2010). İlk üreticiden son kullanıcıya kadar uzanan ürünün akışında karşılaşılan bilgi, materyal, ürün riskinin tamamıdır (Jüttner, Peck ve Christopher, 2003).

Tedarik zinciri riski ve tedarik zinciri risk yönetimi kavramlarının tanımlanmasında bir fikir birliği olmadığı için, araştırmacılar riskin sadece belirli bir yönüne ve/veya çeşidine yoğunlaşmıştır.

Philips firmasının New Mexicodaki fabrikasının 2000 yılında fırtınadan etkilenmesi ve sonucunda çıkan yangının sonuçları, tedarik zincirlerinde risk faktörünün giderek artan önemine örnek olarak gösterilebilir. Her ne kadar yangın Philips'in fabrikasında sadece on dakikalık bir kesintiye neden olduysa da etkisi aylar sürecektir sürecin de başlangıcı sayılmaktaydı. Devreye giren yangın söndürme sistemi hem üretimdeki hem de stoklardaki binlerce çipin kullanılamaz hale gelmesine neden oldu. Bu durum Philips'in en büyük iki müşterisi olan Nokia ve Ericsson'u çok farklı biçimlerde etkileyecekti.

Uzun yıllar boyunca Ericsson çip tedarikçisinde tek tedarikçisi Philips ile çalışmakta ve bu durumun daha hızlı teslimat ve daha düşük maliyeti sağladığına inanmaktaydı. 2000 yılında çip fabrikasında meydana gelen kazadan etkilenmeyeceğini düşünen Ericsson, sadece bu kaza yüzünden %14 lük pazar payını kaybetti ve 400 milyon dolar zarara uğradı. Philips üç hafta boyunca fabrikasını kapattı ve kazadan önceki kapasitesinin yarısını sağlamak için altı ay boyunca bekledi. Karşılaşılan bu zarar sonrası Ericsson tedarik yaklaşımını değiştirerek birden fazla tedarikçiyle çalışma ve risk yönetim sistemi kurulması için ilk adımları attı.

Öte yandan Philips'in fabrikasında meydana gelen yangın bir diğer tedarikçisi Nokia'yı da etkilemiştir. Nokia ve Ericsson'nun yaptığı alımlar, Philips'in satışlarının %40'ına tekabül etmekteydi. Nokia bu kaza sonrası çok daha hızlı önlem alarak tedarikçisi ile iletişime geçmiştir. Bu kadar hızlı aksiyon alabilmesinin nedeni ise daha önceki yıllarda benzeri kesintilere maruz kalması ve işletme içinde bir risk uyarı sistemi kurmasındandır. Nokia Philips'in çip üretiminin diğer üretim merkezlerine aktarması konusunda baskıda bulunmuş ve çipin tasarımını değiştirerek diğer lokasyonlardaki fabrikalardan gerekli çipleri kısa sürede tedarik edebilmiştir. Her şirketin risk yönetimi karşılaştırıldığında Nokia'nın içinde bulunduğu tedarik zincirinin daha esnek, risk tanımlama, kontrol etme ve gözlemlenme prosedürlerinin varlığı etkili olmuştur (Waters, 2011).

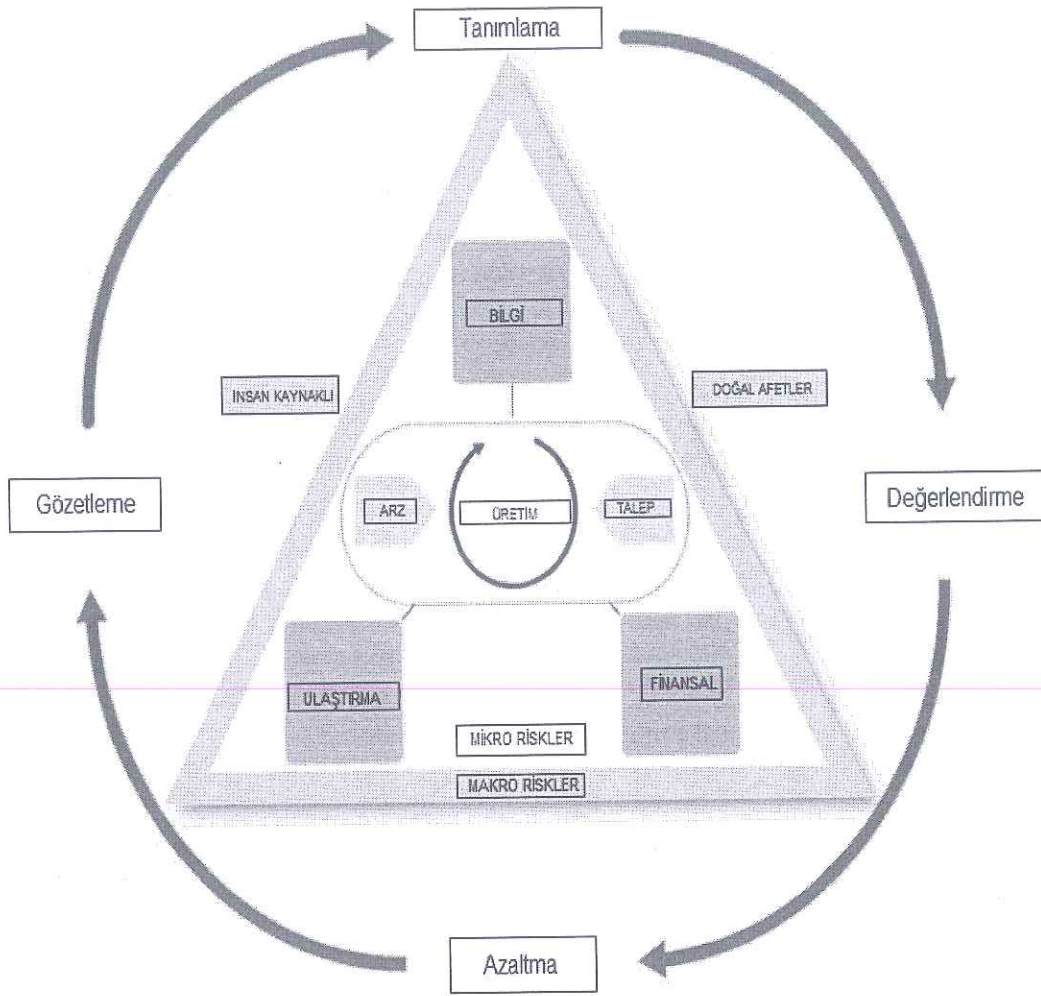
Yukarıdaki örnekten de anlaşılacağı gibi beklenmeyen küçük aksiliklerin etkisi öngörülemez zararlar yol açabilmektedir. Bu durumda günümüz tedarik zincirlerinin ne kadar küresel ve önlenemez şekilde birbirine bağlı olduğunun bir göstergesidir. Örnekte olduğu gibi Amerikadaki bir fabrikada meydana gelen bir yangın İsveç'teki telefon üreticisini etkileyebiliyor. Bu örnek gösteriyor ki tedarik zincirinin herhangi bir noktasında meydana gelen bozulma, gecikme ya da kesinti onarılamaz hatalara ve sonuçlara yol açabiliyor. Günümüzdeki işletmelerin riske karşı alacağı önlemlerin önemi anlatılırken bu ve benzeri örneklerin hatırlatılması gerekecektir.

2. 1. 3. Risk Çeşitleri

Günümüz teknolojisi, artan rekabet koşulları işletmeleri çok fazla risk çeşidine maruz bırakmıştır. İçinde bulunulan sektör, faaliyet alanları, sermaye büyüklüğü de bu riskleri çeşitlendirmektedir.

Tedarik zincirindeki riskler kapsamına göre ikiye ayrılır; makro ve mikro riskler. Makro riskler; işletmelerin kontrol edemediği doğal (deprem, sel vb) ve insan hatası nedeniyle ortaya çıkan risklerdir. Mikro riskler ise; talep, üretim, tedarik ve altyapısal risk gibi işletmenin kendine has risklerdir. Makro riskler; mikro risklere göre daha etkili ve büyük çapta etkili iken zincirdeki işletmeler arasında oluşan kaçınılması daha zor olan risklerdendir.

İşletmelerin maruz kaldığı riskler Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4: Tedarik Zincirindeki Risklerin Kavramsal Çerçevesi (Ho, Zheng, Yıldız ve Talluri 2015)

Risk tanımlamaları gibi; risk çeşitleri de işletmelerin büyüklüğüne, buldukları sektöre, faaliyet gösterdikleri bölge ve ülkelere göre çeşitlilik göstermektedir. Fiyat ve nihai ürün ile ilgili belirsizliğin olduğu ortamlarda; tedarik zincirine zarar verecek düzeyde yıkıcı etkiye sahip riskler ile karşı karşıya kalınabilir. Son yıllarda karşılaşılan risk çeşitleri arasında sözleşmeye uymamadan doğan riskler sayılabileceği gibi hemen hemen tüm işletmeler tarafından bilinen ancak önlem alınmayan etkisi büyük, olasılığı az riskler de mevcuttur.

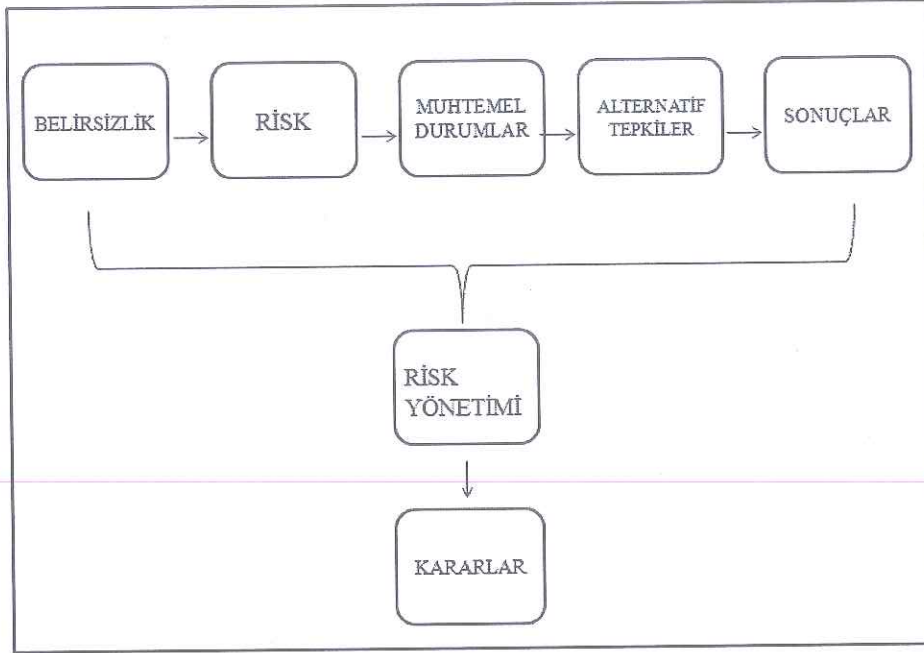
Risk tanımlaması yapan bir grup yazar ise riski 2 gruba ayırarak; içsel (operasyonel) ve dışsal (çevresel) olarak tanımlamıştır (Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006); Trkman and McCormack (2009); Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010); Olson and Wu (2010)). Wu, Blackhurst ve Chidambaram (2006) riski gruplandırırken; içsel (kontrol edilebilir içsel risk, kısmen kontrol edilebilir içsel risk, kontrol edilemez risk) ve dışsal (kontrol edilebilir dışsal risk, kısmen kontrol edilebilir dışsal risk, kontrol edilmez dışsal risk) risk ayırımı yapmıştır. Trkman ve McCormack (2009) ise iç kaynaklı (pazar ve market riskleri) ve dış kaynaklı ile sürekli (terörist saldırıları, enflasyon oranı vb.) olarak iki grupta tanımlamıştır. Kumar, Tiwari ve Babiceanu (2010) riski gruplandırırken içsel (tedarik, talep, üretim vb.) ve dışsal (doğal afetler, döviz oranı nda dalgalanma vb.) olmak üzere ikili gruplandırmayı tercih etmiştir. Yapılan çalışmalarda mikro düzeyde yaşanan risklerden olan tedarik, talep ve üretim riski daha çok çalışılırken bilgi, ulaşım ve finansal risklere daha az önem verilmiştir.

2. 1. 4. Risk Yönetimi

Risk yönetimi; risklerin probleme dönüşmeden önce belirlenip, en aza indirgenmesini sağlayacak çözümleri üretmeye yönelik yapılan girişimlerin tamamıdır. Risk yönetiminde riskin tamamen yok olması mümkün olmayabilir, hatta işletmelerde istenilen karı elde etmek için kabul edilebilir düzeyde riske katlanmak gerekmektedir. Önemli olan karşılaşılan belirsizliğin işletmeleri çalışmaya ve riskle baş etmeye yöneltmesidir. Tedarik zincirindeki işletmeler bazı risklere daha duyarsız ve/veya tepkisiz kalacağı gibi, bazı riskleri üstlenmekte ve sonuçlarına katlanmaktadır. Tedarik zincirini yönetirken önemli olan bu dengeyi kurabilmektir.

Risk yönetimi; işletmedeki tüm risklerin sistemsel olarak tanımlanması, analizi ve aksiyon alınmasıdır. Dolayısıyla tüm bu aşamaların gerçekleşmesi için belirli bir zaman geçmesi gerekmektedir. Özellikle ilk defa risk yönetim sistemi kuran bir işletmede yaşanabilecek durumlarla ilgili bir kaynak bulunmadığı için, işletmeler zaman içerisinde bu kaynağı oluşturur.

Bu genellikle karar vericiler için vakit alıcı, sürekli dikkat gerektiren bir süreç olduğu için risk yönetimi ertelenen ya da göz ardı edilen bir süreç olmuştur. Risk yönetimini en basit haliyle Şekil 5'te özetlenmiştir.



Şekil 5: Risk Yönetiminin Temel Süreci (Waters, 2011)

İşletmeler için başta belirsizlik içinde olan durumlar, elde edilen tecrübe sayesinde olasılık ve etkilerinin gözlemlenmesiyle risk halini alır ve gerçekleşmesi olası olaylara dönüşür. Karar vericiler olası olaylar ve durumlar için alternatif cevap üretir. Bu cevaplar ve alınan önlemler işletmeyi risk yönetimine götürür ve işletme çıkan sonuçları yorumlayarak entegre bir sistem kurmayı başarır.

2.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Tedarik zinciri risk yönetimi kurumlar arası işbirliği için niceliksel ve niteliksel risk yönetim metodlarından faydalanarak riski tanımlamak, değerlendirmek, önlemek ve kontrol etmek amacıyla beklenmeyen makro veya mikro seviyede tedarik zincirinde olumsuz biçimde meydana gelen olay ya da koşulların yönetimidir (Ho, Zheng, Yıldız ve Talluri, 2015).

Tedarik zincirindeki riskin tanımını yaparken herhangi bir sınıflandırma yapmayan araştırmacılar olduğu gibi birçok yazar da sınıflandırma yapmayı tercih etmiştir. Jüttner, Peck ve Christopher (2003) riski üç gruba ayırarak organizasyonel veya içsel risk, ağ ile alakalı veya tedarik zincirindeki risk ve çevresel veya dışsal risk olarak tanımlamıştır. Lind ve Zhou (2011) riski dış çevredeki risk, tedarik zincirindeki risk ve içsel risk olarak tanımlarken; Jüttner, Peck, and Christopher (2003) çevresel, ağ ile ilgili risk ve organizasyonel risk olarak tanımlar. Christopher and Peck (2004) ağ dışında yaşanan risk, firma dışında ancak tedarik zincirinde yaşanan risk ve organizasyon içinde yaşanan süreç ve kontrol riski olarak gruplandırmıştır.

Tedarik zinciri yönetiminin amacı; tedarik zinciri boyunca gerekli kaynakların verimli bir şekilde yüksek müşteri tatmini ve düşük maliyet amacıyla bir diğer oyuncuya hareket etmesini sağlamaktır. Bunu başarmak için zincirdeki oyuncular, hem tedarik zincirinin yapısı hem de malzeme akışını kontrol eden bir yapı tasarlanmalıdır. Tedarik zincirlerinin karışık yapısı ve doğası yapısı onları riske karşı savunmasız durumda bırakmaktadır, bu nedenle zincirde meydana gelecek ani bir değişiklik zincirdeki bütün oyuncuları olumsuz ve geri dönülemez şekilde etkileyebilecektir.

2. 2. 1. Tedarik Zincirinde Riskin Tanımı ve Önemi

Tedarik zincirinin bir aşamasında meydana gelen bozulma, gecikme vb. olaylarını önlemek ve etkilerini kontrol altına almak için işletmelerde riske verilen önem son 10 yılda artış göstermektedir (Ho, Zheng, Yıldız ve Talluri, 2015). Bu nedenle işletmelerin kontrol altına alabileceği içsel riskler daha az sayıda zincir oyuncusunu etkiler. Örneğin sevkiyatlarda meydana gelen gecikme, stok yetersizliği, insan hataları, bilgisayar sistemindeki ani bozulmalar vb. sayılabilir. İçsel riskleri azaltmak için genellikle üretici işletmeler stok seviyesini yükseltmeyi tercih eder, ancak seviye yükseldiğinde stok maliyeti artacağı için risk artacaktır. Örneğin JIT stok maliyetini azaltmak ve verimliliği arttırmak için kullanılan bir yöntemdir ancak bu sürecin etkin şekilde yönetilmemesi durumunda riski de arttıran bir unsur olabilir.

Diğer risk çeşidi ise dışsal risk olarak tanımlanır ve zincirdeki diğer işletmelerden kaynaklanan sorunlardır, kontrolü daha zordur. Etkileri daha büyük olabilir. Örneğin; deprem, savaş, terör saldırıları, hammadde kısıtlamaları vb. sayılabilir. Her bir işletmenin farklı operasyonları, hedefleri ve yapıları olduğu göz önüne alındığında tedarik zincirlerinde riskin kaçınılmaz olduğu gerçektir. Özellikle dışsal kaynaklı riskler, işletmede karar vericilerin öngöremediği ancak etkisini azaltabileceği risk çeşididir.

2. 2. 2. Tedarik Zinciri Risk Yönetim Süreci

Sürekli artan rekabet ortamına ayak uydurabilmek için işletmeler riski yöneterek ve zincirdeki olası bozulmaları önleyerek mevcut kapasitelerini artırma yolunu tercih etmektedir. Bunu yaparken önemli olan büyüyen ve gittikçe karmaşık hale gelen global tedarik zincirlerinin varlığını kabul etmektir. Zincirdeki ilk üretici, dağıtıcı ya da son tüketicinin vereceği bir kararın tüm zincirdeki işletmelere vereceği zarar ya da faydanın farkına varılması ilk adım olarak nitelendirilebilir (Handfield ve McCormack, 2007).

Operasyonel ya da yönetsel düzeyde riske olan duyarlılığı ve sorumluluğu arttırmak için her işletmenin kendi kültürünü, sektörünü, hedef kitesini göz önüne alarak oluşturması gereken risk yönetim süreci bulunmaktadır.

Handfield ve McCormack (2007) bu süreci aşağıdaki şekilde maddelemiştir :

1. Risk farkındalığı oluşturma; riski tanımlamak için işletmenin farklı kademe ve görevlerindeki çalışanlardan bir ekip kurulmalıdır. Bu ekibin içerisinde her bölüm ve kademedeki çalışanın olması; operasyonel risklerin detaylandırılması ve işletmenin risk haritasının çıkarılması açısından önemlidir. Bu ekip aynı zamanda tüm diğer çalışanların da riske karşı bilinçlendirmesini arttıracaktır.

2. Riski tanımlama ve gruplandırma; yapılan beyin fırtınaları ve toplantılar sonrası ekip riskleri tanımlamaya ve gruplamaya başlar, genellikle bu riskler 4 ana başlık altında takip edilebilir; finansal, stratejik, operasyonel ve ölümcül riskler. Ekibin tanımladığı tüm olası riskler bu başlık altında yer almalıdır.

3. Riski önceliklendirme; değerlendirme ve filtreleme; takım belirlenen riskleri tedarik zincirindeki ve üretimindeki operasyonlarla bağdaştırır. İşletmelerde takım oyuncuları ya da bölüm müdürleri bu aşamada tanımlanan riski kabul etmeyebilir, çünkü yöneticilerin çok büyük bir bölümü riski görmezden gelmeyi tercih etmektedir. Önemli olan tanımlanan riskin etki ve olasılıklarının belirlenmesidir. Bu değerlendirme sonucu aşağıdaki Şekil 6'daki gibi bir sınıflandırma ortaya çıkabilir.



Şekil 6: Risk Haritası (Handfield & McCormack, 2007)

4. İşletme kültürüne uygun riskler ile ilgili çalışmaya başlama; ortaya çıkan riskler karar vericiler tarafından başka bir risk kavramına dahil edilebilir. Önlem alınan riskler işletmenin kültürü göz önünde tutularak işleme koyulmalıdır, bu tarz bir yaklaşım işletme içinde uygulamaların daha kolay kabullenmesine ve riskin daha iyi kontrol altına alınmasına yardımcı olacaktır. 6 numaralı şekildeki gibi oluşturulan risk haritaları sadece işletmeye değil, tedarik zincirindeki diğer paydaşlara, üreticilere, dağıtıcılara ve tüketicilere de yol gösterici nitelikte olacaktır.

Tedarik zincirinde karşılaşılan riskler temelde dışsal ve içsel olarak ikiye ayrılabilir. Dışsal riskler karar vericilerin kontrolü dışında meydana risklerdir ve önlenmesi mümkün değildir. İçsel riskler ise karar vericilerin kontrolü altındadır. (Waters, 2011). Bu çalışmada kömür nakliyesinin içerdiği riski incelerken hem içsel hem de dışsal risk üzerinde durulacaktır.

Tedarik zinciri risk yönetimi üç temel süreçten oluşur; Risk tanımlama, analizi ve riske cevap verme (Waters, 2011). Şüphesiz ki, riski tanımlama aşaması birçok risk faktörünün belirlendiği aşama olduğu için en zoru olabilir. Önceliği önemli risk türlerine vererek yoğunlaşmak ve onları gruplara ayırarak tanımlamak zaman kaybının önüne geçecektir. Burada temel gruplandırma yukarıda da bahsettiğimiz gibi içsel ve dışsal gruplandırma olacaktır. Bu aşamada en genel yaklaşım zincirdeki aktivitelerdeki her bir riskin tanımlanması olacaktır, bu tanımlamayı yaparken de geçmiş verilerin analizi, karar vericilerin fikirlerini alma ve/veya direkt analiz kullanılan araçlardan olabilir. Bu çalışmada Monte Carlo simülasyonu yardımıyla bir analiz yapılacaktır. Bu süreçte karar vericiler tedarik zincirinin karmaşıklığı, zincirdeki her oyuncunun bu tanımlama aşamasına önem vermemesi ve aşamanın zorluğu nedeniyle bilinmeyen riskleri kabul edip görmezden gelebilirler.

Tüm risklerin tanımlanmasından sonra onların her bir riskin olası etkisi analiz edilir. Bu etkinin analiz edilmesinde riskle daha önce karşılaşılmış olması ve sonucu göz önüne alınır. Genellikle en çok beklenen riske en fazla önemi verir. Risk haritaları, olasılık-etki matrisi , sistem araştırması bu analizleri yaparken kullanılan tekniklerdendir. Olasılık-etki matrisinde olasılık dikey olarak yer alırken, potansiyel sonuçlar yatay düzlemde gösterilir. Şekil 7 ile de bu matrise örnek verilebilir.

		Olası Sonuçlar					
		Gözardı Edilebilir	Küçük	Orta	Önemli	Kritik	Yıkıcı
Olasılık	Çok önemli	B	B	A	A	A	A
	Önemli	B	B	B	B	A	A
	Orta	C	B	B	B	A	A
	Düşük	C	C	B	B	A	A
	Çok Düşük	C	C	C	B	B	A

Şekil 7: Olasılık - Etki Matrisi Formatı (Waters, 2011)

Oluşturulan risklerin listesi belirlendikten sonra karar vericiler riske verilecek en iyi cevabı ararlar. Bu aşamada birçok seçenek mevcuttur.

Risk ile baş etmede iki yaklaşım bulunmaktadır, bunların ilki ve en yaygın olanı riski reddetmek, göz ardı etmektir. İşletmelerde işleyiş sorunsuz olarak devam ettiği sürece risk ile ilgili bir önlem almak zaman kaybı olarak görülmektedir. Karşılaşılan ya da karşılaşılmaması muhtemel risk çok az rastlanan (olasılığı az, etkisi büyük) olabileceği gibi risk tanımlama, cevaplama ya da kontrol aşamaları sırasında da ortaya çıkabilir. Her iki durumda da riski göz ardı etmek en basit yol olacaktır. Risk ile baş etmede en etkili yol riskin varlığını kabullenerek onu tanımlamak ve en iyi cevabı hazırlamak olacaktır.

Waters (2011) ise riske verilebilecek cevapları aşağıdaki şekilde sıralamıştır.

1. Ortaya çıkan risk kabul edilebilir ya da reddedilebilir.

Karar vericiler genellikle risk reddetme ve göz ardı etme eğilimindedir. Genellikle olumsuz bir olay ile karşılaşıldığında hızlı çözüm bulmayı tercih ederler, ancak yapılan araştırmalar alınacak önlemlerin maliyetinin daha düşük olacağını göstermektedir (Aqlan & Lam, 2015).

2. Riskin olasılığı azaltılabilir.

Genellikle olasılığı azaltmak için 2 seçenek bulunmaktadır; ilk seçenekte olay meydana geldiğinde riskin olasılığını azaltma yoluna gitmek. Örneğin bir televizyon satıcısının talep artışı yaşandığında stoklarını güçlendirmesi, ürünün tükenme olasılığını azaltır. İkinci seçenekte ise riski meydana getiren olasılıklara karşı önlem almak. Örneğin televizyon satıcısının satış rakamlarını gözlemleyerek ana dağıtım merkezinden olası ekstra sevkiyat isteğine karşı hazır olmasını talep etmek. Bu önlemlerin yanı sıra, işletmenin tedarikçisi ve müşterisi ile işbirliği içinde olması, alım ve satımını karşılaştırdığı sistemlerin varlığı, geçmiş tecrübelerini kayıt altına alması, işletmedeki tüm çalışanları bu yönde teşvik etmesi de riskin olasılığını azaltmak için alınabilecek aksiyonlardandır (Waters, 2011).

3. Riskin sonuçları azaltılabilir ya da sınırlandırılabilir.

İstenmeyen bir durum ile karşılaşılma ihtimaline karşı alınabilecek önlemler ortaya çıkacak riskin boyutunu değiştirebilir. Bir işletmede İSG kuralları gereği baret takmadan çalışma sahasına bir çalışanın alınmaması olası bir kazanın önüne geçmeyi sağlayacaktır (Ho, Zheng, Yıldız, & Talluri, 2015).

4. Risk transfer edilebilir ya da paylaşılabilir.

İşletmenin karşılaşması olası riskleri zincirdeki başka bir veya daha fazla işletme ile paylaşması mümkündür. Eğer işletme tedarik zincirinde dominant bir oyuncu ise belki de riski tedarikçisine de transfer edebilir. Ancak unutulmamalıdır ki riski paylaşmak ya da transfer etmek, o riskin sorumluluğunu tamamen devretme anlamına gelmez. Çünkü özellikle birincil derecede yakın bir tedarikçi/ müşteriye transfer edilen risk mutlaka işletmenin kendisini de etkileyecektir. Riski transfer etmede sigorta en çok tercih edilen yöntemlerden birisidir. Potansiyel risk bir organizasyonun kabul edebileceğinden çok fazla olabilir ancak bir sigorta şirketi birçok işletmenin riskini havuzunda biriktirir ve maliyeti paylaşır. Tedarikçilerin arasında finansal olarak da risk paylaşımı söz konusu olabilir. Uzun süreli alım anlaşmaları tedarikçiler için belirsizliği ortadan kaldırarak uzun vadeli planlamaların yapılmasını destekler. Riski paylaşmada son yöntem olarak üçüncü parti lojistik

hizmeti alınması sayılabilir. Gittikçe daha fazla tercih edilen bu yöntem ile müşteri hizmetleri, taşımacılık vb. alanlarda risk transfer edilebilir ve bir sözleşme ile garanti altına alınabilir (Aqlan & Lam, 2015).

5. Beklenmedik durum planı yapılmalıdır.

Her tedarik zincirinde insan kaynaklı veya mücbir sebeplerle kesintiler, ani duruşlar yaşanabilir. Zincirdeki tüm işletmelerin bu ani olayların getireceği riskleri azaltması için B planı olmalıdır. Karayolu ile hammadde taşıyan bir nakliye firması araçlarının hava koşulları nedeniyle yolda kalması durumunda gerektiğinde havayolu ya da deniz yolu ile malzemeyi müşterisine teslim etmekle yükümlüdür, bu sayede zincirdeki işleyişin devamlılığını sağlayabilir.

6. Riske adapte olunabilir.

Zincirdeki herhangi bir işletmenin karşılaşılabileceği ani bir talep düşüşü ya da artan navlun fiyatları gibi olumsuz durumlara hızlıca uyum sağlaması gerekmektedir. Ancak işletmelerin devam eden üretimleri, önceden yapılmış sözleşmeler vb. nedenlerle, bu ani değişimlere ayak uydurması zor olabilir. Genellikle risklere adapte olabilmek için; işletmelerin esnek ve değişimlere hızlı cevap verebilen yapıda olmas gerekmektedir.

7. Riske karşı koyulabilir ve başka bir çevreye gidilebilir.

Zincirdeki bir işletme yeni çıkacak bir yasadan doğan risklere karşı koyabilir ve yok sayarak operasyonlarına devam etmek isteyebilir. Bu nedenle özellikle ülkelerin çıkardığı yasalar ya da mantıklı gerekçeleri olan kararlara karşı koymak yerine doğacak risklerin analiz edilmesi ve önlem alınması sağlıklı olacaktır (Aqlan & Lam, 2015).

8. İçinde bulunulan çevreden başka bir çevreye geçilebilir.

Riske verilebilecek cevapların sonucu ise işletmenin içinde bulunduğu tedarik zincirini terk etmesi olabilir. Genellikle uluslar arası çapta birden fazla sektörde faaliyet gösteren işletmeler, döviz ve kur riski nedeniyle sektörden çekilebilmekte ya

da küçülme yoluna gidebilmektedir. Birçok seçenek arasından bir seçim yapılabilir ve bu seçeneğe ait spesifik aksiyonlar oluşturulur.

Riskin sonuçlarının azaltılması yoluna gidildiyse daha fazla stok tutulabilir, boş zamanlar eklenebilir, atıklık arttırabilir, tahmin ve planlama geliştirilebilir, işbirliği arttırabilir (Sharma & Bhat, 2014).

Tedarik zincirinde risk yönetim entegrasyonun sağlanması için aşağıdaki beş adımın gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir (Waters, 2011).

- Başlangıçta bir risk yönetim sisteminin olmaması,
- Her işletmenin kendi sınırları dahilinde risk yönetimini yapması,
- Mevcut işbirlikçileriyle risk yönetim sistemi oluşturma,
- Risk yönetiminin zincir boyunca genişlemesini sağlama,
- Tüm zincirin risk yönetim sistemini benimsemesi ve uygulaması.

Zincirdeki sadece bir oyuncunun riski yönetimi yapması riskin azaltılması için yeterli olmayacaktır. Burada önemli olan riskin paylaşılması, kontrol edilmesi ve maksimum fayda yaratması için entegre bir tedarik zinciri risk yönetimi oluşturulmasıdır. Bu entegrasyonun sağlanması birçok işletme için yeni olsa da karmaşıklaşan tedarik zincirleri, küreselleşme bütün oyuncuları bu bütünün parçası olmaya itecektir. Tedarik zinciri risk yönetiminin risk yönetiminden farkı, her bir organizasyonun hedeflerini, operasyonlarını, amaçlarını bir arada değerlendiriyor oluşudur. Bunun için ilk yapılması gereken esnek ve entegre bir tedarik zinciri kurmaktır. Önemli olan her organizasyonun bu entegrasyonun öneminin farkına varması, beklentilerini açıklaması, her zaman işbirlikçi yaklaşması gerekecektir.

Risk yönetim farkındalığının özellikle ülkemizde akademik platformda ve kamu/özel sektöründe yeni oluşmaya başlamasından dolayı ve aşağıda sıralayacağımız sebeplerle entegre bir risk yönetim sistemi kurmak zor olacaktır.

Karar vericiler genellikle işletmenin iç çevresi diye tabir edilen çevredeki tedarikçi ve müşterilerinin riskini göz ardı etme eğilimindedir. Dolayısıyla mevcut

bir riskin işletmenin mi, tedarikçinin mi dağıtıcının mı sorumluluğunda olduğunun bilinmediği durumlarla karşılaşılabilir. Riskin, işletmenin kendi sorumluluk alanındaki bir süreçten kaynaklanmadığını kabul etme eğilimi de risk yönetim sürecinin yönetilmesini zorlaştırmaktadır.

Tedarik zincirindeki işletmelerin birbirine olan güvensizliği, zincir üyeleri arasındaki iletişimin sadece gerekli departmanlarca sınırlı şekilde yapılması (örn; sadece satın alma yetkilisinin ve tedarikçideki satış yetkilisinin kurduğu iletişim), ortak bir dil ve terminoloji oluşturmanın zaman ve çaba gerektirmesi, farklı çalışma koşulları ve işletme kültürlerinin varlığı, zincir boyunca alınan her bir kararın tüm zinciri etkilediği düşünüldüğünde en ufak bir karar için bile karar vericilerin hassasiyet göstermek zorunda oluşu, zincirdeki her işletmenin değişime ya da gelişmeye istekli olmaması, atalet durumu, risk yönetimi konusunda eğitilmek istemeyen çalışanlar varlığı gibi nedenlerle risk yönetimini kusursuz şekilde yönetmek zorlaşmaktadır. Ancak zamana yayılmış ve adım adım açıklanmış bir plan ile tüm bu olumsuz durumların üstesinden gelmek mümkündür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MONTE CARLO SİMÜLASYONU

3. 1. Simülasyonun Tanımı

Simülasyon tanımlanmadan önce simülasyonun temelini oluşturan sistem kavramını tanımlamak gerekir. Sistem birbiri ile ilişkili öğelerin oluşturduğu bir bütündür. Bu bütünlük kendi alt sistemlerine sahiptir ve alt sistemlerinin bir araya gelmesinden meydana gelir.

Simülasyon; gerçek hayatta karşılaşılan bir problem çözümü, bir olay hakkında değerlendirme yapılabilmesi gibi süreçlerin bir sistem (genellikle bilgisayar yazılımı) aracılığıyla taklit edilmesidir.

Simülasyon; belirli bir süreçte taklit edilen sistemin işleyişini inceler. Değerlendirme, karşılaştırma, tahminleme, optimizasyon amacıyla simülasyon tekniği kullanılabilir.

Simülasyon, yeni kurulacak bir sistemin performansını ölçmek, mevcut sistemin ileriki dönemlerdeki analizini yapmak amacıyla en çok kullanılan tekniklerden birisidir. Sistemin özelliklerini ve çalışma mantığını ortaya koyabilen bir araç olduğu için en çok tercih edilen yöntemlerden birisidir (Esmer, 2010).

Simülasyon; gerçek ya da önerilen bir sistem hakkında birçok tecrübe kazanılması amacı bilgisayar ortamıyla sistemin davranışının birden fazla koşulun altında daha iyi anlaşılabilmesi için bilgisayar ortamına aktarılabilir bir modelin dizaynı ve yaratılması sürecidir.

Tedarik zincirindeki oyuncuların çeşitliliği ve tedarik zincirlerini karmaşıklığı problemlerin simülasyon yardımıyla çözülmesinde etkili olmuştur (Erhun ve Deleris, 2005). Yavuz (2005) ise tedarik zinciri yönetiminde simülasyonun önemini “Günümüz koşullarında karmaşık bir yapı sergileyebilen tedarik zincirinin yönetiminde planlama ve yönetiminde karşılaşılabilecek senaryoların sisteme olan etkilerinin test edilebilmesi ve genel olarak tedarik zinciri yapısının daha iyi anlaşılması için kullanılacak tek yöntem simülasyon yöntemidir” olarak belirtmektedir.

Son yıllardaki bilgisayar yazılımlarına bakıldığında gözlenebilir performans/fiyat oranındaki artış, simülasyonun en karışık sistemleri bile modelleyebilme imkanı akademik çalışmaların yanı sıra işletmeler tarafından da tercih edilmesine neden olmuştur (Kelton, Sadowski ve Sturrock, 2002).

Simülasyon modelleri sayesinde birbirine bağlı sistemlerin ve sisteme etki eden tüm değişkenlerin performansı ölçülebilir ve sistem süreçleri optimize edilebilmektedir. Aslında simülasyon sistemin optimizasyonunu bulmaya yardımcı olan bir araçtır (Esmer, 2010).

Bir simülasyon modelinde modeli kuran kişi belirli varsayımlar ve koşullar altında sistemin davranışını incelediği için simülasyon bir problem çözme tekniği değil aksine bir durum analiz aracıdır (Patır ve Yıldız, 2003).

Simülasyon modeli her koşulda en iyi yöntem olmayabilir. Eğer,

- Üzerinde çalışacak sistem çalışmaya, deney yapmaya uygun değilse,
- Sistem henüz tasarım aşamasında ise,
- Problemin analitik çözümü mümkün değilse,
- Problemin analitik çözümü mümkün olmasına rağmen matematiksel modelin verebileceği sonuçlar dışında farklı sonuçlarla ilgileniliyorsa,
- Sistemin davranış analizi yapılacaksa simülasyon kullanılır.

Ancak aşağıdaki durumlarda simülasyon modeli tercih edilmemelidir:

Karşılaşılan problemin çözümü analitik olarak çözebiliyorsa, simülasyon yapılma maliyeti sağlanacak kazancın üzerinde ise, süre, insan veri gibi kısıtlar var ise simülasyon modeli tercih edilmemelidir.

- Modelin doğrulanması ve sağlaması yapılamıyorsa, projeden beklentiler karşılanabilir düzeyde değilse, sistem davranışı çok karmaşık ise veya sistem modellenemez değilse simülasyon kullanılmamalıdır.
- Analitik modeller ile kısıtlı sayıda performans ölçütleri hesaplanabilir. Simülasyon modelleri ile akla gelebilen herhangi bir performans ölçütü tahmin edilebilir.
- Simülasyon yapmamızın nedenleri; birçok soruya hızlı, ucuz ve çabuk cevap alabilmemiz ve hata yapabileme özgürlüğüne sahip olmamızdır. Unutulmamalıdır ki simülasyon en iyi ya da en güvenilir sonucu vermez sadece yapılan denemelerle birden fazla seçenek sunarak en iyi sonuca ulaşılmasına yardımcı olur.

3. 2. Simülasyonun Avantaj ve Dezavantajları

Her analiz yönteminde olduğu gibi simülasyonun da kendine has avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

3. 2. 1. Simülasyon Avantajları

- Değişkenler arasındaki ilişki simülasyon modellerinde daha rahat gözlemlenebilir.
- Anlaşılması daha kolay ve diğer risk analiz yöntemlerine göre daha esnek bir yapıdadır.
- Çözümlemesi pahalı ve aylar sürebilecek bir problemi kısa sürede ve daha ucuza çözebilmek mümkündür.

- Kurulan model üzerinde kullanıcı tam bir yetkiye sahiptir ve modeli revize etmek, yeni bir değişken eklemek tamamen isteğe bağlıdır.
- Bir çok bilim dalında karmaşık problemlerin çözümlenmesinde etkili sonuçlar verir.
- Senaryo analizine de imkan tanıyarak, kullanıcıların modelin değişken durumlardaki davranışını görmesini sağlar.
- Diğer analitik programlama yöntemlerine göre daha yaygın kullanıma ve dolayısıyla kullanıcı sayısına sahiptir.

3. 2. 2. Simülasyon Dezavantajları

Simülasyon modelini oluşturmak can alıcı nokta olduğu için; modelin geliştirilmesi vakit alıcı ve pahalı olabilir.

- Yoğun bir bilgisayar kullanımı gerektirmektedir.
- Hiçbir zaman optimum sonucu vermez, geçmiş verilerle deneme –yanılma yönteminin birleşkesidir.
- Sabit bir modelden bahsetmek olanaksızdır, her bir problem için farklı modellerin kurulması gerekebilir.
- Özel amaçlı bir bilgisayar yazılımının kullanımını zorunlu kılmaktadır.

Simülasyon modelleri ilişki türüne göre ikiye ayrılabilir :

1. Deterministik simülasyon modelleri; model öğeleri arasında ilişkinin açık olarak belirli olduğu modellerdir.

2. Rassal simülasyon modelleri; çıktıların olasılık dağılımıyla gösterildiği ve net sonuçların öngörülemeyen durumlarda kullanılan modeldir. Bu modelin en çok kullanılanı ise Monte Carlo Simülasyonudur (Demirdöğen, 1998).

Monte Carlo simülasyonunda girdi olan değişkenler, değişkenlerin geçmişte davranışları incelenerek birer olasılık dağılımına dönüştürülür, daha sonra rassal sayılar yardımıyla sistemin modeli işletilir ve sonuç elde edilir.

Hançerlioğulları (2006) literatürde simülasyon uygulama alanları aşağıdaki şekilde belirtmiştir.

- Üretim/imalat sistemlerinin tasarım ve analizi,
- Montaj hattı dengeleme,
- İşgücü planlaması,
- Malzeme taşıma sistemleri,
- Yeni askeri silah ve sistem taktiklerinin saptanması,
- Bir envanter sistemindeki sipariş planlarının incelenmesi,
- İletişim sistemlerinin ve bunlar için gerekli mesaj protokollerinin tasarımı,
- Otoyollar, havaalanları, metrolar ve limanların tasarım ve işletimi,
- Ambulans bulundurma noktalarının ve buralardaki araç sayılarının saptanması,
- Yangın söndürme istasyonlarının yerlerinin ve buralarda bulundurulması gerekli minimum araç sayılarının saptanması,
- Finansal veya ekonomik sistemlerin analizi,
- Dağıtım kanallarının tasarımı,
- Bir bilgisayar sisteminin donanım ve yazılım gereksinimlerinin belirlenmesi,
- İşletme yöneticilerinin eğitilmesi(işletme oyunları/firma simülasyonu),
- Alınacak riskleri minimize etmek için uzay uçuşları denemeleri,
- Tamir-bakım sistemleri.

3. 3. Simülasyon Aşamaları

Bir simülasyon modelini geliştirmeden önce incelenecek sistemin nasıl çalışıldığına odaklanılmalıdır. Bu, hangi noktaların geliştirileceğine dair geniş bir açı sağlar. Simülasyon ise sistem modellerinin nasıl çalıştığı ile ilgilenir. Eğer fiziki bir sistemi gözlemlenebiliyor ve ölçülebiliyorsa Monte Carlo simülasyonuna ihtiyaç kalmayacaktır. Ancak bir yeni kurulacak bir fabrikanın alternatif yerlerinin önemi bilinmiyorsa, bir şirkette uygulanacak yeni bir uygulamanın sonuçları öngörülemiyorsa mevcut sisteme ait bir modelleme yapmak gerekmektedir.

Kurulacak model mevcut sistemi ne kadar iyi temsil ederse, yapılan model sayesinde sistemin davranışından o denli çok şey öğrenilir. Model basit ise kullanılacak matematiksel araçlar da çok çeşitli olmayacaktır. Ancak tedarik zincirinde birbiriyle bütünleşik haldeki sistemlerin varlığı nedeniyle matematiksel programlar yeterli olmayabilir bu durumda simülasyon en iyi seçeneklerden birisidir. Her ne kadar basit sistemler için de simülasyon kullanılabilir olsa da karmaşık sistemlerdeki getirisi daha fazla olacaktır.

3. 4. Simülasyon Çeşitleri

Simülasyon çeşitleri farklı boyutlarda ele alınabildiği gibi literatür taraması yapıldığında 3 boyutta incelendiği tespit edilmiştir (Öztürk, 2004).

1. Statik ve Dinamik Simülasyon; statik simülasyon sistemin zaman boyutunu dikkate almıyorsa kullanılan teknik iken dinamik simülasyonda sistemin zaman içerisindeki değişimi ele alınmaktadır. Monte Carlo simülasyonu statik simülasyona bir örnektir.

2. Sürekli ve Kesikli Simülasyon; sürekli simülasyonda sistemin değişkenleri zaman içerisinde değişir, kesikli simülasyonda ise sadece belirli bir zaman aralığında sistem değişkenleri değişikliğe uğrar.

3. Deterministik ve Stokastik Simülasyon; rassal değişken içermeyen ve her denemede aynı sayısal sonucu veren modeller deterministik simülasyondur. Olay ve olayı etkileyen koşullar açıkça belirlenmiştir.

Stokastik simülasyon ise bir veya da daha fazla rassal değişkenler bulunur ve bu değişkenler farklı çıktılarının oluşmasına neden olurlar. Stokastik simülasyon modelleri deterministik modele göre daha karmaşık olduğu için analitik olarak yorumlanması zor olabilir.

3. 5. Monte Carlo Simülasyonu Tanımı

Monte Carlo Simülasyonu tesadüfi olarak oluşturulan sayıların geçmiş verilere göre oluşturulmuş modelde uygulanıp yaklaşık değerlerin hesaplanması ve yorumlanması esasına dayanır.

Monte Carlo tekniği, özel bir denemede ya da bir simülasyon çalışmasında bir ya da daha çok olasılık dağılımından rastgele sayılar seçme tekniğidir (Hançerlioğulları, 2006). Riski birçok yönüyle ifade edebilme olanağı sağladığı için sosyoekonomik, fen, mühendislik alanlarında çok tercih edilen bir yöntem olmuştur.

Monte Carlo Simülasyonu, deterministik tekniklerden farklı olarak proje sonuçlarındaki değişkenliğin ve risk etkilerinin irdelenebilmesine olanak tanıyan, kullanımı kolay ve inşaat projelerinin dinamik yapısına uyumlu bir analiz yöntemidir (Çam, 2005).

3. 5. 1. Monte Carlo Simülasyonunun Aşamaları

Monte Carlo simülasyonun denemeden önce öncelikle oluşturulacak modeldeki girdilerin net olarak belirlenmesi esastır. İyi tanımlanmamış girdiler denemeye geçildiğinde gereksiz vakit kaybı ve maliyete neden olabilir. Bu durum hem sürecin uzamasına neden olur hem de girdiler arası karmaşaya neden olabilir. Dolayısıyla sistemde kullanılacak verilerin derinliği, içeriği, çeşitliliği bu aşamada belirlenmelidir. Sistemin sınırları, varsayımları, değişebilen ve sabit kalan değerlerinin tanımlanması, ilerleyen aşamalarda modelin çalıştırılmasında hızlandırıcı bir rol oynayacaktır.

Girdiler belirlendikten sonra ikinci aşamada model planlanır ve kurulur. Bu aşamada önemli olan modelin incelenecek gerçek sistemi yansıtmaya kabiliyetidir. Gerçeğe yakın şekilde simüle edilen bir model araştırmanın sonuçlarının geçerliliğini arttıracaktır. Ancak birebir gerçeği yansıtacak model oluşturmak maliyet, zaman, ölçümlenemeyen değerlerin varlığı gibi nedenlerle araştırmacı için zorlayıcı olacaktır. Dolayısıyla her modeli kurarken bu gibi sınırlılıkların bilincinde olmak gereklidir.

Modeli kurmak için gerekli planlamalar yapıldıktan sonra model hedef doğrultusunda çalıştırılır. Bu aşamada önemli olan planlamadaki hataların belirlenmesi ve giderilerek sistemin tekrar çalışır duruma getirilmesidir. Yapılan yanlışların görülmesini ve analizini sağlayan araç ise duyarlılık analizleridir.

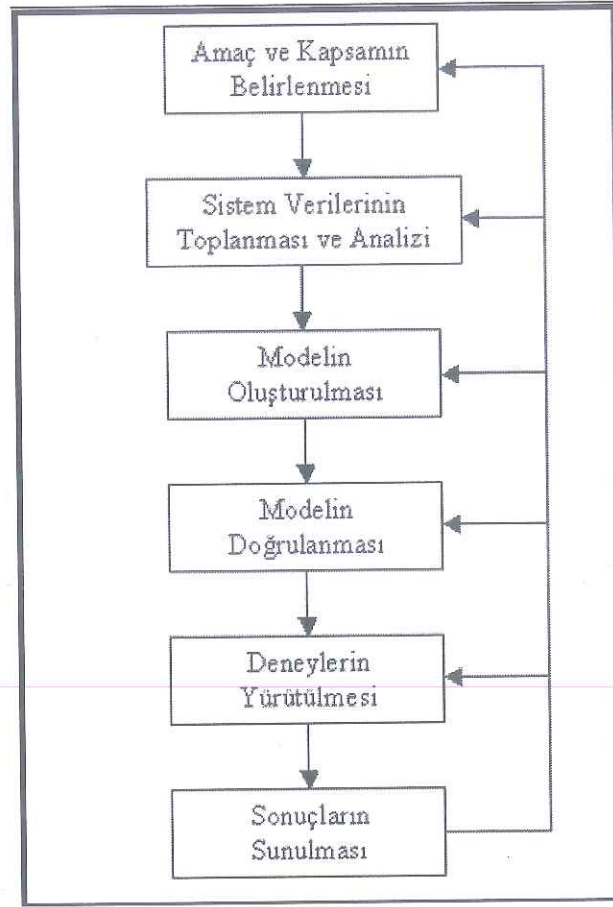
Duyarlılık analizi modelin çalışması sonucu ortaya çıkan çözümün, girdideki değişiklikler sonucu nasıl etkilendiğini gösteren bir analiz aracıdır.

Köfteci ve Gerçek, (2010) 'e göre duyarlılık analizi tahmin edilen sonuçta önemli bir değişiklik yaratabilmek için tek bir bağımsız değişkenin değerinde ne kadarlık bir değişiklik yapmak gerektiğini göstermeye çalışan bir analiz yöntemidir. Bu yöntem başlıca karar değişkenleri belirlenmesinde de kullanılmaktadır.

Öztürk (2004) duyarlılık analizini "parametrelerin değişim aralığını sistematik olarak araştırma ve modelin bu değerlere karşı alacağı değerleri belirleme işlemi" olarak tanımlamaktadır (s. 119). Duyarlılık analizlerinin yanı sıra incelenen sistemin geçmiş verilerine ulaşılabilir olması sonuçların doğrulanması için faydalı olacaktır. Modelin parametreleri değiştirildiği zaman modelin vereceği cevap kontrol edilmelidir. Bu aşamada sistemi tanıyan birisi ile görüşüp doğrulamak subjektif olsa da tercih edilmektedir (Öztürk, 2004).

Son aşamada ise simülasyon sonuçları analiz edilir ve model kurucu tarafından yorumlanır.

Aşağıdaki Şekil 8 ile de simülasyon aşamaları gösterilebilir.



Şekil 8: Simülasyonun Aşamaları (Aydın, 2007)

Monte Carlo simülasyonunda bir durumu ya da problemi çözmek için 0-1 arasında günümüzde bilgisayara programı ile çoğaltılabilen tesadüfi sayılar oluşturmak gereklidir. Gelişen teknoloji ve zamanın değerlendirilmesi ile bu sayıları oluşturmaya yarayan bir çok program bulunmaktadır (Öztürk, 2004). Bu çalışmada tesadüfi sayıların üretilmesine Microsoft Excel programında S_SAYI_URET fonksiyonu kullanılmıştır. Teknoloji ve zaman kısıtlamalarına bağlı ölçüde girilecek sayıyı arttırmak simülasyon gerçeğe daha yakın bir durum ortaya koyabilir. Bir Monte Carlo simülasyon modelinden istenen verimin alınabilmesi için belirli sayıda simülasyon yapılması gerekecektir. Amaç modelin gözlemlenmesinin minimum hata oranı ile yapılması olduğu için istenilen sonuca ulaşmak için uzun süren denemelerin yapılması daha sağlıklı olacaktır (Öztürk, 2004). Ne kadar çok örnekleme yapılırsa o kadar sağlıklı sonuçlar elde edilir (Yıldız, 2010). Bu denemeler için optimum bir

sayı olmamakla birlikte; 100. 000 adet denemeye yaklaştıkça hata olasılıklarının azalacağı ile ilgili literatürde araştırmalar bulunmaktadır (Mendeş, 2005). Bu nedenle bu çalışmada minimum 130.000 adet simülasyon denemesi yapılmıştır. . Olasılık dağılımıyla ifade edilen tüm veriler, tesadüfi sayılar kullanılarak modelin işler hale getirilmesini sağlar. Böylece karar verici tek bir veri yerine, gerçeğe yakın koşullarda oluşturulmuş dağılımı göz önüne alarak daha sağlıklı kararlar verebilecektir. Ancak unutulmamalıdır ki her araştırma alanı, uygulanabilecek koşu sayısı, işletmenin simülasyon modelinin dinamiği farklıdır ve buna göre gerekli tesadüfi sayı miktarı ve deneme miktarı da değişkenlik gösterecektir.

3.6. Monte Carlo Simülasyonu Tarihçesi

Simülasyon kelimesinin modern anlamda kullanılışı 1940 yılı sonlarında John Von Neumann ve Stanislaw Ulam'ın çalışmalarına Monte Carlo Simülasyonu adını vermeleri ile başlamıştır (Aydın, 2007). 1950 ve 1960'lı yıllarda simülasyon programını sadece çelik ve uzay sanayindeki işletmeler kullanabiliyordu, çünkü program çok pahalıydı ve sadece Doktor unvanına sahip simülasyon dilinin kullanabilen ve model kurabilen kişiler kullanabiliyordu.

1970 ve 80'li yılların başında diğer sektörlerdeki oyuncuların da farkındalığının artması simülasyon programlarına daha hızlı ve ucuza ulaşılabilmelerini sağladı. Özellikle ağır sanayi ve otomotiv sektöründe işletmelerin üretim sürecinde yaşadığı ani duruşlar, işletmeleri kök nedeni bulmak için araçlar kullanmaya itmiştir.

1980'li yılların sonuna doğru bilgisayarın işletmelerde kullanılmaya başlandığında simülasyon başarısız sistemlerin analizinde kullanılıyordu. Bütünleşik alt sistemlere bağlı nispeten büyük şirketlerde ana yatırımların öncesinde simülasyon gereklilik haline gelmişti. Ancak daha küçük işletmeler için simülasyon pek kullanılan bir yöntem değildi.

1990'lı yıllara gelindiğinde kullanım kolaylığının artması, program güncellemeleri ve çeşitliliği, daha hızlı bilgisayarların varlığı sayesinde simülasyon geniş bir alanda kullanılmaya başlandı.

Önümüzdeki yıllarda da simülasyonun birçok program ile entegre şekilde çalışabilmesi sayesinde sistem analizindeki hakimiyetinin artacağı öngörülmektedir. Özellikle kompleks bir sistemin dizaynı ya da yeniden dizaynı için kullanılan simülasyon; otomatik sistem analizi, sistem yazılımlarındaki ilerlemeler sayesinde gelecekte de birçok alanda kullanılacak bir yöntem olmaya devam edecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİNDE RİSK YÖNETİMİ ÜZERİNDE BİR UYGULAMA

4. 1. Uygulamanın Amacı ve Önemi

Küreselleşme hızı ve yeni pazar arayışı gibi nedenler karmaşık hale gelen tedarik zincirlerinin taşıdığı riskleri her geçen gün artmaktadır. Bu durum zincirdeki tüm işletmeler için göz ardı edilemeyecek veya kabul edilemeyecek seviyeye geldiğinde, riskin gözlemlenmesi, analizi ve önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu uygulamanın amacı ikinci ve üçüncü bölümde bahsedilen tedarik zinciri risk yönetimi ve Monte Carlo Simülasyonu kavramları arasındaki ilişkiyi bir uygulama ile ortaya koymak ve yapılan analizler sonucu önerilerde bulunmaktır. Ayrıca işletmelerin dikkatini risk yönetimine çekmek de uygulamanın diğer amaçlarından biridir. İşletme açısından bakıldığında ise amaç, ortaya çıkan analiz ile risk maliyetini azaltmaktır.

Bu amaçla Ege Bölgesinde faaliyette bulunan bir çimento fabrikasının içinde bulunduğu tedarik zinciri, sahip olduğu riskler açısından incelenmiş ve mevcut durumun bir analizi yapılarak işletmeye çeşitli risk önleyici tedbirler önerilmiştir. Firmanın tedarik, kalite, döviz riski gibi ölçümlenebilen riskleri elden edilen gerçek veriler ışığında analize tabi tutulmuştur.

4. 2. Uygulamanın Yapıldığı İşletmenin Tanımı

Uygulamanın yapıldığı çimento fabrikası Ege Bölgesinde faaliyet göstermektedir. İşletmenin amacı çimento ve klinker üretimi ile satışı yapmak, sahip olduğu Hazır Beton tesisleri ile beton üretimini de gerçekleştirmektedir. İçinde bulunduğu grubun diğer işletmeleri sayesinde klinker ve çimento satışını uluslararası düzeyde devam ettirmektedir. Verilerin alındığı işletmede 400 kişi istihdam edilmekte ve 250 kişi vardiya ile çalışmaktadır. İşletmenin yıllık klinker üretim kapasitesi 1.500.000 ton/yıl ve çimento üretim kapasitesi 1.800.000 ton/yıldır.

Çimentonun ana malzemesi kireçtaşı ve kildir. Çimento ve çimentonun ana maddesi olan klinkerin üretiminde boksit, demir cevheri gibi yardımcı malzemeler de kullanılır. Bu maddelerin boyutları belirli bir küçüklüğe geldiğinde öğütülür ve ince bir toz halini alır. Bu toza farin adı verilir. Ömüştücüde ön kalsinasyon işlemine maruz kalan farin bu işleme kadar silolarda stoklanır. Toz kömür, doğal gaz, fuel-oil gibi yakıtlar fırın çıkışında bulunan alev borusu vasıtası ile yakılır. Yakıtların etkisiyle fırının için 1500 °C'ye kadar çıkar ve ince taneler birleşerek büyük boylu klinker tanelerini oluşturur. Oluşan klinker taneleri fırın çıkışından soğutma ünitesine geçerek ani soğutulur. Ani soğutulan klinker tanelerinin sıcaklığı 100°C'nin altına düşürülerek klinker stokholünde stoklanır. Klinker üretilecek çimento tipine göre alçı ile karıştırılarak öğütülür (TCMA, 2016).

Çimento fabrikaları döner fırınlarında klinker pişirilmesinde, birincil yakıt olarak fuel-oil, kömür, doğalgaz, petrokok, taşkömürü veya bunların muhtelif oranlarda karışımını kullanılmaktadır. Üretim yapılan tesisin kapasitesi, teknolojisi ve altyapısı kullanılacak yakıt türünü etkileyen unsurlardır. İlerleyen teknoloji, işletmeler arası rekabet, artan çevre bilinci, sektördeki tüm işletmeleri daha çevreci ve az maliyetli sistemlere yönelmektedir. Çimento sektöründeki işletmeler de bu amaçla ikincil sınıf yakıt olarak adlandırılan plastik, atık yağ, arıtma tesisleri, ömrünün tamamlamış lastik vb. alternatif yakıtlar kullanmaktadır. İkincil tipteki yakıtlar; yakıt maliyetinde azalma sağlaması, sıcak hava salımının minimum seviyeye getirilmesi, çevresel algının güçlendirilmesi için kullanılmaktadır.

Uygulamanın yapıldığı şirketin içinde olduğu grubun bir başka çimento fabrikası daha yeni teknolojiye sahip olan altyapı sistemi sayesinde düşük maliyetli olan bu ikincil yakıtları kullanabilmekte ve bu kullanımı arttırmak amacıyla yeni yatırımlar gerçekleştirmektedir.

Türkiye'deki çimento fabrikalarında kullanılan yakıt türleri incelendiğinde ağırlıklı olarak petrokok ve kömür kullanımının yaygın olduğu görülmektedir. Bir çimento fabrikasında yüksek verimliliği nedeniyle minimum 5. 500 kcal/kg ısı değer tercih edilmektedir. Kg başına düşen kcal ısı değerlerinin artırılması istenen bir durum olsa da bu artış beraberinde birim maliyet artışını da getirecektir. Petrokok kimyasal özelliği gereği 4500 kcal/kg ısı değere sahiptir, bu nedenle kullanılması için fabrikanın alt yapısının buna uygun nitelikte olması ilk şarttır. Türkiye'nin jeolojik yapısı göz önüne alındığında yüksek kaloriye sahip kömür bulunmamaktadır. Bu durumlarda yerli kömürün beraberinde alternatif yakıtlardan petrokok, ithal kömür, çeşitli atıklar kullanılabilir. Ancak petrokok ve atık kullanımı için üretim tesisinin bu kullanımı sağlayacak altyapı ve teknolojiye sahip olması gerekir.

Çimento klinkerinin döner fırınlarda pişirilebilmesi için, fırında teorik olarak 1350-1400°C sıcaklığı sağlayabilecek yakıt gereksinimi vardır. Bu gereksinimi karşılamak için de yılda ortalama 130. 000 ton kömür yakıt olarak tüketilmektedir

Bu inceleme yapılırken mevcut durum analizi amaçlandığı ve aşağıda belirtilen varsayım ve kısıtlar altında sistemin vereceği tepkiler ölçülmek istendiği için Monte Carlo Simülasyonu tercih edilmiştir. Mevcut risklerin tanımlamaları yapıldıktan sonra ölçülebilen riskler modele yerleştirilmiş ve simülasyon alt yapısı hazırlanmıştır. Modelde risk üç ana başlık altında toplanmış ve veriler 2015 yılında işletmenin kullandığı ticari program aracılığıyla raporlanmıştır. Modelde riskin ölçülebilirliği maliyet üzerinden değerlendirilmiştir. Ölçümlenebilen değerleri sınıflandırmadan önce işletmenin olağan üretim alanı, akışı ve bu akışa etki edebilecek risklerden bahsedilecektir.

4. 3. Ölçümlenen Risk Maliyetleri

4. 3. 1. İthal ve Yerli Kömürün Kalori Risk Maliyeti

1 birim çimento/ klinker üretiminde maliyeti en çok etkileyen kalemin yakıt, özellikle de kömür maliyeti olduğu işletme ile yapılan görüşmeler sonucu elde edilmiş ve gerçek verilerin de bu tespiti doğruladığı görülmüştür. Kömürün işletmede birincil türde yakıt olması, düşük–yüksek kalorisi, yerli/ithal oluşu maliyeti azaltıp arttıran unsurların başında geldiği için bu denli büyük bir riskin maliyeti de aynı oranda yüksek olacaktır. Bu nedenle uygulamada incelenen ilk risk maliyeti; ithal/yerli kömürün kalorisinde meydana gelecek değişimin maliyeti olacaktır.

4. 3. 2. Üretilen Klinkerin Risk Maliyeti

İkinci risk maliyeti olarak işletmenin günlük klinker üretim tonajı ve üretilen klinker başına maliyeti ele alınmıştır. Günlük ortalama 4.000 ton klinker kapasitesine sahip olan işletme, stok seviyelerinin azaltıp artırılması, ihraç edilmek üzere fazla üretim yoluna gidilmesi, bakım amacıyla gerçekleşen planlı/plansız fabrika duruşları nedeniyle üretim miktarında dalgalanmalar yaşamaktadır. 7/24 üretim yapan ve 3 vardiya çalışma ile üretimi sürekli desteklenen işletmede bu dalgalanmalar, işletmenin harcadığı enerji miktarını, hammadde ve kömür gibi yakıt ihtiyaçlarını da doğrudan etkilemektedir. Bu etkinin ölçülmesi için işletmenin son altı yıla ait klinker üretim maliyetleri ve üretilen klinker tonajı dikkate alınarak ikinci risk maliyeti belirlenmiştir.

4. 3. 3. Döviz ve İthal Kömür Alım Risk Maliyeti

Üçüncü risk maliyeti olarak işletmenin yakıt olarak kullandığı ithal kömürün döviz cinsinden maliyeti, alınan kömür tonajı ve döviz kuru riski beraber değerlendirilmiştir. Bu maliyeti oluşturan risk faktörleri alınırken 2014 ve 2015 yıllarına ait veriler işletmenin kullandığı sistem üzerinden elde edilmiş ve diğer risk faktörleri gibi ait olduğu dağılıma göre değerlendirmeye alınmıştır. İthal kömür alımıyla ilgili olarak işletme stok ve ihtiyaç durumuna göre parti bazında yaptığı yeni

bir anlaşma ile fiyat ve tedarikçi değişikliğine gidebilmektedir. Ancak tedarikçi değişikliğine gidilse de firmanın mevcut ithal kömür tedarikçilerinin hammaddeyi Rusya'dan tedarik ettiği bilinmektedir. Tedarikçinin sevkiyatında ya da ithalatında karşılaşılan riskler maliyetlendirilemese de döviz kurunda meydana gelen öngörülemeyen artış ya da azalma, ihtiyaca göre bağlanan parti tonajı bu risk kaleminin maliyetine etki eden faktörlerdendir.

4. 4. Modelin Kurulumunda Kullanılan Dağılım

Monte Carlo simülasyonu uygulanmadan önce işletmedeki ilgili birimler ile yapılan görüşmeler sonucunda işletmenin tedarik zincirindeki riskleri belirlenmiştir. Bu riskleri üretim, tedarik ve kalite açısından aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür.

Üretim riskleri arasında; firmanın bir ton klinker üretmek için karşılaştığı tüm riskler sayılabilir. Çimento fabrikalarında üretim sürekliliği olduğu için belirli aralıklarla fabrika duruşları planlanmaktadır. Genellikle yıl içerisinde bir ya da iki kez gerçekleşen bu duruşlarda çimento fabrikaları tüm bakım, revizyon ve gerekli sarf malzemelerin yenilemesini gerçekleştirmektedir. Ancak planlananlar dışında gerçekleşen ani duruşlar her üretim işletmesinde olduğu gibi üretimi kesintiye uğrattığı için istenmeyen bir durumdur. Planlanan ya da ani olan bir duruş sırasında yapılacak bakım çalışmalarında iş çizelgesini aksatacak her türlü geç teslimat, gecikmeler, (işletme ya da tedarikçi kaynaklı) alınan hizmet/ ürünün kalitesinde yaşanan problemler, demirbaşlarda olan kalıcı bir hasar, çalışanlara verilen fazla mesai ücretleri işletmeler için ekstra maliyetler doğurmakta ve geri dönülemez hatalara neden olabilmektedir. Tüm bu maliyetler aylık bazda klinker üretim maliyetinde dalgalanmaya neden olmaktadır. Bu dalgalanmanın getirdiği risklerin etkisini görebilmek için işletmeye ait son altı yıla ait ton başına klinker üretim maliyetleri tespit edilmiştir.

Uygulamanın yapıldığı şirketin tedarik riskleri alınan hizmet ve ürüne göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada klinker maliyetinin %85'ini oluşturan yakıt alımlarının tedariginde karşılaşılan riskler temel alınmıştır. Klinker maliyetinin

oluşturan diğer yüzdeyle ilgili maliyetler kapsam dışında tutulmuştur. Bu maliyet kalemleri arasında kül maliyeti, kullanılan elektrik enerjisi maliyeti, hammadde olarak nitelendirilen mıcır ve kil maliyetleri sayılabilir. İşletme hammadde tedarikçisini yakıt çeşitlerinin dağılıma bakıldığında ithal ve yerli kömür alımının bu alım grubunda çok yüksek bir yüzdeyi oluşturduğu tespit edilmiştir. İthal kömür tedarikçisinde karşılaşılan riskler arasında en önemli risk döviz kuru riskidir. İşletme tedarik ettiği ithal kömürün ödemesini döviz kuru üzerinden Türk Lirası olarak yaptığı için, kurda meydana gelen ani çıkışlar ve özellikle 2015 yılında meydana gelen süreli artış işletme açısından kontrol edilmesi güç bir risk olmuştur. Ek olarak ithal kömür tonajının fiyatını etkileyen dünya çapında kabul edilen endeksler söz konusudur. İşletme ithal kömür tedarikçisinde bu endeksleri günlük takip ederek raporlamakta ve altı aylık planlamasını bu verileri baz alarak yapmaktadır. Döviz kurundaki artışa rağmen 2014 ve 2015 yılı boyunca ithal kömür fiyatlarında dünya genelindeki düşüş işletme için olumlu bir gelişme olmuştur.

Fiyata ek olarak tedarik zinciri yapısı gereği tedarikçinin maruz kaldığı riskler de işletmenin riski sayılmaktadır. Tedarikçi ithal ettiği kömürü dökme yük olarak tedarik etmekte, millileştirme yaparak, limanda boşaltımını yaparak ayrıca bir eleme işleminden geçirmektedir. Bu nedenle gümrükte yaşadığı gecikmeler ya da erken teslimat, malzemenin hiç gelmemesi, eleme işleminin uzaması da birer risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Son olarak tedarikçinin depolama alanı ile işletme arasındaki ara-nakliye anlaşma gereği tedarikçiye ait olduğu için; acil ihtiyaç durumunda tedarik zorluğu, takibinin zaman alıcı olması da birer risk faktörü olarak görülebilir. Yerli kömür tedarikçisinde ise Türkiye'deki çimento fabrikalarının hepsinin Türkiye Kömür İşletmeler (TKİ) ile çerçeve sözleşmesi bulunmaktadır. Bu anlaşmaya göre her bir işletmenin beş yıllık alması gereken kömür tonajları ve fiyatları belirlenmiştir. Fiyatlar TKİ tarafından belirlenen oranlarda her sene artmaktadır. 2015 yılında olduğu gibi yerli kömür ton fiyatının arttığı ve ithal kömür ton fiyatının düştüğü durumlar çimento fabrikaları için olumsuz bir etkiye sahiptir. Yapılan çerçeve sözleşme gereği işletmelerin yerli kömür alımından vazgeçmesi söz konusu olmayacaktır. Yalnızca 2014 yılında Soma'da gerçekleşen maden kazası gibi olağanüstü durumlarda TKİ kömür tedarikçisinde bulunamadığı için sözleşme

maddelerinde değişim yapılmıştır. 2014 yılından beri ithal kömür ton fiyatındaki sürekli düşüş nedeniyle, uygulamanın yapıldığı işletme bu durumu lehine çevirmeyi başarmıştır. Yerli kömürün Soma'dan yapılan nakliyesi de TKİ tarafından organize edilmekte, aylık yapılan sevk programı aracılığıyla web sitesi üzerinden de takip edilebilmektedir. Nakliye mesafenin ve teslim sresinin daha fazla olması, sürekli alım yapma zorunluluğu nedeniyle stok seviyesini yükselmesi karşılaşılan risklere örnek olarak verilebilir. Tedarik riskinde gözetilmesi gereken önemli noktalardan biri de, fabrikanın alt yapısı gereği yerli ve ithal kömürün karıştırılarak yakıt olarak kullanılıyor olmasıdır. Bu nedenle her iki tedarikte de eř zamanlı olarak bir sevkiyat planlaması yapılmak zorundadır. Tedarikçi lokasyonlarının farklı bölgelerde oluşu, anlaşma biçimleri birbirinden farklılık gösterdiği için stoklama sahasında öngörülenden fazla kömür stoklaması veya üretime geçme için bir sevkiyatın diğerini bekleme durumları ortaya çıkabilmektedir.

İşletmenin maliyet açısından ölçümlenebilen en büyük riskinin kalite riski olduğu öngörülmektedir. Bu çalışmada kalite riskini belirlerken alınan kömürün kalorisi baz alınmıştır. Klinker retimi yapabilmek için fırınların belirli bir sıcaklıkta çalışması gerekmektedir. Bu sıcaklığı da yerli ve ithal kömür kalorisi belirleyecektir. Kalori kömürün ısınma değerini gösteren bir ifadedir. –Fırın içi sıcaklığı ayrıca kömürün nem miktarı, kükürt ve kül oranı da etkilemekte ancak bu çalışmada bu kalemler kapsam dışında bırakılarak sadece kalori üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Yapılan sözleşmelerle ithal ve yerli kömür tedariginde kömürün belirli kcal aralığında olması istenmektedir. İncelenen işletmede ithal kömürün kalori ortalaması 6. 000 kcal/kg olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin jeolojik yapısı gereği TKİ'den tarafından çıkarılan kömürün kalorisi daha düşük olmakta ve ortalama 4. 500 kcal/kg olarak ölçümlenmektedir. Ortalamadan daha düşük kaloriye sevkedilme olasılığına karşın ithal ve yerli kömür tedarik sözleşmelerinde cezai maddeler bulunmaktadır. Bu maddi ceza maddeleri firmanın kömür kalorisinden kaynaklı olarak üretimde ve tedarikte yaşadığı riskleri maddi olarak yansıtılmaktadır ve bu nedenle bu tezde aşağıda detaylı olarak açıklanan bu cezai maddeler kömür kalorisi ile ilgili olarak yaşanan risklerde maddi olarak firmaya getireceği yükler kabul olunmuştur ve firmanın toplam riskini artırmaktadır.

İthal tedarikçi ile yapılan sözleşme gereği; bir haftada gelen kömürün ortalama kalorisinin 5800-5999 kcal aralığında gelmesi durumunda penaltie uygulamasına gidilecektir. Bu hesaplama yapılırken aşağıdaki adımlar takip edilmektedir :

1. Haftalık sevk edilen kömür tonajı ve kalori hakkında karşılıklı olarak mutabık kalınır. Tonaj belirlenirken sözleşme gereği işletmenin kantar çekişleri esas alınır. Kalori belirlenirken sözleşme gereği işletmenin laboratuvarında yapılan analiz sonucu çıkan değer temel alınır.
2. Daha önceden belirlenmiş ton başına fiyat hak ediş yapılacak tarihteki fiyat döviz kuru ile çarpılıp ton başına TL fiyat elde edilir.
3. Ton başına elde edilen TL değer, haftalık kalori değerine bölünerek kalori fiyatı bulunur.
4. Penaltieye neden olan kcal değeri ile kalori fiyatı çarpılarak penaltie bedeli TL cinsinden tespit edilir ve haftalık kesilen hak ediş bedelinden bu tutar düşülerek faturalama işlemi gerçekleşir.

Kalori değerinin 5600-5799 aralığında olması durumunda çifte penaltie uygulaması yapılmaktadır. Bu aralığa denk gelen kalori değeri, kalori fiyatıyla çarpılarak TL cinsinden tutar elde edilir. Çifte penaltie bedelleri haftalık olarak düzenlenen faturalardan düşülür. Kalori değerinin sözleşmede belirlenmiş ortalama kaloriden daha yüksek ölçümlenmesi (örneğin 6200 kcal) durumunda anlaşılan tutardan daha yüksek bir ödeme yapılması söz konusu değildir. Kalori değerinin 5.600 kcal den daha düşük olması durumunda ise malzeme reddedilir ve işletme aynı özellikte ithal kömürü başka bir firmadan tedarik ederek bunu kendi tedarikçisine faturalama hakkına sahiptir.

Yerli kömür tedarikçisi olan TKİ ile yapılan çerçeve sözleşme gereği tedarik edilecek kömürün kalorisinin ortalama 4.500 kcal olması beklenmektedir. Ancak ithal kömürdekinden farklı olarak kalorisinin ± 300 kcal gelmesi durumunda bir penaltie uygulaması yapılmamaktadır. Ancak 4.200 kcal'den daha düşük değerlerde kalori ölçümlenirse; ölçümlenen kalori, baz alınan kaloriye bölünerek, ton başına

satış fiyatıyla çarpılır ve penalite maliyeti hesaplanır. Aynı şekilde 4. 800 kcal'den daha yüksek kalori ölçüldüğünde aynı formül yardımıyla prim maliyeti hesaplanır.

Kalite risk maliyetini özetlemek gerekirse ithal ve yerli kömür alımında kalori düşük geldiğinde penalite uygulaması varken, kalorinin yüksek gelmesi durumunda sadece yerli kömür de prim uygulaması bulunmaktadır. Simülasyon modelinde maliyet olarak bu iki penalite ve prim maliyeti toplanarak tek bir maliyet oluşturulmuştur. Bu penalite ve prim maliyetleri firmanın ithal ve yerli kömürle ilgili kalori risklerini oluşturmaktadır.

4. 4. 1. Risk Değişkenlerinin Dağılımlarını Belirlenmesi

Üç ana başlık altında toplanan risk maliyetleri oluşturulmadan önce her bir riske ait değişkenlerin dağılımlarının belirlenmesi gerekmektedir. Simülasyonun uygulanması, performans ve dağılımlarının uygulanması için Arena Input Analyzer programı kullanılmıştır. Dağılımı bulunan ve risk maliyetine etki eden rassal değişkenler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- Klinker üretiminde kullanılan yerli kömür tonajı,
- Klinker üretiminde kullanılan ithal kömür tonaj,
- İthal kömürün ortalama kalorisi,
- Yerli kömürün ortalama kalorisi,
- İthal kömür alınırken kullanılan döviz kuru,
- Uygulanan penalite sonrası ithal kömür fiyatı,
- Klinker üretim maliyeti,
- Klinker üretim miktarı,
- Yerli kömür sevkiyat sayısı,
- İthal kömür sevkiyat sayısı.

Toplam maliyeti meydana getiren model Microsoft Excel programında oluşturuldu. 131. 000 adet farklı deneme her bir değişkene atanan rassal sayılar nedeniyle farklı sonuçlar vererek bir dağılımı meydana getirildi. Bazı değişkenlerin dağılımının daha sağlıklı sonuç vermesi için son altı yıldaki gerçek değerleri kullanılmıştır.

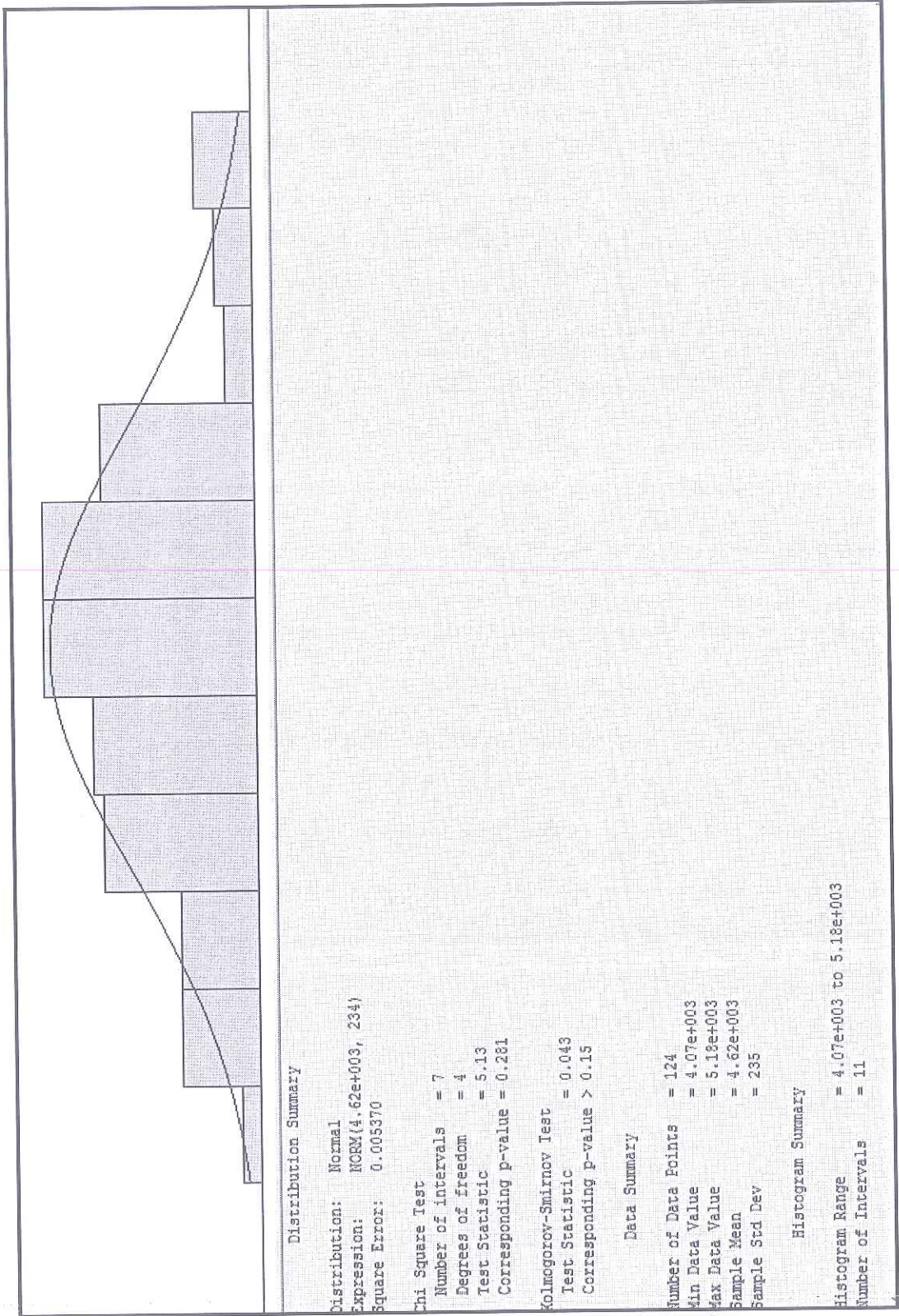
Örneğin klinker üretiminde kullanılan haftalık yerli kömür kalorisinin dağılımı Excel formatında çekilen rapor programa uygun olarak metin haline dönüştürülmüş ve dağılımı Arena Input Analzyer ile belirlenmiştir. Dağılımı aşağıdaki şekilde görmek mümkündür.

Büyüklüğü 124 olan ve 2014 ve 2015 yıllarında ölçülen yerli kömür kalorisini gösteren dağılımın hipotez testleri program tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Bu verilerin normal dağılıma ve homojen bir varyansa sahip olup olmadığı tespit edilmek istendiği için aşağıdaki hipotez kurulmuştur.

H0: Veriler ortalaması 4620 olan standart sapması 234 olan Normal dağılımdan gelmektedir.

H1: Veriler ortalaması 4620 olan standart sapması 234 olan Normal dağılımdan gelmemektedir.

Input Analyzer yardımıyla otomatik olarak Ki-Kare ve Kolmogorov Smirnov testi yapılmaktadır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testi sonucu p değeri %5'ten yüksek çıktığı için H0 hipotezi reddedilememiştir. Bu durumda belirtilen yerli kömür kalori dağılımının normal dağılımdan geldiği kabul edilmiştir. Hipotezlerin anlam düzeylerine ve %95 güven aralıklarına bakıldığında hipotezin doğruluğu görülmektedir. Klinker üretiminde kullanılan ithal kömür kalorisinin dağılımının da hipotez testi Arena Input Analzyer tarafından otomatik olarak gerçekleşmiştir. Aşağıdaki 9 no'lu şekil ile de bu dağılımı görmek mümkündür



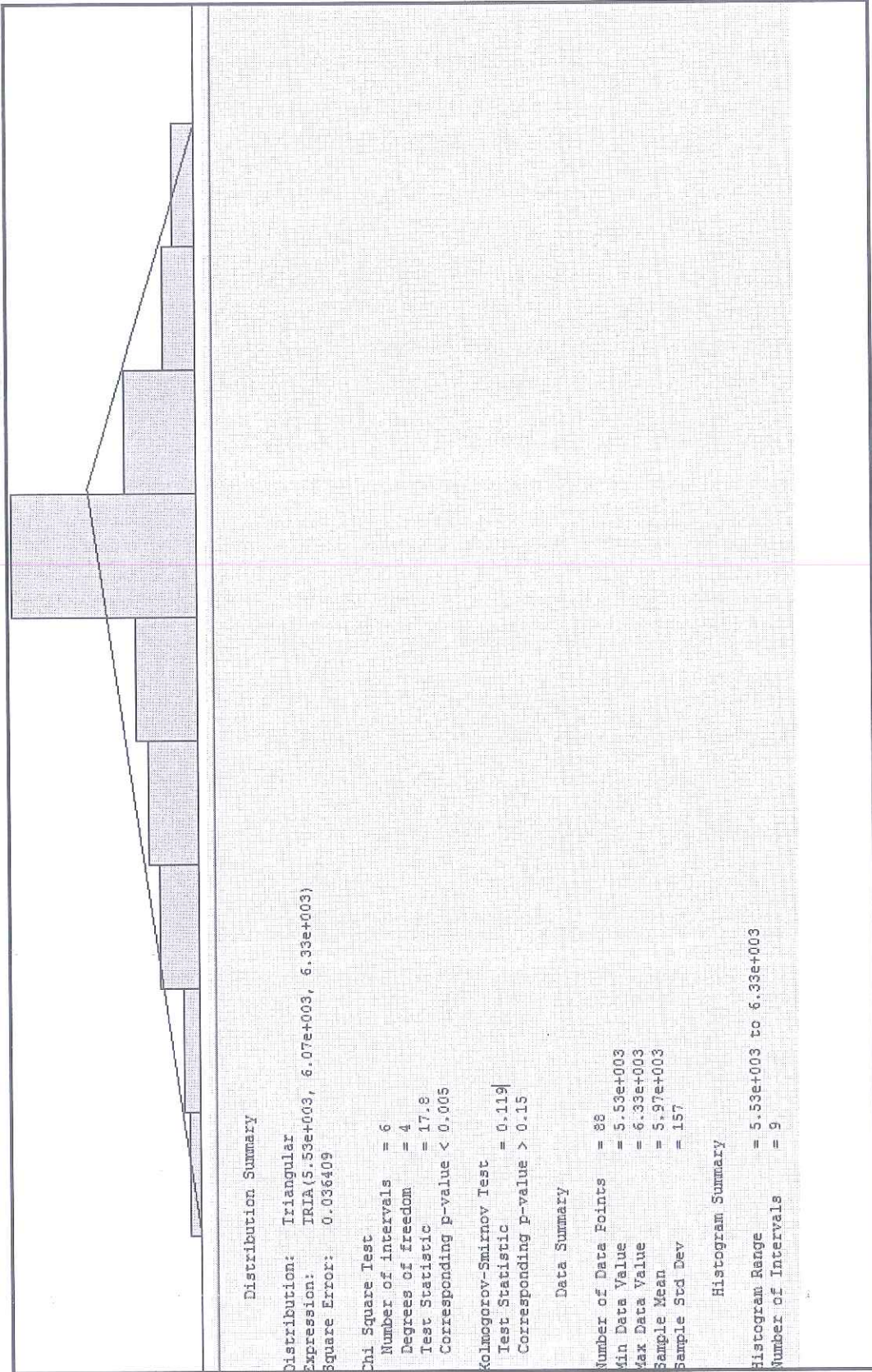
Şekil 9: Yerli Kömür Kalorisini Gösteren Dağılım

Değişkenlerin üçgensel dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Bu verilerin üçgensel dağılıma ve homojen bir varyansa sahip olup olmadığı tespit edilmek istendiği için aşağıdaki hipotez kurulmuştur.

H0: Veriler ortalaması 5.970 olan standart sapması 157 olan Üçgensel dağılımdan gelmektedir.

H1: Veriler ortalaması 5.970 olan standart sapması 157 olan Üçgensel dağılımdan gelmemektedir.

Input Analyzer yardımıyla yapılan test sonuçları incelendiğinde Kolmogorov-Smirnov testi sonucu p değeri %5'ten yüksek çıktığı için H0 hipotezi kabul edilmiştir (diğer bir deyişle H0 hipotezi reddedilememektedir). Bu durumda belirtilen ithal kömür kalori dağılımının üçgensel dağılımdan geldiği kabul edilmiştir. Hipotezlerin anlam düzeylerine ve %95 güven aralıklarına bakıldığında hipotezin doğruluğu görülmektedir.



Şekil 10: İthal Kömür Kalorisini Gösteren Dağılım

Bu dağılım tespiti yukarıda bahsedilen tüm risk faktörleri için ayrı ayrı yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki 1 numaralı tabloda olduğu gibi özetlenmiştir.

Tablo 1 : Simülasyonda Kullanılacak Değişken Listesi

	Rassal Değişken	Dağılımı	Örneklem Büyüklüğü (n=)
1	İthal Kömürün Kalorisi (kcal/kg)	TRIA (5. 530, 6. 070, 6. 330)	88
2	Yerli Kömürün Kalorisi (kcal/kg)	NORM (4. 620, 234)	124
3	Yerli Kömür Tonajı	TRIA (0. 001, 1. 083, 4. 320)	104
4	İthal Kömür Tonajı	UNIF (1. 110, 5. 380)	47
5	Döviz Kuru Ortalaması	TRIA (2, 75, 2. 93, 3. 13)	109
6	Klinker Üretim Miktarı	TRIA (27. 000, 27. 000, 31. 300)	106
7	Tüketilen Kömür Tonajı	BETA (28+ 67, 5*(0. 652, 0. 369))	47
8	Klinker Üretim Maliyeti (tl)	NORM (69. 4, 8. 4)	72
9	İthal Kömürün Fiyatı (usd)	BETA (750 + 3. 750*(2. 13, 0. 702))	88
10	Yerli Kömürün Sevkiyat Sayısı	TRIA (0. 001, 46, 184)	103
11	İthal Kömürün Sevkiyat Sayısı	TRIA (0. 001, 159, 205)	103
12	İthal Kömürün Fiyatı (usd)	BETA (750 + 3. 750*(2. 13, 0. 702))	88

Bu uygulamadaki Monte Carlo simülasyon analizinde değişkenlerin üçgensel (tria), normal (normal), tek biçimli (uniform) ve beta dağılımlarına uyumlu olduğu görülmüştür. Her bir değişkenin haftalık kalori, ton veya maliyeti dikkate alınmıştır. Örneklem büyüklüğü bazı dağılım türleri için son altı yıla veriler alınırken bazı değişkenlerin yalnızca son iki yıllık verileri analiz için yeterli görülmüştür. Bu nedenle örneklem büyüklükleri farklılık göstermektedir.

4. 5. Modelin Kurulumu ve Gelişimi

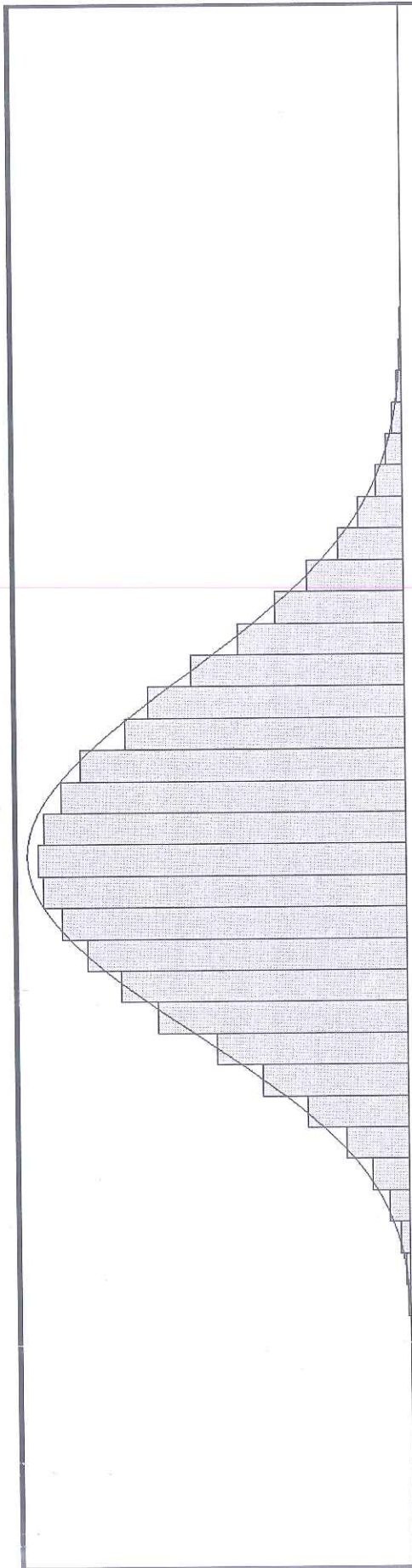
Modelde kullanılacak her bir değişken için Ms Excel'de oluşturulan modelde bir tesadüfi sayı atanarak maliyet hesaplaması yapılmıştır. Bu maliyet hesaplaması yapılırken değişkenlerin ilgili olduğu her bir risk maliyeti toplamı bulunmuştur.

Birinci maliyet riski olan üretim riskini ölçmek için haftalık ortalama klinker üretim miktarı (ton) sabit alınarak ve ton başına üretim maliyetinin dağılımı çıkarılmıştır. Üretim miktarı sabit alınırken son altı yıla ait verilerin ortalaması alınmıştır. Yine son altı yıla ait değerlerden elde edilen klinker üretim maliyetinin dağılımının normal dağılıma uygun olduğu görülmüş ve Excel üzerinde NORMTERS formülü kullanılarak bu dağılımın 130. 000 denemede oluşan değerleri kaydedilmiştir. S_SAYI_ÜRET formülü ile de bu risk faktörüne tesadüfi bir sayı atanmış ve iki değer çarpılarak maliyetler oluşturulmuştur.

İkinci maliyet riski olan tedarik riskinin maliyetini ise ithal kömürün fiyatına ait üçgensel dağılım, döviz kuru ortalamasına ait üçgensel dağılım ve ithal kömür tonajına ait uniform dağılımın tesadüfi sayılarla birleşmesi sonucu ulaşılmıştır. Bu risk kaleminde ilgili verilerin son iki yıla ait değerleri alınarak kısıtlama yapılmıştır. Üçgensel dolar döviz kurunun dağılımında çıkan 2. 04'lük değer yerine 2. 75 değeri alınmıştır. Çünkü T. C. M. B. verilerinin incelendiğinde günümüzde ve gelecekte Dolar döviz kurunun bu denli düşük olması tahmin edilmemektedir.

Üçüncü maliyet riskini maliyetine ulaşmak için ise ithal ve yerli kömürün kalorisini gösteren üçgensel ve normal dağılım, ithal ve yerli kömürün alım tonajlarını gösteren üçgensel ve uniform dağılımlar kendilerine atanan tesadüfi sayı ile dağılımlarına uygun birer değer kazanmıştır. Bu maliyet riskindeki penalite ve prim oranları bir önceki başlığın altında bahsedilen şekilde belirlenmiş ve MS Excel üzerinde bir maliyet toplamına ulaşılmıştır.

Yapılan 130.000 deneme-yanılma sonucunda toplam risk maliyetini oluşturan değerler raporlanarak Input Analyzer ile test edilmiştir. Ortaya çıkan dağılımın Normal Dağılım olduğu aşağıdaki şekil 11 ile gösterilmektedir.



Distribution Summary

Distribution: Beta
 Approximation: $1.21e+006 + 2.96e+006 * \text{BETA}(6.75, 8.32)$
 Square Error: 0.000047

Chi Square Test
 Number of intervals = 32
 Degrees of freedom = 29
 Test Statistic = 257
 Corresponding p-value < 0.005

Data Summary

Number of Data Points = 131072
 Min Data Value = $1.21e+005$
 Max Data Value = $4.17e+005$
 Sample Mean = $2.54e+005$
 Sample Std Dev = $3.67e+005$

Şekil 11: Tüm Risk Maliyetlerinin Dağılımı

4. 6. Senaryo Analizi

Uygulamanın yapıldığı işletmeden elde edilen verilerden bir kısmının risk maliyetine etkisini doğrudan görmek mümkün olmayabilir. Bu nedenle verilerin değerlendirilmesinde senaryo analizi yöntemine başvurularak yapılan risk analizine destek olunmakta hem de değişkenler arasındaki ilişki daha net tahminlenebilmektedir (Köfteci & Gerçek, 2010). Risk faktörlerinin değişimini görmek için üç adet senaryo elde edilen verilerden geliştirilebilir.

4. 6. 1 İşletmenin Hazır Beton Tesisleri Arasındaki Nakliye Operasyonu

Risk analizinin yapıldığı çimento fabrikasının bağlı bulunduğu şirketler grubuna ait Hazır Beton tesisleri bulunan ayrı bir işletmesi bulunmaktadır. Bu işletme tedarik ettiği çimentoyu tesislerinde gerekli katkı ve yardımcı malzemeler ile karıştırarak beton elde etmekte ve Ege Bölgesi'ndeki son tüketici ve bayilere hizmet vermektedir. Sahip olunan hazır beton tesislerinin esas ihtiyacı olan çimento ve kül nakliyelerinde dış kaynak kullanımına gitmektedir. Ek olarak işletmenin hazır beton tesislerinden beton satışını gerçekleştirmesi için gerekli nakliye hizmeti için de dış kaynak kullanımı söz konusudur. Bu durum beraberinde birçok riski de beraberinde getirmektedir.

İlk olarak işletme, çimento ve beton nakliyesinden kullanılan pompa, mikser ve özel ekipmana sahip kamyonlara sahip olmadığı için özsermaye kaleminde bir yükten kurtulmaktadır. Aynı zamanda gerekli sevkiyat organizasyonu yapmanın zorluğu, araçların bakım-onarım gibi zaman içerisinde artış eğiliminde olan masrafların varlığı da işletmeyi dış kaynak kullanımına itmektedir. Diğer açıdan bakıldığında ise kendisine ait şoför ve aracı bulunmayan işletmenin zaman zaman kontrolü ve takibi zorlaşabilmektedir. İşin taşere edildiği firmanın, işletmenin kapasite artırımına gitmesi, bayi ve müşteri ağını genişletmesi durumunda bu gibi ihtiyaçlara cevap verebilecek esneklikte olması gerekmektedir. Ancak 20'den fazla hazır beton tesisi ve iki fabrika arasındaki çimento ve hammadde nakliye

operasyonu, Ege Bölgesi'ndeki birçok lokasyona beton satışını yapılması bu esnekliğe ulaşmada karşılaşılan zorluklardan birisidir. Bu komplike nakliye ağının oluşturulması ve sorunsuz işleyişi, kapasite arttırmasına istinaden alınması gereken yeni mikser ve pompaların maliyeti ve teslimata çıkacak hale getirilmesi taşıeron firma üzerinde de baskı yapmakta ve finansal zorluklarla karşılaşmasına neden olabilmektedir. Bu ve benzer durumlarda tedarikçinin yaşadığı risk ve zorluklar hizmeti alan işletmeyi de olumsuz etkilemektedir. Tedarik zinciri yapısı gereği bir tedarikçi, satıcı ya da dağıtıcının sahip olduğu avantaj veya taşıdığı risk zincirin diğer üyelerini de etkilemektedir. Bu nedenle finansal zorlukla karşılaşan bir tedarikçi için risk önleyici çalışmalara başlanması gerekmektedir.

Uygulamanın yapıldığı işletme tesisler arası nakliye hizmetinin büyük bir yüzdesini temin ettiği şirketin %40 olasılıkla yanlış/eksik birim fiyatlandırma, maliyet hesaplarında sapmaların fazlalığı gibi nedenlerle finansal darboğaza girmesi ve iflas etmesi durumunda oluşacak risk maliyeti Monte Carlo simülasyonunda incelenmiştir. Dördüncü bir risk maliyeti olarak değerlendirilen bu durumda güncel ihale teklifleri incelendiğinde tüm lojistik hizmetin yeni bir tedarikçiden sağlanması söz konusu olduğunda ortalama %16 maliyet artışıyla karşılaşacağı görülmüştür. Tüm çalışmada olduğu gibi bu risk maliyetinde de haftalık maliyet baz alınmıştır. Ayrıca yeni mikser ve pompa alımı yapmak zorunda kalacak yeni tedarikçisine de gerekli sistemin kurulması ve araç temini için minimum dört ay hazırlık süresi vermesi gerektiği görülmüştür. Mevcut duruma bakılarak en kötümser senaryo düşünüldüğünde, mevcut tedarikçi hizmet veremeyecek kadar darboğaza düştüğünde ve maliyetlerini dahi karşılayamaz duruma geldiğinde beton satışında bulunan işletme de tesisler arası ve pazara yönelik nakliye hizmeti alamayacaktır. Bu durumda stok maliyetinde artış yaşanacak, dağıtılamayan malzeme için pazarlama ve satış riskleri ortaya çıkacaktır. Böyle bir durumla karşılaşmamak için henüz sağlıklı işleyen sistem mevcut iken çimento üreticisi işletme risk önleyici tedbirleri almalıdır.

Bir diğer olasılık ise nakliye hizmetinin alındığı şirketin üstlendiği nakliyelerin bir kısmını daha az kapasiteli başka bir tedarikçiye devredilmesi olacaktır. Mevcut duruma bakıldığında bu durumun olasılığı şirket yetkilileriyle

yapılan görüşmeler sonucu %30 olarak belirlenmiştir. İşletmenin hali hazırda çalıştığı bir diğer nakliye tedarikçisiyle işbirliğini arttırmak istemesi durumunda bir maliyet artış söz konusu olacaktır. Çünkü bu tedarikçi en iyi fiyatı sunan işletme değildir, en iyi fiyat sunan halihazırdaki tedarikçi riskin kaynağıdır, bu nedenle hizmetin bir kısmını üstlenmesi nakliye maliyetlerinin artmasına, kısa sürede yeterli sayıda mikser ve/veya pompa bulamama ihtimali de göz önüne alındığında gözardı edilemeyecek risk maliyeti ortaya çıkarmaktadır. Güncel teklif tutarları göz önüne alındığında bu maliyetin yaklaşık olarak %8 oranında olması beklenmektedir. Bu senaryonun gerçekleşmesini önlemek amacıyla az kapasiteli nakliyecinin rekabetçi fiyat verebileceği lokasyonlarla ilgili tekrar bir analize gidilebilir. Böylece işletme hem tek ve büyük nakliye hizmet sağlayıcısına bağımlı olmaktan kurtulmuş hem de piyasa hakkında daha fazla bilgi edinerek bunu gelecek dönemlerde fiyat avantajına çevirebilecektir.

En iyi senaryo analizi düşünüldüğünde mevcut tedarikçi ile çalışmaya devam edilmeli ve tedarikçinin içinde bulunduğu dar boğazdan kendi özkaynakları ve yetenekleriyle çıkması umulmaktadır. Kısa ve uzun vadeli borçlarını ödeme kapasitesini devam ettirmesi, işletmenin Hazır Beton tesis sayısı arttıkça eklenen yeni rotalar için verilen tekliflerin analizinin iyi yapılmış olması durumunda işletmenin bu firma ile devam etme yönünde olumlu düşüncesi olduğu görülmektedir.

Dördüncü olası risk maliyeti olan nakliye hizmetinin maliyetleri eklenerek oluşturulan toplam risk maliyeti incelediğinde, üç ana risk maliyetine ek olarak %1'lik artış gözlenlenmiştir. Bu nedenle 7/24 üretim yapan işletmede kritik önem taşıyan bu hizmetlerin temininde oluşacak ilave maliyetlerin önüne geçilmesi için tedarikçi seçimi çok iyi yapılmalı, tedarikçinin finansal yapısı, sermaye ve özkaynakları gerekirse analizler yardımıyla incelenmelidir.

4. 6. 2 İthal Kömür Kalorisinde Prim Uygulaması

Risk analizinin yapıldığı çimento fabrikası ithal kömür alım sözleşmesinde belirttiği üzere ton başına beklenen kalori 6. 000 kcal üzerinde ölçülediği zaman ekstra prim uygulaması yapılmamaktadır. Başka bir deyişle tedarikçi anlaşılan daha yüksek kaloride ve kaliteli kömür getirdiğinde anlaşılan ton başına bedelden daha fazla bir bedel almamaktadır. Ancak çalışmanın bir önceki bölümünde yerli kömür tedarikçisinde böyle bir uygulamanın varlığından söz edilmişti. Bir başka risk maliyeti olarak değerlendirilen bu durumda en kötü senaryo düşünüldüğünde 6. 000 kcal üzerinde ton başına her değer için prim uygulaması yapılabilir. İthal kömür tedarikçisinde böyle bir uygulama ve hesaplama yapılmadığı için yerli kömür maliyeti prim hesaplamasında kullanılan formül bu senaryo için uygulanmıştır. Monte Carlo simülasyonu modelinde ölçümlenen kalori değerinden, olması gereken kalori değeri çıkarılarak döviz karşılığı ile çarpılmıştır. Daha sonra bu veriler yapılan denemeler vasıtasıyla artırılmış ve dağılımı elde edilmiştir. Çıkan sonuçların analizi yapıldığında ithal kömür alımında prim uygulamasının olması durumunda maliyet artışı %1 olarak gözlemlenmiştir. Her ne kadar yüzdesel oranı düşük olarak görünse de uygulamanın yapıldığı işletmede tedarikçi bazında en çok ciroya sahip işletmeler içinde ithal kömür tedarikçisi ilk üçte yer almaktadır. Bu da gösteriyor ki %1'lük artış değişken maliyetler üzerinde gözardı edilemeyecek bir etkiye sahiptir, üstelik haftalık fatura kesim tarihindeki döviz karşılığı Türk Lirası olarak fatura kesildiği için döviz riski de söz konusu olacaktır.

Bu senaryo analizinde beklenen durum ise prim uygulamasının ithal tedarikçi bazında uygulanmama devam edilmesi olacaktır. Zira işletme aynı fiyata daha yüksek kaloride ve dolayısıyla kaliteli kömüre sahip olmaktadır. Pazardaki diğer ithal kömür tedarikçileriyle yapılan görüşmelerde prim uygulaması yapılmasının karşılıklı görüşmelerle belirlendiği öğrenilmiştir.

Bu çalışma kapsamında üçüncü ve son senaryo analizi; ilk iki senaryo analizindeki kötü senaryoların aynı anda gerçekleşmesi üzerinedir. İlk senaryoda bahsedilen nakliye operasyonunu gerçekleştiren işletmenin finansal darboğaz sonucu iflas etmesi ve ithal kömür tedarikçisinin (ve diğer ithal kömür tedarikçilerinin) yeni

sözleşme döneminde prim uygulamasına geçmesi durumunda risk maliyetindeki artış yapılan simülasyon modelinde %1, 3'lük bir artışa neden olmuştur. Bu risk maliyetlerinin önüne geçmek amacıyla ithal kömür tedarikinde sadece penaltı uygulamasına devam edilmeli, nakliye firmasının olası iflasına karşılık alternatif firma arayışına girilmeli veya diğer nakliye hizmeti alınan firmalara daha fazla ağırlık verilmelidir.

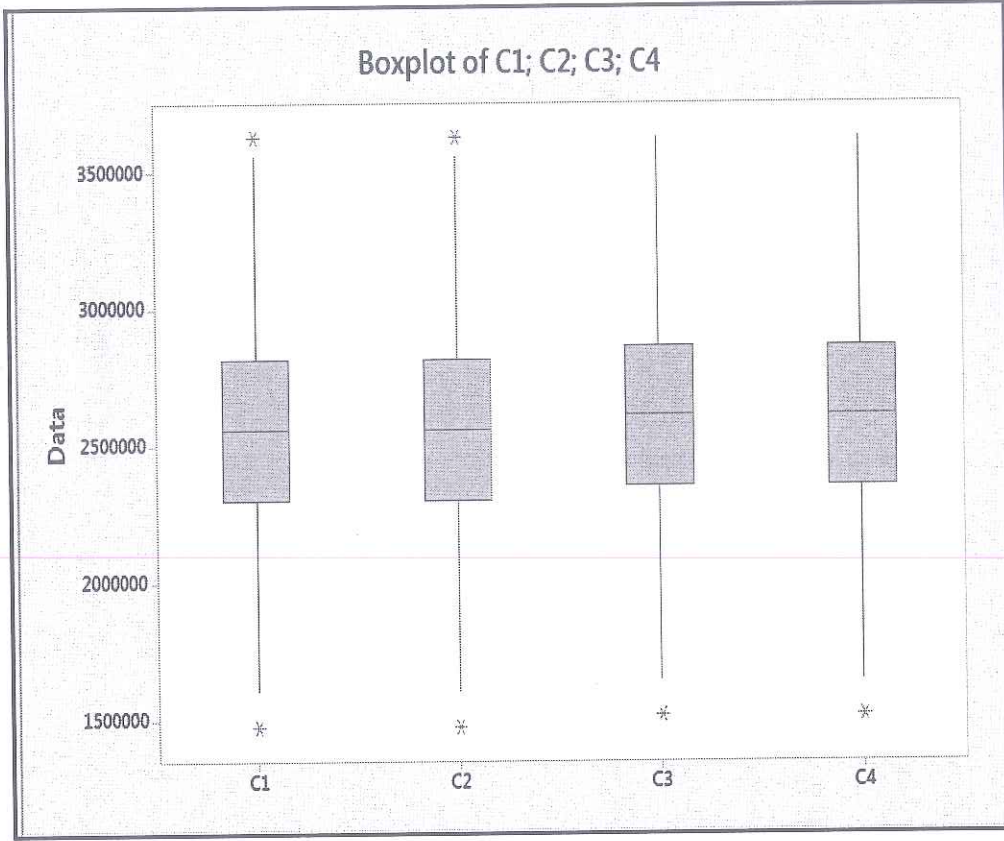
4. 7. Kutu Grafiği ile İnceleme

Çalışmanın bu bölümünde Monte Carlo Simülasyonu ile belirlenen ve Input Analyser ile dağılımları incelenen değişkenler ek olarak istatistiksel bilgisayar programlarından Kutu Grafiği (Box Plot) yöntemi ile incelenecektir. Böylece dağılımı meydana getiren verilerin girişinde karşılaşılan eksiklik ve/veya yanlışlıkların tespiti ve düzeltimi/ sağlanması yapılmış olacaktır. Kutu Grafiği, başka bir deyişle asansör grafiği nicel verilerin görsel olarak incelenmesi amacıyla kullanılan bir araçtır. Dağılımın ortalaması, var ise çarpıklığı, aşırı ve uç değerleri bu yöntem sayesinde açıkça gözlemlenebilir. En düşük ve en yüksek veri değerleri tespit edilerek dağılımda gözden kaçan uygunsuz bir veri kullanılması durumunda destekleyici bir yöntemdir.

Bu çalışmada uygulamanın yapıldığı işletmede senaryo analizleri ile birlikte 4 tip risk maliyetinden bahsedilmektedir. Bu risk maliyetleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir :

- C1: Senaryo analizi hariç toplam risk maliyeti
- C2: İthal risk priminin maliyeti dahil toplam risk maliyeti
- C3: Nakliye hizmetinin maliyeti dahil risk maliyeti
- C4: Tüm senaryo analizlerini içeren toplam risk maliyeti

Tüm veriler Minitab programında C1, C2, C3 ve C4 olarak adlandırılan kolonlara yerleştirilmiştir. Örnekleme sayısı 50. 000 adet olarak belirlenmiştir. Grafik bölümünden Kutu Grafiği aracıyla çoklu değişkenler seçeneği kullanılarak aşağıda gösterilen dağılım Şekil 12'de tabloda gösterilmiştir.



Şekil 12: Risk Maliyetleri Kutu Grafiği

Kutuların içindeki çizgiler verilerin ortalama değerini göstermektedir. Tüm verilerin ortalama değerinin çizgilerine bakıldığında ortalama risk maliyetinin 2.600.000 TL olduğu gözlemlenmektedir. Her bir risk maliyetine ait uç ve aşırı değerler ile medyanları aşağıdaki Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2 : Risk Maliyeti Kutu Grafiği Değerleri

Risk Değişken Maliyeti (TL)	Uç Değerler		Aşırı Değerler		Medyan (TL)
	En Düşük Değer (TL)	En Yüksek Değer (TL)	En Düşük Değer (TL)	En Yüksek Değer (TL)	
C1	2. 294. 510	2. 824. 441	1. 364. 807	4. 043. 737	2. 553. 926
C2	2. 294. 580	2. 824. 525	1364807	4. 043. 737	2. 553. 964
C3	2. 337. 041	2. 870. 617	1. 365. 085	4. 083. 737	2. 596. 367
C4	2. 337. 126	2. 870. 711	1. 365. 237	4. 083. 737	2. 596. 418

Tablo 2'den görüldüğü gibi; C2 olarak adlandırdığımız ithal risk prim senaryo analizinin dahil olduğu risk maliyetinin en geniş aralığa sahip olduğunu söylemek mümkündür. Uç değerler açısından incelendiğinde ise yine ithal risk priminin dahil olduğu senaryonun risk maliyetinde en uç değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Kutu Grafiği analizinde yer alan tüm veriler aynı zamanda bir önceki aşamada elde edilen dağılımların da kontrolünü sağlamaya yarayacaktır.

Kutu Grafiği yapılan bir diğer analizde ise toplam risk maliyetini en çok arttıran risk faktörü belirlenmeye çalışılmıştır. Risk faktörleri bu denemede aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır :

C1: İthal kömür alımında uygulanacak olası prime ait risk maliyeti

C2: İthal ve yerli kömür alımında penalite uygulamasına ait risk maliyeti

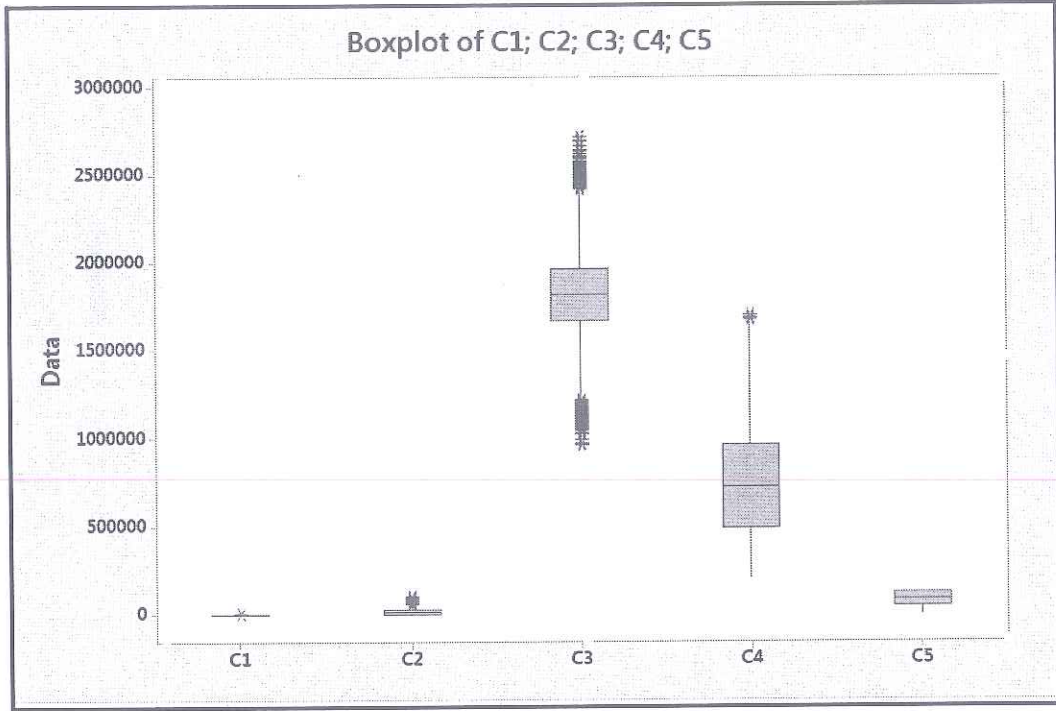
C3: 1 ton klinker üretimine ait aylık ortalama risk maliyeti

C4: Döviz kuruna ait risk maliyeti

C5: Nakliye tedarikçisinin finansal darboğaza girmesi durumunda ait risk maliyeti

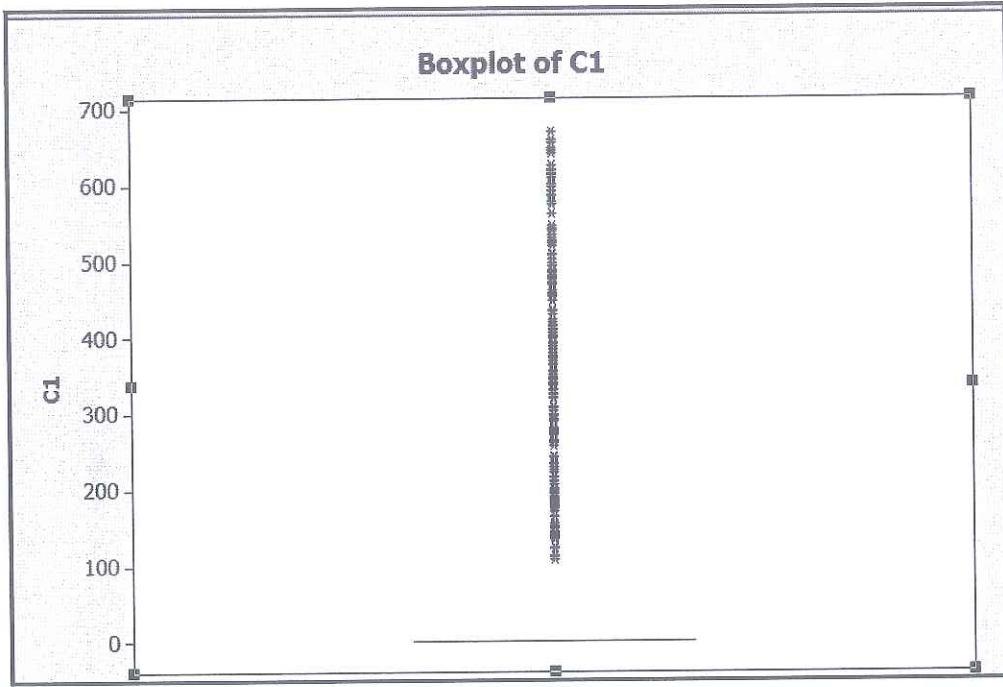
Tüm veriler Minitab programında C1, C2, C3, C4 ve C5 olarak adlandırılan kolonlara yerleştirilmiştir. Örneklem sayısı 50. 000 adet olarak belirlenmiştir.

Grafik bölümünden Kutu Grafiği aracıyla çoklu değişkenler seçeneği kullanılarak aşağıda gösterilen dağılım elde edilmiştir.

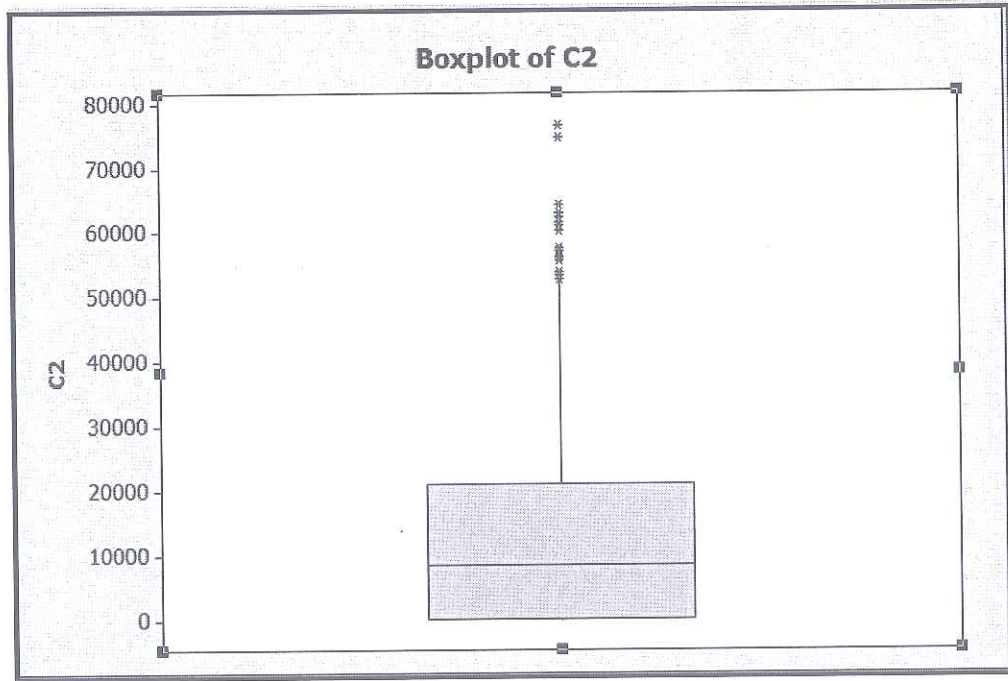


Şekil 13: Risk Maliyetleri Kutu Grafiği 2

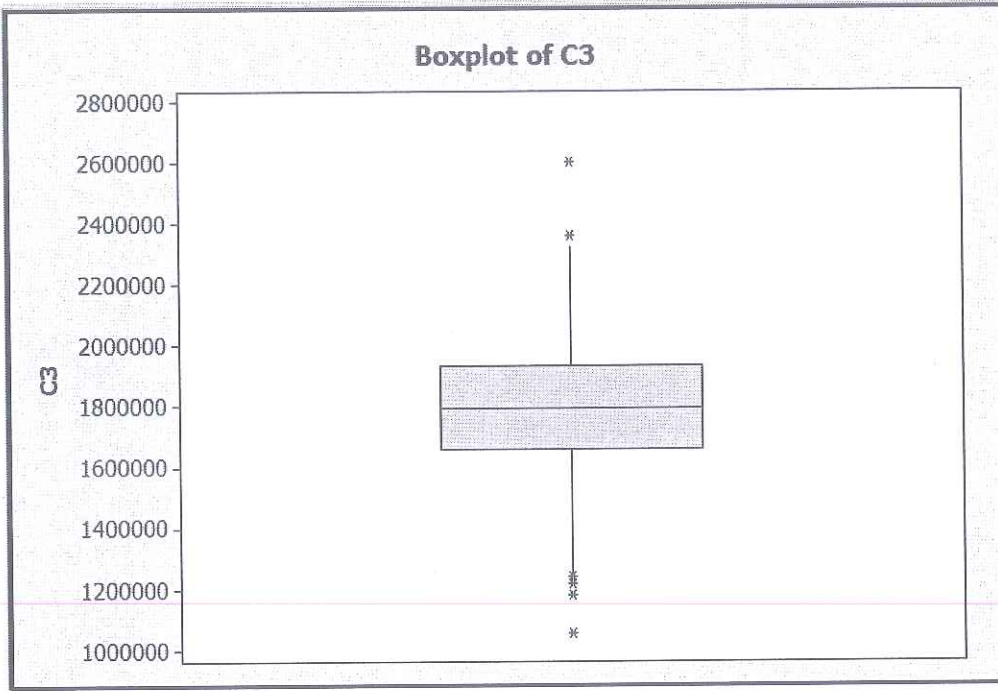
Risk maliyetleri incelendiğinde toplam risk maliyetini arttıran en önemli faktörün klinker üretim risk maliyeti olduğu açıkça görülmektedir. Daha sonra ise döviz kurunun getirmiş olduğu tedarik risk maliyeti gelmektedir. Simülasyonda yapılan analiz sonucunda olduğu gibi ithal risk primimin uygulanması durumunda karşılaşılabilecek risk maliyeti minimum düzeydedir. Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında işletmenin en fazla üretim risk maliyeti ve faktörleri üzerinde durması gerekecektir. Kutu grafiği ile her bir risk kalemi tek tek incelendiğinde aşağıdaki şekil 14, 15, 16, 17 ve 18’de gösterilen dağılımlar elde edilmiştir.



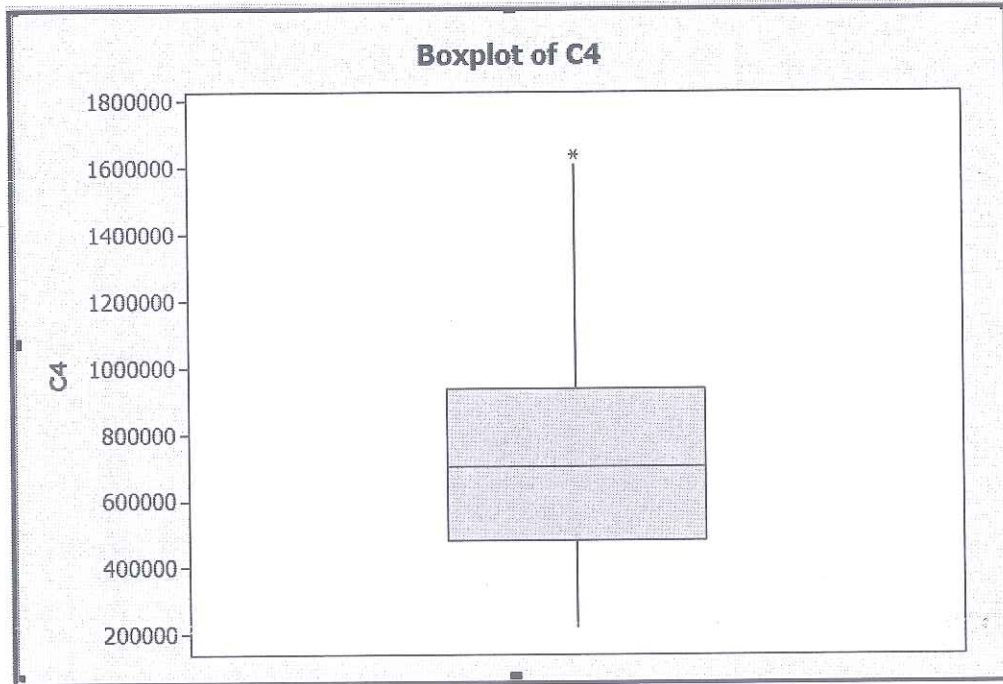
Şekil 14: C1 İthal Kömür Olası Risk Maliyeti



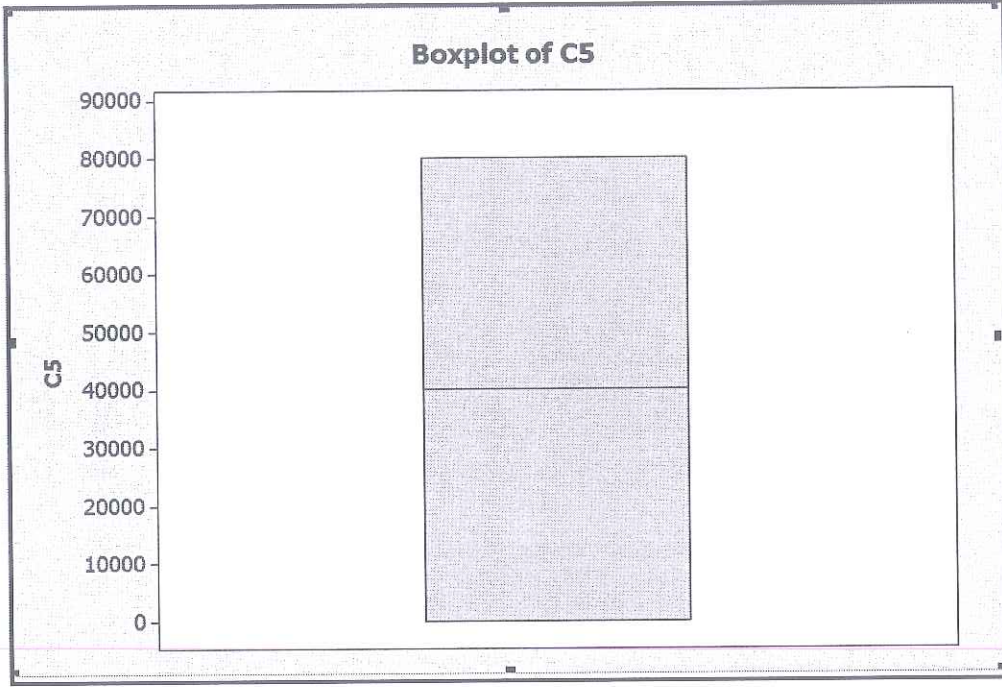
Şekil 15: İthal ve Yerli Kömür Penalite Uygulaması Risk Maliyeti



Şekil 16: 1 ton Klinker Üretimi Risk Maliyeti



Şekil 17: Döviz Kuruna Ait Risk Maliyeti



Şekil 18: Nakliye Tedarikçisinin Finansal Darboğaz Durumundaki Risk Maliyeti

14 numaralı şekilde C1 maliyeti olarak adlandırılan ithal kömür alımında uygulanacak olası prime ait risk maliyeti sıfır olarak görülmektedir. Bunun sebebi ise ithal kömür kalorisinin 6000 kcal'yi geçtiği durumlara çok nadir rastlanılmış olmasıdır, çünkü bugüne dek prim uygulaması yapılmadığı için tedarikçi 6000 kcal'den daha yüksek kcal değerine sahip kömür getirmeyi tercih etmemiştir. Diğer risk maliyetleri ile karşılaştırıldığında bu risk maliyeti çok daha az etkiye ve maliyete sahip olmaktadır. Bu nedenle yapılan grafikte bu değer sıfıra çok yakın bir değer olarak görülmektedir. Örneğin klinker üretimine ait maliyetini (C3) gösteren 16 numaralı şekildeki değerler ile karşılaştırıldığında; ithal kömür risk prim maliyetinin toplam içerisinde ne denli küçük etkisi olduğu görülebilir.

Olası risk maliyetleri dahil tüm risk maliyetlerine ilişkin uç ve aşırı değerler ile medyanları aşağıdaki 3 numaralı tabloda özetlenmiştir.

Tablo 3 : Risk Maliyeti Kutu Grafiği Değerleri

Risk Değişken Maliyeti (TL)	Uç Değerler		Aşırı Değerler		Medyan (TL)
	En Düşük Değer (TL)	En Yüksek Değer (TL)	En Düşük Değer (TL)	En Yüksek Değer (TL)	
C1	-	-	0,00	671,43	0,00
C2	20. 431	21. 228	-	96. 767	8. 368
C3	1. 665. 690	1. 966. 363	956. 775	2. 725. 744	1. 817. 217
C4	482. 459	956. 710	-	1. 692. 877	716. 724
C5	40. 000	120. 000	-	-	80. 000

SONUÇ VE ÖNERİ

Giderek artan rekabet ve küreselleşme işletmelerin hem daha çok riske maruz kalmasına neden olmakta hem de risk yönetimi kavramının önemine dikkat çekmektedir. Özellikle içinde bulunulan tedarik zincirlerinde doğan riskleri sınıflandırmak, değerlendirmek ve önlemeye çalışmak giderek daha karmaşık bir hal almaktadır.

Tedarik zincirinde riskin sayısal bir değer ile ifade edilmesi günümüz işletmelerinin en büyük sorunlarından birisi olmuştur. Henüz literatürde yerini alan risk yönetimi ve tedarik zinciri risk yönetimi kavramları hakkında farkındalığın artırılması bu çalışmanın esas amaçlarından birisi olmuştur. Bir işletmenin riskten korunarak sağlıklı bir tedarik zincirine sahip olması için atılması gereken adımlar, risk ölçüm yöntemleri ve ilerleyen teknoloji ile bu adımların uygulanabilirliği açıklanmaya çalışılmıştır. Giderek en değerli kaynağımız haline gelen zamanın en etkin biçimde kullanılması için geliştirilen yöntemlerden olan Monte Carlo analizi de bu çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Yapılan Monte Carlo simülasyonunda işletmenin mevcut risk analizi yapılarak dört ana alanda karşılaştığı riskler değerlendirilmiş ve olumsuz etkisini azaltması gereken durumlar paylaşılmıştır. Bu risk değerlendirmesi yapılırken temel olarak ana faaliyet olan klinker üretimi temel alınmıştır. Klinker üretim maliyetinde ise yakıt maliyeti en büyük yüzdeye sahip olduğu için diğer maliyeti göz ardı edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda riskin diğer boyutlarının tespiti için, üretim maliyetlerinden olan diğer hammadde maliyeti, elektrik vb. gibi maliyetler de dahil edilerek çalışma kapsam genişletilebilir.

Ms Excel ve Kutu Grafiği aracılığıyla yapılan değerlendirmelerde risk maliyetini en çok arttıran unsurun üretim risk maliyeti olduğu görülmüştür. Bu durumda işletmenin klinker üretimini etkileyen ve risk maliyetini arttıran değişkenleri kontrol altına alması faydalı olacaktır. Bu kapsamda fabrika duruşlarında gerekli ekstra işgücünün ihtiyaç zamanından önce planlanarak talep edilmesi, duruş sırasında kullanılacak tüm gerekli yedek parçaların stokta

bulundurulması gerekmektedir. Tedarik edilemeyen hizmet ya da ürün daha sonra daha yüksek maliyetle satın alınabilir. Fabrika duruşları kullanılan tüm üretim sisteminin gözden geçirilmesi, onarımı ve yenilenmesi için bir fırsattır. Bu nedenle gerekli olan bir malzemenin vaktinden sonra gelmesi tekrar üretime geçilmiş olacağı için bir anlam ifade etmeyecektir. İhraç edilmesi planlanan klinker tonajlarının üretim bölümüne aylık, üç aylık yada altı aylık planlar dahilinde bildirilmesi de risk değerlendirmesinde atlanmaması gereken bir noktadır. Klinkerin ihracı için nakliyeğe uygun paketleme ambalajlarının temini, paketleme ve elleçleme işlemleri de üretim departmanı tarafından kontrol edilmelidir.

Üretimden kaynaklanan risklerle ilgili olarak bütünsel bir bakış açısı yakalanarak işletmenin tüm birimlerinin bu bakış açısına sahip olması gerekmektedir. Bu amaçla Oracle sistemindeki bir modül olan ERP (Enterprise Resource Planning- Kurumsal Kaynak Planlaması) yönetiminin etkin hale getirilmesi gerekmektedir. Ölçümlenemeyen ya da maliyetlendirilemeyen ve üretimin yapılması için şart olan kömürün kalorisinin düşük geldiğinde eklenen kömür tonajı, işletmeye ait hammadde ocaklarından malzemelerin kalitesinde yaşanan problemlerin üretime direk etkisinin ölçülememesi bu sistemin işleyişinde aksamalar olduğunu göstermektedir. Bu nedenle öncelikle sistemdeki bu açıklıklar belirlenebilir ve karşılaşılan risklerin simülasyon ortamında analizi yapılabilir.

Risk değerlendirmesi incelendiğinde bir diğer risk maliyeti olan ithal kömür alımlarında karşılaşılabilecek riskler de göze çarpmaktadır. Döviz kurlarındaki dalgalanmalar zaman zaman işletmenin aleyhine bir durum oluşturmaktadır. Bu durumda dünya kömür fiyatı trendlerini takip etmek ve dövizin düşüş eğiliminde olduğu dönemlerde sabit fiyattan daha uzun süreli anlaşmalar yapılabilir. Ayrıca döviz kurunun yükseldiği yada yurtdışından ürün tedarik edilemediği durumlarda kömür satışı olmaması ihtimali göz önüne alınarak tedarikçini stok sahası ziyaret edilmelidir.

Döviz karşılığı TL olarak yapılan ödemelerde kurunun değışkenliği finansal açıdan önem taşımaktadır. Bu değışkenlik döviz kurunun artmasına istinaden önemli bir risk olarak belirmektedir. Bu riske karşı ödemenin yapıldığı banka ile sabit döviz kuru üzerinden kur garanti anlaşması yapılabilir. Böylece döviz kuru artsa dahi işletme kendini güvence altına alarak olası zararlardan kaçınabilir. Ayrıca incelemenin yapıldığı işletmede döviz kredisi kullanılmaktadır, bu kredinin geri ödenmesinde de sabit kur anlaşması yapılarak bilançodaki zarar olasılığı azaltılabilir.

KAYNAKÇA

- Aqlan, F., & Lam, S. S. (2015). Supply chain risk modelling and mitigation. *International Journal of Production Research* , 5640-5656.
- Aydın, K. (2007). İstanbul deniz otobüsleri seferlerinin simülasyon yardımıyla planlanması. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başkol, M. (2011). Bir rekabet aracı olarak tedarik zinciri yönetimi : strateji ve yaklaşımlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi* , 13-27.
- Çam, F. (2005). İnşaat sektöründe proje risk yönetimi ve bir risk modellemesi örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Christopher, M., & Lee, H. (2004). Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International Journal Of Physical Distrubition & Logistics Management* , 388-396.
- Clark, G. (2012). Understanding and reducing the risk of supply chain disruptions. *Journal Of Business Continuity & Emergency Planning* , 6 (1), 6-12.
- Demirdöğen, O. (1998). Talep tahmininde Monte Carlo simülasyon tekniğinin kullanılması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* , 12.
- Ellis, S. C., Henry, R. M., & Shockley, J. (2010). Buyer perceptions of supply disruption risk: A behavioral view and empirical assessment. *Journal Of Operations Management* , 34-46.
- Erhun, F., & Deleris, L. A. (2005). Risk management in supply networks using Monte Carlo simulation. *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*.
- Esmer, S. (2010). Konteynır terminallerinde lojistik süreçlerin optimizasyonu ve bir simülasyon modeli. Dokuz Eylül Yayınları.
- Ghadge, A., Dani, S., & Kalawsky, R. (2012). Supply chain risk management: present and future scope. *The International Journal of Logistics Management* , 313-339.
- Güneş, Ş. (2009, Ocak). Kurumsal risk yönetimi ve Türkiyede farkındalığına ilişkin bir uygulama. *Kurumsal risk yönetimi ve Türkiyede farkındalığına ilişkin bir uygulama* . İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hançerlioğulları, A. (2006). Monte Carlo simülasyon metodu ve MNCP kodu. *Kastamonu Eğitim Dergisi* , 545-566.

- Handfield, R. B., & McCormack, K. (2007). *Supply chain risk management*. New York: Auerbach Publications.
- Harrington, H. J., & Harrington, J. S. (1996). *Total Improvement Management, The Next*. New York: McGraw-Hill Professional.
- Ho, W., Zheng, T., Yıldız, H., & Talluri, S. (2015, April 15). Supply chain risk management: a literature review. *International Journal of Production Research* , s. 5031-5069.
- Jüttner, U. (2005). Understanding the business requirements from a practitioner perspective. *The International Journal of Logistics Management* , 120-141.
- Jüttner, U., Peck, H., & Christopher, M. (2003). Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics: Research and Applications* , 197-210.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sturrock, D. T. (2002). *Simulation with Arena*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Köfteci, S., & Gerçek, H. (2010). Yük taşımacılığında taşıma türü seçimi için lojistik maliyetlere dayalı ikili lojit model. *İMO Teknik Dergi* , 5087-5112.
- Kumar, S. K., Tiwari, M. K., & Babiceanu, R. F. (2010). Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches. *International Journal of Production Research* , 273-285.
- Makatsoris, H., & Chang, Y. (2001). Supply chain modeling using simulation. *International Journal of simulation,2(1)* , 24-30.
- Manuj, I., & Mentzer, J. T. (2008). Global supply chain risk management. *Journal Of Business Logistics* , 29 (1).
- Mendeş, M. (2005). Uygun simulasyon sayısının belirlenmesi: Monte Carlo simülasyon çalışması. *Tarım Bilimleri Dergisi* , 12-15.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., et al. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics* , 1-25.
- Olson, D. L., & Wu, D. D. (2010). A Review of Enterprise Risk Management in Supply Chain. *Kybernetes* , 694-706.
- Ouabouch, L., & Paché, G. (2014, March/April). Risk management in the supply chain: characterization and empirical analysis. *The Journal of Applied Business Research* .

- Öztürk, L. (2004). Monte Carlo simülasyon metodu ve bir işletme uygulaması. *Monte Carlo simülasyon metodu ve bir işletme uygulaması* . Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları.
- Patır, S., & Yıldız, M. S. (2003). Talep tahmininde Monte Carlo simülasyonunun uygulanması. *Ekev Akademi Dergisi* , 327-336.
- Şahin, F., & Robinson, E. P. (2002). Flow coordination and information sharing in supply chains: review, implications, and directions for future research. *Decision Sciences* , 505-536.
- Şahin, S. A. (2004). Satınalma ve risk yönetiminin tedarik zinciri yönetimindeki yeri. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Sawik, T. (2014). Joint supplier selection and scheduling of customer orders under disruption risks : Singlevs.dual sourcing. *Omega* 43 , 83-95.
- Sharma, S. K., & Bhat, A. (2014). Supply chain risks: development of model and empirical evidence. *International Journal of Applied Management Science* , 45-64.
- Taş, O., & İltüzer, Z. (2008). Monte carlo simulasyon yöntemi ile riske maruz değerin imkb30 endeksi ve dıbs portföyü üzerinde bir uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 67-87.
- TCMA. (2016, Şubat 16). *Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği*. Şubat 16, 2016 tarihinde TCMA: <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54> adresinden alındı
- Trkman, P., & McCormack, K. (2009). Supply chain risk in turbulent environments – a conceptual model for managing supply chain network risk. *International Journal of Production Economics* , 247-258.
- Ungan, M. C. (2011). En iyi tedarik zinciri uygulamaları ve bir saha çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , 16 (2), 307-322.
- Waters, D. (2011). *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics*. London: Kogan Page Publishers.
- Wu, D., & Olson, D. L. (2008). Supply chain risk, simulation and vendor selection. *International journal of production economics* , 646-655.
- Wu, T., Blackhurst, J., & Chidambaram, V. (2006). A model for inbound supply risk analysis. *Computers in Industry* , 350-365.

Yavuz, V. A. (2005). Tedarik zinciri yönetiminde simülasyon kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 2(3).

Yıldız, A. (2010). Benzetim modellemesi ile üretim sistemlerinde süreç optimizasyonu ve bir uygulama alışması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.