

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA
RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİYLE
TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY
İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA**

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN **HAZIRLAYAN**
Doç. Dr. Mustafa DESTE **Murat KARABULUT**

MALATYA, 2024

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE PAZARLAMA BİLİM DALI

TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ
YÖNTEMLERİYLE TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY
İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Murat KARABULUT

Danışman
Doç. Dr. Mustafa DESTE

MALATYA, 2024

ONUR SÖZÜ

Doç. Dr. Mustafa DESTE'nin danışmanlığında doktora tezi olarak hazırladığım **“TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİYLE TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA”** başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

19/02/2024

Murat KARABULUT

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, tez çalışmasının planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Mustafa DESTE hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında değerli görüşlerine başvurduğum, tez çalışmalarına büyük katkılar sağlayan, tez izleme komitemde bulunan sayın hocalarım Prof. Dr. Mehmet Mustafa YÜCEL ve Dr. Öğr. Üyesi Hasan SÖYLER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezde kullanılan verilerin elde edilmesine fırsat sağlayan, oldukça yoğun iş tempolarına rağmen vakitlerini ayırarak değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Kızılay İşletmeleri Tedarik Zinciri Üst Düzey Yöneticileri'ne destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bugünlere gelmemi sağlayan, dualarıyla manevi desteğini eksik etmeyen anneme ve motive edici tavsiyeleriyle beni cesaretlendiren aileme, dostlarıma yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

Şubat, 2024

Murat KARABULUT

ÖZET

Son yıllarda küresel ölçekte yaşanmakta olan savaşlar, pandemiler ve doğal afetler gibi durumlar tedarik zincirleri üzerinde önemli bir risk unsuru oluşturmaktadır. İşletmeler etkin bir tedarik zinciri yönetimiyle tedarik zinciri kırılma risklerinin meydana gelme olasılıklarını hesaplayıp, bu risklerin olumsuz etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmada, işletmelerin tedarik zinciri kırılmaları noktasında, önceden öngörü sahibi olabilmeleri için bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede geliştirilen modelin uygulaması, tedarik zinciri kırılmalarına yönelik ortak risklerin yönetilmesi için farklı sektörlerde hizmet veren Kızılay İşletmelerinde yapılmıştır. Uygulama çalışmasında farklı sektör ve lokasyonlarda yer alan bu işletmelerin tedarik zinciri üst düzey yöneticileriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmelerde tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine ilgili literatür taraması sonucu elde edilen sektör bazlı riskler sunulmuştur. Görüşmelerde tedarik zinciri üst düzey yöneticilerinin belirlediği riskler, ilgili literatürün taranması ve işletme içi dokümanlara içerik analizi yapılması sonucu elde edilen riskler değerlendirilip işletmelerin yapısına en uygun olanları belirlenmiştir. Üç farklı kaynaktan elde edilen risklerin değerlendirilmesi sonucunda 110 adet ortak risk belirlenmiştir. Riskler, meydana gelme olasılığı ve meydana geldiğinde oluşturabilecekleri etki olmak üzere iki farklı boyutta değerlendirilmiştir. Risklerin olasılık ve etki değerlendirmeleri tedarik zinciri üst düzey yöneticileriyle yapılan odak grup görüşmeleriyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara yönelik geliştirilebilecek stratejiler, ilgili literatür taraması ve işletme tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşü baz alınarak ortaya konulmuştur. Hangi koşullarda hangi stratejinin uygulanacağına yönelik olarak yapay zekâ yöntemleri kullanılmıştır. Bu yapay zekâ yöntemleri çalışmanın yapısına en uygun olduğu düşünülen bulanık mantık, anfis ve regresyon yöntemleridir. Bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemlerinin matlab programlama dilinde ilgili toolbox modülleri kullanılarak ilgili model çalıştırılmış, işletmeler özelinde ortak risklerin tedarik zincirini kırma olasılığı ve bu olasılığa karşı uygulanması gereken stratejiler (ertele, kontrol, takip, transfer, çeviklik) belirlenmiştir. Bulanık mantık yöntemiyle elde edilen çıktılar, anfis ve regresyon yöntemlerinde gerçekleşen değer olarak kullanılıp anfis ve regresyon yönteminde risklerin tedarik zincirinde kırılma olasılıkları tahmin edilmiştir. Anfis ve regresyon

yöntemlerinin uygunluk değ erleri çeşitli istatistiki performans  l   tleri kullanılarak kar ıla tırılmı tır. Çalışmada kullanılan bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemlerinin matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak, kullanıcı arayüz tasarımı oluşturulup dinamik bir sistem modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelin farklı sektörlerde yer alan işletmelerin tedarik zincirindeki kırılma ortak risklerine karşı bir erken uyarı sistemi olarak kullanılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi, Yapay Zekâ, Bulanık Mantık, Anfis, Regresyon



ABSTRACT

Situations such as wars, pandemics and natural disasters that have been experienced on a global scale in recent years pose a significant risk factor on supply chains. With effective supply chain management, businesses aim to calculate the likelihood of supply chain breakage risks and reduce the negative effects of these risks. In this context, the study attempted to develop a model so that businesses can have foresight at the point of supply chain breaks. The application of the model developed within this framework was made in Red Crescent Enterprises serving in different sectors to manage common risks of supply chain breaks. In the application study, interviews were held with the supply chain senior managers of these companies in different sectors and locations. During the interviews, sector-based risks obtained as a result of the relevant literature review were presented to supply chain senior managers. During the interviews, the risks identified by the supply chain senior managers, the risks obtained as a result of scanning the relevant literature and content analysis of internal business documents were evaluated and the ones most suitable for the structure of the businesses were determined. As a result of evaluating the risks obtained from three different sources, 110 common risks were identified. Risks are evaluated in two different dimensions: the probability of occurrence and the impact they may have when it occurs. The probability and impact assessments of the risks were determined through focus group discussions with supply chain senior managers. Strategies that can be developed for the results obtained have been put forward based on the relevant literature review and the opinion of business supply chain senior managers. Artificial intelligence methods have been used to determine which strategy will be applied under which conditions. These artificial intelligence methods are fuzzy logic, amplifier and regression methods, which are thought to be most suitable for the structure of the study. The relevant model was run using the relevant toolbox modules in the Matlab programming language of the fuzzy logic artificial intelligence method, amplifier and regression methods, and the possibility of common risks breaking the supply chain for businesses and the strategies that should be applied against this possibility (postpone, control, follow-up, transfer, agility) were determined. The outputs obtained by the fuzzy logic method were used as the actual values in the amplifier and regression methods, and the probabilities of the risks breaking in the supply chain were estimated in the amplifier

and regression method. The fitness values of the amplifier and regression methods were compared using various statistical performance measures. The fuzzy logic artificial intelligence method, amplifier and regression methods used in the study were used in the Matlab programming language and the app designer toolbox was used to create a user interface design and a dynamic system model was developed. This developed model is planned to be used as an early warning system against common risks of breakage in the supply chain of businesses in different sectors.

Keywords: Supply Chain Risk Management, Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, Anfis, Regression



İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ VE RİSK YÖNETİMİ

1.1. Tedarik Zinciri.....	6
1.2. Tedarik Zincirinin Yapısı ve Türleri.....	8
1.3. Tedarik Zincirinin Üyeleri.....	9
1.4. Tedarik Zinciri Yönetimi.....	10
1.5. Risk Yönetimi.....	16
1.6. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi.....	17
1.7. Tedarik Zincirinde Risk Yönetim Süreci	19
1.8. Tedarik Zinciri Riskleri ve Sınıflandırması.....	21
1.9. Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri.....	23
1.10. Tedarik Zincirlerindeki Kırılmaların Sektör Bazlı Riskleri	27
1.10.1. Lojistik Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri.....	28
1.10.2. İÇecek Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri.....	29
1.10.3. Sağlık Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri.....	31
1.10.4. Tekstil Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri.....	32
1.10.5. İnşaat Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri.....	33

İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂ KAVRAMI VE YÖNTEMLERİ

2.1. Yapay Zekâ	35
2.2. Yapay Zekâ Yöntemleri.....	38
2.2.1. Uzman Sistemler.....	38
2.2.2. Yapay Sinir Ağları.....	38
2.2.3. Genetik Algoritma.....	39
2.2.4. Bulanık Mantık	40
2.2.4.1. Bulanık Mantık Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları.....	41
2.2.4.2. Bulanık Mantık Yönteminin Yapısı.....	41
2.2.4.3. Bulanık Mantık Yönteminin Kullanım Alanları.....	43
2.2.4.4. Bulanık Küme Teorisi.....	43
2.2.4.5. Üyelik Derecesi.....	43
2.2.4.6. Üyelik Fonksiyonları.....	44
2.2.4.7. Bulanık Mantık Yönteminin Aşamaları.....	46
2.2.5. Uyarlanabilir Bulanık Sinir Ağları Sistemi.....	47
2.3. Makine Öğrenmesi	48
2.3.1. Makine Öğrenmesi Yöntemleri.....	49
2.3.2. Makine Öğrenmesi Algoritmaları.....	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	53
3.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Yöntemleri ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	58
3.3. Literatür Özeti.....	91
3.3.1. Bulgular.....	93
3.3.1.1. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılımı.....	93
3.3.1.2. Yöntemlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılımı.....	97
3.3.1.3. Yöntemlerin Yıllara Göre Dağılımı.....	98

3.3.1.4. Yöntemlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı.....	100
3.3.1.5. Sektörlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılımı.....	101
3.3.1.6. Sektörlerin Yıllara Göre Dağılımı.....	102
3.3.1.7. Sektörlerin Yapısal Özelliklerine Göre Dağılımı.....	103
3.3.1.8. Çalışma Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı.....	104
3.3.1.9. Çalışma Türlerinin Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı.....	104
3.3.1.10. Yayın Yıllarının Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı.....	105
3.3.2. Literatür Değerlendirmesi	105

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİYLE TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA

4.1. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Kapsamı.....	107
4.2. Çalışmanın Problemleri ve Modeli.....	108
4.3. Uygulama Yapılan İşletmeler Hakkında Genel Bilgiler.....	110
4.3.1. Kızılay Lojistik A.Ş.....	110
4.3.2. Kızılay İçecek A.Ş.....	111
4.3.3. Kızılay Sağlık A.Ş.....	112
4.3.4. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.....	113
4.3.5. Kızılay Sistem Yapı A.Ş.....	114
4.4. Mevcut Durum Analizi ve Ortak Risklerin Belirlenmesi.....	115
4.5. Risklerin Değerlendirilmesinde Bulanık Mantık Yönteminin Kullanımı..	141
4.5.1. Bulanık Risk Modelinin Oluşturulması.....	141
4.5.2. Bulanıklaştırma.....	143
4.5.3. Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması.....	144
4.5.4. Kural Tabanının Oluşturulması.....	146
4.5.5. Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma.....	148
4.6. Risklerin Değerlendirilmesinde Anfis Yönteminin Kullanımı.....	161
4.6.1. Anfis Modelinin Genel Yapısı.....	162
4.6.2. Anfis Modelinin Kural Tabanı ve Tahmin Sonuçları.....	165

4.7. Risklerin Değerlendirilmesinde Regresyon Yönteminin Kullanımı.....	176
4.7.1. Regresyon Modelinin Genel Yapısı.....	176
4.7.2. Regresyon Modeli Algoritma Seçimi ve Tahmin Sonuçları.....	180
4.8. Kullanıcı Arayüz Tasarımının Yapılması.....	191
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	195
KAYNAKÇA.....	199
EKLER.....	216

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler ve Adetleri.....	92
Tablo 3.2. Çalışmaların Yapıldığı Sektörler ve Adetleri.....	92
Tablo 3.3. Çalışmaların Türleri ve Adetleri.....	93
Tablo 3.4. Çalışmaların Yayın Yılları ve Adetleri	93
Tablo 3.5. Çalışmaların Yapısal Özellikleri ve Adetleri.....	93
Tablo 3.6. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri -1.....	94
Tablo 3.7. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri -2.....	95
Tablo 3.8. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri -3	96
Tablo 3.9. Yöntemlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılım Adetleri	97
Tablo 3.10. Yöntemlerin Yıllara Göre Dağılım Adetleri	98
Tablo 3.11. Yöntemlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri.....	100
Tablo 3.12. Sektörlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılım Adetleri.....	101
Tablo 3.13. Sektörlerin Yıllara Göre Dağılım Adetleri.....	102
Tablo 3.14. Sektörlerin Yapısal Özelliklerine Göre Dağılım Adetleri.....	103
Tablo 3.15. Çalışma Türlerinin Yıllara Göre Dağılım Adetleri.....	104
Tablo 3.16. Çalışma Türlerinin Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri.....	104
Tablo 3.17. Yayın Yıllarının Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri.....	105
Tablo 4.1. Kızılay Lojistik A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti.....	116
Tablo 4.2. Kızılay Lojistik A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri.....	116
Tablo 4.3. Kızılay İçecek A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti.....	120
Tablo 4.4. Kızılay İçecek A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri.....	120
Tablo 4.5. Kızılay Sağlık A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti.....	123
Tablo 4.6. Kızılay Sağlık A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri.....	124
Tablo 4.7. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti.....	127
Tablo 4.8. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri.....	127
Tablo 4.9. Kızılay Sistem Yapı A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti.....	130
Tablo 4.10. Kızılay Sistem Yapı A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri.....	131
Tablo 4.11. Olasılık Derecelendirme Puanlamaları.....	135
Tablo 4.12. Etki Derecelendirme Puanlamaları.....	135

Tablo 4.13. Kızılay İşletmeleri Tedarik Zinciri Ortak Risk ve Risk Puanları.....	136
Tablo 4.14. Birinci Girdi Tanım ve Aralıkları.....	143
Tablo 4.15. İkinci Girdi Tanım ve Aralıkları.....	143
Tablo 4.16. Çıktı Girdi Tanım ve Aralıkları.....	143
Tablo 4.17. Kural Tablosu.....	146
Tablo 4.18. Çıktı Değer Karşılaştırması	148
Tablo 4.19. Risklerin Sınıflandırılması	155
Tablo 4.20. Risk Sınıflandırma ve Çıktı Değerleri.....	159
Tablo 4.21. Anfis Modelinde Risklerin Sınıflandırılması.....	171
Tablo 4.22. Anfis Modelinde Risk Çıktı Ortalamaları ve Stratejileri.....	175
Tablo 4.23. Regresyon Model Çıktı Değerleri.....	183
Tablo 4.24. Regresyon Modelinde Risk Çıktı Ortalamaları ve Stratejileri	187
Tablo 4.25. Bulanık Mantık, Anfis ve Regresyon Yöntemleri İle Elde Edilen Çıktıların Karşılaştırılması	189
Tablo 4.26. Bulanık Mantık, Anfis ve Regresyon Yöntemlerine Göre Risk Sınıflarının Önem Sıralaması.....	190
Tablo 4.27. Anfis Ve Regresyon Yöntemlerinin Performans Uygunluk Değerleri.....	190

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Basit Tedarik Zinciri.....	8
Şekil 1.2. Genişletilmiş Tedarik Zinciri.....	8
Şekil 1.3. Tedarik Zincirinde Risk Yönetim Süreci.....	19
Şekil 1.4. Tedarik Zincirlerinde Risk Azaltma Stratejileri.....	24
Şekil 1.5. Risk Azaltma Stratejileri.....	26
Şekil 2.1. Bulanık Mantık Yöntemi.....	42
Şekil 2.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu Grafiği.....	44
Şekil 2.3. Yamuksal Üyelik Fonksiyonu Grafiği.....	45
Şekil 2.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Grafiği.....	45
Şekil 2.5. Makine Öğrenme Modeli Geliştirme Adımları.....	49
Şekil 2.6. Makine Öğrenme Temelindeki Disiplinler.....	49
Şekil 2.7. Denetimli Öğrenme.....	50
Şekil 4.1. Uygulama Çalışması Modeli	109
Şekil 4.2. Fuzzy Logic Designer Model Çalışması	142
Şekil 4.3. Bulanık Mantık Model Üyelik Fonksiyonu Değeri.....	144
Şekil 4.4. Birinci Girdi Birinci Aralık Üyelik Fonksiyonu.....	144
Şekil 4.5. Erteleme Stratejisine Ait Üyelik Fonksiyonu.....	145
Şekil 4.6. Kural Seti.....	147
Şekil 4.7. Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri.....	151
Şekil 4.8. Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi.....	152
Şekil 4.9. Neuro-Fuzzy Logic Designer Model Çalışması.....	162
Şekil 4.10. Anfis Modeli Klasör Tanımlamaları.....	162
Şekil 4.11. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Eğitim Veri Çalışması	163
Şekil 4.12. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Eğitim Veri Çalışması Sonucu.....	163
Şekil 4.13. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Test Veri Çalışması	164
Şekil 4.14. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Test Veri Çalışması Sonucu.....	164
Şekil 4.15. Anfis Modelinin Eğitimi.....	165

Şekil 4.16. Anfis Kural Seti.....	165
Şekil 4.17. Ani Talep Şoklarının Girdi ve Çıktı Değerleri	166
Şekil 4.18. Anfis Modelinde Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri.....	168
Şekil 4.19. Anfis Modelinde Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi.....	169
Şekil 4.20. Regression Learner Toolbox.....	176
Şekil 4.21. Regression Learner Toolbox Dosya Yükleme.....	177
Şekil 4.22. Regression Learner Toolbox Girdi ve Çıktı Değerlerinin Belirlenmesi.....	178
Şekil 4.23. Regression Learner Toolbox Tüm Algoritmaların Çalıştırılması.....	179
Şekil 4.24. Regression Learner Toolbox Wide Neural Network Algoritma Seçimi	179
Şekil 4.25. Regression Learner Toolbox Wide Neural Network Algoritma Veri Testi..	180
Şekil 4.26. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Bulanık Mantık Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı.....	192
Şekil 4.27. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Anfis Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı	193
Şekil 4.28. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Regresyon Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı	194

KISALTMALAR

ANFIS	: Adaptive Neural Fuzzy Inference System
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyeraji Prosesi
B	: Büyük
C	: Ciddi
CB	: Çok Büyük
CC	: Çok Ciddi
CFE	: Cumulative Furl Error
CH	: Çok Hafif
CK	: Çok Küçük
DÖF	: Düzeltici Önleyici Faaliyet
GYSA	: Geri Yayılım Yapay Sinir Ağı
H	: Hafif
HBYS	: Hastane Bilgi Yönetim Sistemi
ISO	: International Organization for Standardization
K	: Küçük
MAD	: Mean Absolute Deviation
MAPE	: Mean Absolute Percent Deviation
MSE	: Mean Square Error
O	: Orta
RMSE	: Root Mean Square Error
SCOR	: Supply Chain Operations Reference
TDK	: Türk Dil Kurumu
TSK	: Takagi-Sugeno-Kang
TZ	: Tedarik Zinciri
TZRY	: Tedarik Zinciri Risk Yönetimi
TZY	: Tedarik Zinciri Yönetimi
VD	: Ve Diğerleri
YY	: Yüzyıl

GİRİŞ

Küreselleşen ticaret ortamında işletmeler bulundukları sektör özelinde birçok faaliyette bulunmakta, giderek gelişen ve yaygınlaşan teknoloji sayesinde daha büyük tedarik zincirlerini yönetmeye çalışmaktadır. Bu kapsamda işletmelerin tedarik zincirlerinde meydana gelebilecek riskleri önceden tahmin etmeleri büyük önem taşımaktadır. Günümüzde etkileri hâlen devam eden Covid-19 pandemisine, Dünya Sağlık Örgütü verileri baz alındığında tüm dünya üzerinde 774.593.066 kişi yakalanmış ve 7.028.881 kişi ölmüştür (<https://data.who.int/dashboards/covid19/deaths?n=c.19.12.2023>). Resmi ve özel kurumlar büyük maddi kayıplar yaşamıştır. İşletme tedarik zincirleri, bu duruma karşı hazırlıksız yakalanarak kırılmış ve büyük kayıplara katlanmak zorunda kalmışlardır. Bu örnekten anlaşılabileceği üzere tedarik zincirindeki kırılmaları önceden tahmin etmek, işletmeleri büyük maliyetlerden kurtaracaktır. Bu doğrultuda işletmelerin tedarik zinciri risk yönetiminde, risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve uygun risk azaltma stratejilerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Tedarik zinciri yönetimi ilk defa ortaya çıktığı 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren işletme hammadde tedarikçilerinden son tüketicilerine kadar malzemenin, paranın ve bilgi akışının iyileştirilerek; pazarda rekabet avantajı sağlanan bir yönetim felsefesi gibi benimsenmektedir. İşletmelerin tedarikçilerini ve dağıtım kanalını kapsayan tedarik zincirlerinin oluşmasını; dünyadaki küreselleşme sonucunda ülkeler arasındaki sınırların ortadan kalkması ve işletmelerin esas faaliyetleri dışında kalan faaliyetlerini dış kaynak kullanarak sonuca ulaşmaları hızlandırmıştır (Chopra ve Meindl, 2017: 2-3).

Tedarik zincirleri gün geçtikçe büyümekte ve daha komplike bir hâl almaktadır. Bu büyüme sonucunda tedarik zinciri içerisindeki aksamaların oluşma ihtimali yükselmektedir. Tedarik zincirinde yer alan işletmelerin birbirine bağlı olması, zincirin herhangi bir yerinde yaşanabilecek kırılmanın dalga etkisi oluşturmaya ve tedarik zincirinde yer alan bütün işletmelerin zarar görmesine neden olmaktadır (Fischer-Preßler vd., 2020: 235).

Günümüzde geldiğimiz nokta itibarıyla, işletmelerin kapalı bir yapıdan ziyade açık bir yapıya sahip olması gerektiği açıkça görülmektedir. İşletmeler tek başlarına faaliyetlerini yerine getiremediklerinden diğer işletmelerle birlikte ortak hareket ederek,

amaçlarını gerçekleştirebilmek ve başarı sağlamak için birbirlerine destek olmaktadır. Bu organizasyonda bulunan tedarikçiler, üreticiler, lojistik vb. işletmeler ortak hedef koymak, ortak hedeflerine ulaşabilmek adına etkin ve verimli çalışmak mecburiyetindedirler. Tüm bu organizasyonu kapsadığından dolayı tedarik zinciri yönetiminin eksiksiz yerine getirilmesi elzem bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üretimin hızlı bir şekilde gelişmesine paralel olarak üretim araçlarının çoğalması sonucu ortaya çıkan olumsuz etkiler günlük hayatımızın bir parçası hâline gelmektedir. Günümüz piyasa koşullarında tedarik zincirleri; arz ve talebin hızlı artarak sürekli değişmesi sonucu daha komplike bir hâle bürünmüştür. Bu durum işletmeler arasındaki sıkı rekabetin, artık tedarik zincirleri arasındaki rekabet boyutuna taşınmasına neden olmuştur. Küreselleşen dünyada ticaret öneminin artması, tedarik zincirlerinde oluşabilecek riskleri ve belirsizlikleri önemli bir unsur hâline getirmektedir. Pazarda meydana gelen bazı gelişmeler; çeşitli riskleri ortaya çıkarmakta, mevcut risklerin etki ve olasılık değerlerini artırarak tedarik zincirlerinde kırılmaların artmasına yol açmaktadır (Erdal, 2017: 122). Bu gelişmelerden bazılarını; (Norrman ve Jansson, 2004: 434-435); (i) TZ'lerin küresel bir hâl alması, (ii) Etkili olmak yerine etkin olma çabası, (iii) Teknolojik gelişmeler, (iv) Fabrikalara odaklanma, (v) Organizasyonlarda dış kaynak kullanımının artması, (vi) Tedarikçi sayısının azalmaya gitmesi, (vii) İşletmelerin birbirlerine bağımlılığının artması, (viii) Müşteri beklentilerinin yükselmesi, (ix) Talebin stabil olmaması, (x) Teslim sürelerinin minimum seviye indirme istekleri olarak açıklamak mümkündür.

Riskler tedarik zincirleri üzerinde performans ve finansal kayıplar oluşturabileceğinden dolayı işletmeler karar alma süreçlerinde risk ve belirsizlikler üzerinde detaylı çalışmak mecburiyetindedirler (Kara Er ve Oktay Fırat, 2015: 326). Risk terimi farklı alan ve disiplinlerde uzun zamandır kullanılmasına rağmen tedarik zinciri yönetimi (TZY) için yeni yeni kullanılmaya başlanmaktadır.

Uluslararası Standartlar Organizasyonu'nun (The International Organization for Standardization-ISO) hazırladığı 73 No.lu ISO Risk Yönetim Rehberi'ne göre (ISO Guide 73 Risk Management Guidelines) risk kavramı, bir olayın gerçekleşme olasılığı ve etkilerinin bir birleşimi şeklinde açıklanmaktadır. Aynı zamanda bu rehberde risk kavramı, hedefler üzerinde belirsizliğin etkisi şeklinde de değerlendirilmektedir (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:guide:73:ed-1:v1:en>, 10.05.2022).

Günümüzdeki işletmeler, tedarik zinciri yönetiminde müşteri odaklı, çevik/yalın, rekabetçi ve esnek stratejileri benimsemektedir (Zsidisin ve Ritchie, 2009: 2). Bu durum işletmelerin rekabet gücünü yükseltip kârlılık durumunu artırırken, karşılaşılabilecekleri risk ve belirsizlikleri ise artırmaktadır.

Sürekli değişen müşteri ihtiyaçları, değişen çevresel faktörlere uyum sağlayıp hızlı aksiyon alma mecburiyetinde kalan TZY'deki belirsizlikleri fazlaştırmaktadır. Müşteriyi odağına alan yaklaşım yeni kâr fırsatlarını getirirken, işletmeleri risk almaya mecbur kılmaktadır (Chatzidimitriou vd., 2008: 591). İşletmeler etkin bir tedarik zinciri risk yönetimi (TZRY) ile tedarik zincirleri boyunca oluşabilecek kesintilerden ve belirsizliklerden en az kayıpla çıkmaya çalışmaktadırlar.

Bu çalışmanın amacı, işletmelerin tedarik zincirlerinde oluşabilecek kırılmaların önceden tahmin edilmesine yönelik bir model önerisi sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda farklı sektörlerde yer alan işletmelerin tedarik zincirlerindeki ortak riskleri belirlemek ve analiz etmek, ortak risklerin tedarik zincirlerindeki kırılma olasılıklarını tahmin etmek ve ortak risklere karşı uygun stratejiler geliştirmek hedeflenmektedir. Bu kapsamda Kızılay İşletmelerinde saha uygulaması yapılarak belirlenen amaç doğrultusunda çalışma gerçekleştirilmiştir. Lojistik, içecek, sağlık, tekstil, inşaat sektörlerinde faaliyet gösteren Kızılay İşletmelerinin tedarik zincirlerindeki ortak risklerin tanımlanması, ölçülmesi ve proaktif bir şekilde yönetilmesi için uygun bir model geliştirilmiştir. İşletmeler bazında ortak riskler belirlenirken literatür taraması, tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşleri, işletme içi kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları bilgi kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Programlama dilleri arasından hazır kütüphanelerinin olması ve işlem kolaylığı sağlamasından dolayı matlab programlama dili seçilmiştir. Matlab programlama dilinde bulanık mantık yapay zekâ yöntemi özelinde fuzzy logic designer toolbox, anfis özelinde neuro-fuzzy designer toolbox, makine öğrenmesi yöntemleri özelinde regresyon learner toolbox kullanılarak ilgili modeller çalıştırılmıştır. İşletmeler bazında belirlenen ortak risklerin tedarik zincirlerini kırma olasılıkları, bu kırma olasılıklarının büyüklüğüne karşı geliştirilmesi gereken stratejiler (ertele, kontrol, takip, transfer, çeviklik) belirlenmiştir. Bulanık mantık yöntemiyle elde edilen çıktılar, anfis ve regresyon yöntemlerinde gerçekleşen değer olarak kullanılıp anfis ve regresyon yönteminde risklerin tedarik zincirinde kırılma olasılıkları tahmin edilmiştir. Anfis ve regresyon yöntemlerinin uygunluk değerleri çeşitli

istatistiki performans ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon için matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak, kullanıcı arayüz tasarımı oluşturulup dinamik bir sistem modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelle birlikte farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler için tedarik zincirlerindeki kırılmalara neden olabilecek ortak risklere karşı bir metodoloji kurulmuş ve bu doğrultuda işletmeler önceden önlem alabilir hâle getirilmiştir.

Bu çalışmada, matlab programlama dilinde bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve makine öğrenmesi yöntemi olan regresyonun ilgili toolbox türleri kullanılarak farklı sektörlerde yer alan Kızılay İşletmeleri tedarik zincirindeki kırılmalara neden olacak ortak risklere karşı yöneticileri önceden uyarabilen ve gerekli önlemleri alılabilen bir sistem kurulmuştur. Bu kapsamda yapılan literatür taramasındaki çalışmalar incelendiğinde, tedarik zincirindeki kırılma risklerinin yapay zekâ yöntemleriyle tahmini tek sektör özelinde gerçekleştirilmiş, aynı çalışmada farklı sektörlerde yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmayla beraber farklı sektör ve lokasyonlarda yer alan işletmeler için ortak risk metodolojisinin kurulacak olması çalışmaya özgünlük katmaktadır. Çalışmayı özgün kılan başka bir özelliği ise bulanık mantık, anfis ve regresyon yöntemi gibi farklı yapay zekâ uygulamalarının aynı çalışmada kullanılarak karşılaştırılması ve performans çıktısına göre değerlendirilmiş olmasıdır. Literatür incelendiğinde konu özelinde yapılan çalışmalarda veri kaynağı olarak müşteri şikayetleri, uzman görüşleri kullanılmış, bu çalışmada ise uzman görüşlerine ek olarak kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları kullanılmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmanın özgün olması ve literatürdeki önemli bir eksikliğin giderilmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, tedarik zinciri, tedarik zincirinin yapısı ve türleri, tedarik zincirinin üyeleri ve tedarik zinciri yönetimi kavramları detaylı şekilde açıklandıktan sonra tedarik zinciri yönetiminin öneminden, amaçlarından ve süreçlerinden bahsedilmiştir. Daha sonra risk kavramı, risk ve belirsizlik arasındaki ilişki ve risk yönetiminden bahsedilerek tedarik zinciri risk yönetimine ve sürecine değinilmiştir. Literatürde yer alan tedarik zinciri riskleri ve bu riskleri oluşturan alt riskler detaylı bir şekilde açıklanarak tedarik zincirindeki risk azaltma stratejilerine değinilmiştir. Devam eden kısımda tedarik zincirlerinde kırılmalara neden olacak sektörel

risklere değinilmiştir. Uygulama bölümünde kullanılacak verilerin alındığı lojistik, içecek, sağlık, tekstil, inşaat sektörlerinin tedarik zincirlerinde kırılmalara neden olacak riskler, ilgili literatür incelenerek detaylı şekilde açıklanmıştır.

İkinci bölümde, çalışmanın uygulama kısmında kullanılacak olan farklı yapay zekâ yöntemleri ve makine öğrenmesi yöntemlerinin teorik çerçevesinden bahsedilmiştir. Yapay zekânın daha iyi anlaşılabilmesi için tanımı, yapısı ve özelliklerini içeren başlıklara değinilmiştir. Farklı yapay zekâ yöntemleri ve makine öğrenmesi yönteminin avantajları, sınırlamaları ve kullanım alanlarından bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde, detaylı yapılan literatür taramasında tedarik zinciri risk yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Daha sonra yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanıldığı tedarik zinciri risk yönetimi alanında yapılan çalışmalara değinilmiştir. Bu bölüm kapsamlı bir şekilde yapılan literatür değerlendirilmesiyle tamamlanmıştır.

Dördüncü bölümde, Kızılay İşletmelerinde yapılan uygulama çalışmasına değinilmiştir. Bu uygulama çalışması için kullanılan bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis yöntemi ve regresyon yöntemlerinin uygulamaları detaylıca açıklanmıştır. Bu yapay zekâ uygulamalarına dayalı matlab programlama dilindeki toolboxlar ve app designer toolbox kullanılarak geliştirilen kullanıcı arayüz tasarımı detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Sonuç ve öneriler bölümünde, çalışmadan elde edilen kazanımlara, çalışmanın kısıtlarına ve gelecek çalışmalar için getirilen birtakım önerilere değinilmiştir.

Ekler bölümünde, çalışmanın uygulama kısmının yapıldığı kurumdan alınan onaylı izin belgesi, üniversitenin bilimsel araştırma ve yayın etiği kurulundan alınan uygunluk belgesi, uygulama çalışmasında kullanılan bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemlerinin ilgili matlab programlama dilindeki toolboxlarında yapılan örnekler, kullanıcı arayüz tasarımı için yazılan kodlamalar yer almaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ VE RİSK YÖNETİMİ

Bu bölümde tedarik zinciri ve risk yönetimi detaylı bir şekilde açıklandıktan sonra beş farklı sektöre hitap eden sektörel riskler literatür taraması kapsamında incelenmiştir.

1.1. Tedarik Zinciri

Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğüne bakıldığında tedarik kelimesi, “arayıp bulma, elde etme ve hazırlık” anlamına; tedarikçi kelimesi ise “gerekli malzemeyi sağlayan kimse” anlamına gelmektedir (<https://sozluk.gov.tr/> 30.04.2022). İşletme yetkilileri gözünden ise işletmenin birçok fonksiyonunu kapsayan, üretim süreçlerinin tamamını ilgilendiren bir kavramdır.

Literatür taraması yapıldığında, tedarik zinciri kavramına dair farklı tanımlamaların bazılarına aşağıda değinilmektedir:

Sektörel standart ve ölçütleri geliştirme odaklı bir kuruluş olan Tedarik Zinciri Konseyi, tedarik zinciri kavramını planlama, tedarik etme, üretme, sevk etme ve iadeden oluşan kelimelerle tanımlamaktadır. Bu tanım tedarik zincirinin esas tanımı ve işlemleri olarak değer görmektedir (Blanchard, 2010: 6). Günümüz dünyasında yaşanan teknolojik gelişmeler, küreselleşme çağını dijitalleşme çağına dönüştürmüştür. Dijitalleşmenin oluşturduğu etkiyle beraber, işletmelerin rakiplerinden önce akıllı teknolojileri tanımları, kabul etmeleri ve süreçlerinde uygulamaları gerekmektedir. İşletmeler öncelikle rekabetin en önemli olduğu tedarik zincirleri üzerinde durmaktadır. Tedarik zinciri, hammaddeden nihai ürüne kadarki süreçte ortak optimizasyon, verimlilik hedefi, uzun vadeli işbirliğiyle işletme ve ticaret ortaklarını ortak noktada birleştiren ağıdır (Christopher, 2005: 8-9). İşletmelerde üretim süreçlerinin desteklenmesi ve kesintisiz üretim faaliyetlerinin devam edilebilmesi için verilen tüm çabalar tedarik zinciri olarak tanımlanmaktadır (Görçün, 2019: 3). Tedarik zinciri, tedarikçi süreçlerinden başlayarak üretim ve müşteri süreçlerini de kapsayan farklı birim ve organizasyonlardan oluşan bir bütündür. Bir ürün veya hizmetin üretiminde ve müşteriye ulaştırılması noktasında tedarik zinciri, ürün geliştirmeden başlayarak tüm faaliyetlerin entegre edilmesi sürecini kapsar. Bir ürünün satışı, hizmet aşamasının entegrasyonu, fiziksel, bilgisel ve organizasyonel olarak tedarik zinciri her adımla ilgilenmektedir (Viswanadham, vd., 2005: 2994-2995).

Günümüzdeki küreselleşmenin ve uluslararası ticaretteki artışın ivme kazanmasıyla işletme tedarik zincirleri geniş bir alana yayılmıştır. Bu durum dünyanın farklı coğrafyalarında faaliyetlerini sürdüren işletmelerin arasında her geçen gün rekabetin artmasını ve tedarik zincirinin önemli bir rol kazanmasını sağlamıştır. Tedarik zincirleri bünyesinde tedarikçileri, üretim tesislerini, dağıtım tesislerini, depolama tesislerini, toplama ve geri kazanım tesislerini bulundurmakta ve bu birimler arasında sürekli malzemenin, fon ve bilgi akışının olduğu hareketli bir süreç oluşmaktadır (Jain vd., 2009: 3013-3014).

Tedarik zinciri girişimleri, geline süre zarfında müşterilerin dinamik taleplerine cevap olarak işletme operasyonlarında kritik bir rol taşımakta ve artan müşteri taleplerini karşılayabilmek için tedarik zincirleri daha geniş alanlara yayılmaktadır (Mangla vd., 2014: 19).

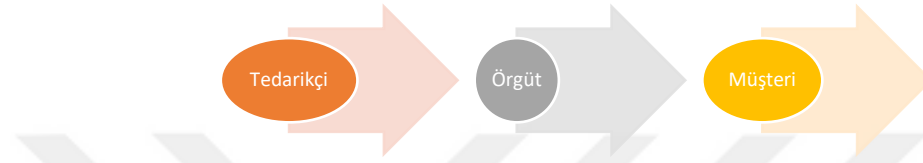
Modern tedarik zincirlerinde yalnızca tedarikçi, üretici, distribütör, perakendeci ve müşteri bulunmaz; bu birimlerin yanı sıra tedarikçinin tedarikçisi, müşterinin müşterisi de dahil olmak üzere geniş ve komplike bir yapıda birbirine bağlı birimler bulunmaktadır (Mari vd., 2015: 366).

Tedarik zincirleri üretici, tedarikçi, üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcı, perakendeci gibi müşteri taleplerine cevap verilmesinde doğrudan ya da dolaylı olarak bir araya gelen bütünleşik sistemlerdir. Bu sistemle beraber hammadde ve malzemeler, tedarikçilerden alınarak nihai ürüne dönüştürülmekte ve değer katılarak dağıtıcılar tarafından perakendecilere ve nihai müşterilere ulaştırılmaktadır. Sistemde bulunan birimler arasında bilgi alışverişinin iyi olması ve birbirini takip eden süreçlerin doğru ilerlemesi elzemdir. Bu şekilde tedarik zinciri boyunca maliyetler düşürülmekte, süreç zamanları azaltılmakta, üretim ve hizmet kalitesi artırılarak operasyon etkinliği ve kârlılık sağlanmaktadır. Bu kapsamdaki ana hedef, tarafların ve tedarik zincirinin rekabetçi pozisyonunu iyileştirerek tedarik zincirinin en önemli çıktısı olan müşteri tatminini gerçekleştirmektir (Chopra ve Meindl, 2017: 3-4).

Küresel rekabetin artması, teknolojinin her geçen gün hızlanarak ivme kazanması, ürün yaşam sürelerinin azalması, ürün-hizmet fiyatlarındaki baskılamalar, maliyetlerin artması, kâr marjlarının azalması sonucu tedarik zincirinin gelişimini ve bu denli önemli olmasını hızlandırmıştır.

1.2. Tedarik Zincirinin Yapısı ve Türleri

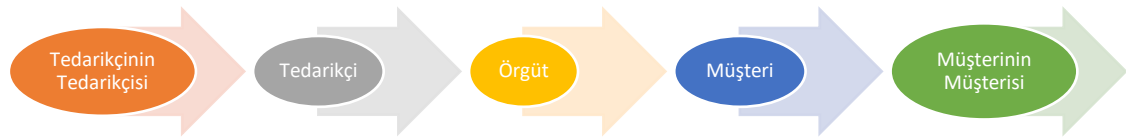
Tedarik zincirleri üretim için gerekli hammadelerin teminiyle başlayan, bu hammaddelerin son ürüne dönüştürülerek müşterilere ulaştırılmasını sağlayan organizasyonlardan oluşan sistemlerdir. Basit tedarik zinciri tedarikçilerden, ürün veya hizmetlerin üretildiği kuruluştan ve müşterilerden meydana gelmektedir (Hahn ve Kuhn, 2012: 135). Şekil 1.1’de görüldüğü gibi bir tedarik zinciri en basit hâliyle tek bir ürün akışından oluşan ve her adımda ürüne ek değer sağlayan faaliyetler bütünüdür (Water, 2007: 36).



Kaynak: (Water, 2007: 36)

Şekil 1.1. Basit Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri, ilk zamanlarda tedarikçi biriminden üretici birimine, üretici biriminden dağıtıcı birimine ve ondan da müşteri birimine doğru olan malzeme akışını ifade etmekteydi. Zaman ilerledikçe daha geniş bir çerçeveden ele alınmıştır. Bu kapsamda Şekil 1.2’de verildiği üzere tedarik zincirini üç veya daha fazla organizasyondan meydana gelen sistemler bütünü olarak değerlendirebiliriz. Bu sistemde aşağı ve yukarı yönde olmak üzere paranın, malzemenin ve bilgi akışının operasyonları gerçekleşmektedir (Lee ve Whang, 2000: 80).



Kaynak: (Lee ve Whang, 2000: 80)

Şekil 1.2. Genişletilmiş Tedarik Zinciri

Günümüz işletmelerinde üretim süreçleri birbirinden farklı olduğu için bu süreçlere bağlı olan tedarik zincirleri de farklıdır. Aynı işletmede olmasına rağmen farklı ürün portföyü üretiminden dolayı değişen tedarik zincirlerini yönetmek için tedarik zinciri yapısı olabildiğince basite indirgenerek süreçler iyileştirilmelidir.

Tedarik zinciri geleneksel ve çağdaş tedarik zinciri olarak farklı iki oluşumdan meydana gelmektedir. Geleneksel tedarik zincirinde, işletme farklı bölümleri aracılığıyla hammaddenin tedarik sürecinden, nihai ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar olan süreçteki bütün faaliyetleri kendisi gerçekleştirmektedir. Çağdaş tedarik zincirine bakıldığında, işletme dış kaynak kullanım yoluna başvurarak tedarik zincirindeki faaliyetlerin çoğunu yüksek hizmet düzeyi ve daha düşük maliyetle gerçekleştirebilmek adına farklı işletmelerle işbirliğine gitmektedir (Görçün, 2019: 38-39).

1.3. Tedarik Zincirinin Üyeleri

Tedarik zincirinde tedarikçiler, perakendeciler, dağıtıcılar, vb. olmak üzere birçok üye vardır. Tedarik zincirinde bulunan üyeler performanslarını en iyi seviyeye çıkarmak için uğraş vermektedirler. Tedarik zincirinde bulunan üyelerin farklı hedeflere sahip olmasından dolayı tedarik zinciri yönetimi zor bir hâl almakta ve performansı olumsuz olarak etkilenmektedir. Örneğin, perakendecinin sipariş miktarını az tutarak performansını artırmak istemesi; tedarikçinin birim üretim maliyetlerini azaltma hedefiyle daha fazla miktarda üretim yapması ve bu nedenle daha fazla miktarda sipariş almak istemesi farklı üyelerin farklı hedefleri olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı toplam tedarik zinciri performansını iyileştirmek için üyeler arasında iyi bir koordinasyonun olması elzemdir (Harrison, 2004: 4).

Tedarik zinciri üyeleri yaygın olarak üreticilerden, dağıtıcılardan, perakendecilerden, müşterilerden ve hizmet sağlayıcılardan oluşmaktadır.

Üreticiler: Tedarik zincirinin ilk aşamasında üreticiler bulunmaktadır. Üreticiler temin ettikleri veya ürettikleri hammaddeyi işleyerek müşterinin istediği normlara getirmektedirler. Sanayide yapılan işlemleri üretim olarak gördüğümüz gibi hizmet sektöründe de yapılan işlemleri üretim olarak değerlendirebiliriz. Hem sanayide hem hizmet sektöründe müşteri isteklerine göre ürün veya hizmet üreten organizasyonlar üreticiler olarak değerlendirilmektedir (Görgülü, 2021: 35).

Dağıtıcılar: Bir ürünün ilk üreticisinden son tüketicisine kadar geçen süreçlerin her aşamasında sorumluluğu olan organizasyonlardır. Bu organizasyonlar kendi aralarında kollektif bir şekilde çalıştıkları gibi sadece kendi bünyelerinde de çalışabilmektedirler. Dağıtıcılar sahip oldukları envanterler sayesinde üreticiyle tüketici arasında dengeli bir dağılım gerçekleştirerek piyasada katma değer sağlayan önemli bir organizasyondur. Ayrıca depolama yapabilmekte ve bu vesileyle arz talep dengesini sağlayabilmektedirler.

Dağıtıcıların üzerinde durması gereken asıl nokta ise üretim yerlerine ve müşterilerine yakın olmaları, güçlü bir yapıda faaliyetlerini sürdürmeleridir (Görgülü, 2021: 36).

Perakendeciler: Üreticiler ve dağıtıcılardan gelen ürün veya hizmeti direk müşterilere sunan tedarik zincirinin en son aşaması olan organizasyonlardır. Toptancılardan veya üreticilerden toplu olarak satın aldıkları ürünleri kısmi olarak müşterilerine sunan yapılardır. Üretici ile tüketici arasında arz ve talep koordinasyonunu sağlayan en önemli tedarik zinciri üyesi olan organizasyonlardır. Tüketicie doğrudan temas ettiği için talep edilen ürünü, müşterinin beklentisini, ürün gamını ve ürün değerlendirmesini doğrudan yapan organizasyonlardır (Hugos, 2018: 25).

Müşteriler: Tedarik zincirinde talep eden olarak son aşamada bulunan müşteriler ürün veya hizmetin satın alıcısı konumundadırlar. İlk üretimden son satıcıya kadar her aşaması müşteri talepleri kapsamında gerçekleştiğinden tedarik zincirinin en etkili organizasyonlarıdır. Çünkü üretici müşteriden gelen talebe göre ürünü üretme çabasıdadır. Bu kapsamda en önemli husus, müşteri ile tüketicinin birbirinden ayrılan yapılar olmasıdır. Müşteri ürünü satın alan, tüketici ise o ürünü kullanandır. Ayrıca müşteri, ilk ürünün üretilmesinden son tüketiciye ulaştırılmasına kadar arada bulunan her işletme bir önceki işletmenin müşterisi konumunda yer almaktadır (Hugos, 2018: 25).

Hizmet sağlayıcılar: Üretici ile tüketici arasında ticari faaliyetlerde bulunan, alıcıyla satıcı arasında köprü vazifesi gören tedarik zinciri organizasyonlarıdır. Bu organizasyonlar, hem tüketici hem de üreticiyle karşılıklı faaliyetler gerçekleştirdiğinden iki taraflı ticaret yapmaktadırlar. Bu durum bu organizasyonların ülke ekonomisine katkı sağlamasını ve pazar payında önemli bir orana sahip olmasını sağlamaktadır. Ürünlerin üretimi, depolanması, dağıtımı ve teslimatı gibi faaliyetlerin tamamında olduklarından birçok lojistik işletmeyle koordineli çalışmakta ve böylelikle maliyetleri azaltarak katma değerlerini yükseltmektedirler (Çıkmak, 2020: 17).

1.4. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi üretim sürecinin en kritik evresidir. 1980’li yılların sonundan itibaren tedarik zinciri yönetimine olan ilgi giderek artış göstermektedir. Tedarik zinciri yönetiminde akış satıcılardan müşterilere doğru malzeme, bilgi ve nakit şeklinde ya da tam tersi olduğundan önem kazanmaktadır (Christopher ve Towill, 2001: 235). Tedarik zincirindeki başarıyı ya da başarısızlığı pazardaki son tüketiciler belirlemektedir. Tüketicilere istediği ürünü zamanında ulaştırmak, pazarda var olmayı

ve rekabet edebilmeyi sağlamaktadır (Agarwal ve Shankar, 2002: 32). Kâr elde etmek amacıyla organizasyonlarını yürüten işletmeler, giderek zorlaşan piyasa şartlarında en çok kârı sağlamak adına tedarik zincirlerini en verimli hâliyle yönetmek mecburiyetindedirler. Literatüre bakıldığında tedarik zinciri yönetimi için birçok tanım yer almaktadır. Bu tanımlardan bazılarını şu şekilde açıklamak mümkündür:

Tedarik zinciri yönetimi, malzeme yönetimi, satın alma, lojistik, operasyon yönetimi, pazarlama ve bilgi teknolojisini kapsayan geniş bir ağdan oluşan bir yapıdır. Tedarik zinciri yönetimi işletmelerin performans değerini artırmak için ağında bulunan her fonksiyonu kullanarak değer oluşturmaktadır. Küreselleşen dünyada işletmeler, süreçlerini globalde gerçekleştirmek ve kârlı işler yaparak katma değer sağlamak adına tedarik zinciri yönetiminden faydalanmaktadır. Tedarik zincirleri ürün, hizmet, bilgi vb. varlıkların, hammadde hâlinde bulundukları kaynaklardan çıkarılarak işlenip farklı organizasyonlar aracılığıyla son müşterilere verimli ve etkili bir şekilde ulaşmasını sağlamaktadır (Govindan, vd., 2015: 7207-7208).

Aktif bir tedarik zinciri yönetimiyle işletmeler, pazarlama ve üretime dair faaliyetlerini olumlu şekilde ilerletecek; küreselleşen pazarda daha aktif ve verimli olacak, müşteri memnuniyetini artıracak, daha yüksek kârla ve daha düşük maliyetle beraber istikrarlı büyümeler gerçekleştirecektir (Ahi ve Yıldız, 2018: 9).

Globalleşen dünyada kaynak temininin farklı bölgelerden yapılabilmesi, zaman ve kalite parametreleri başta olmak üzere rekabet ve büyük çevresel belirsizliklerin olması nedeniyle Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) giderek önem kazanmış ve işletmeler tarafından tüm süreçlerinde aktif bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. İşletmelerin tedarikçileri için global kaynak hâline gelmesi, tedarikin globalleşmesi, işletme içi ve dışında malzeme akışlarının koordinasyonunun iyi şekilde olması için işletmelerin tedarikçi ve dağıtıcılarıyla sıkı bir ilişki içinde olmalarını gerektirmektedir. Globalleşmenin giderek ivme kazanması, artan performans odaklı rekabet, hızla değişen teknoloji ve ekonomik koşullar pazarda belirsizliğe neden olmaktadır. Pazar belirsizliğinden en az hasar alarak çıkmak için işletmeler tedarik zinciri ilişkilerinde daha fazla esnek olmak zorundadır.

TZY’de başarılı olmak adına yöntemi oluşturan unsurları iyice anlamak elzemdir. Tedarik zincirindeki beş temel unsur aşağıda açıklanmaktadır (Tan, 2001: 41-42):

- ✓ Planlama: İşletmenin ürettiği ürünü veya hizmeti ortaya çıkarmak adına lazım olan kaynak yönetimi bu aşamada yapılmaktadır.
- ✓ Satın alma: İşletmenin ihtiyacı olan girdilerin tedarik edilmesi bu aşamada yapılmaktadır.
- ✓ Üretim: İşletmenin ürün veya hizmeti hazırladığı, tedarik zinciri başarısını büyük oranda belirleyen evredir.
- ✓ Dağıtım: Üretilen ürünün tüketiciye ulaştırılma süreçlerinin olduğu evredir.
- ✓ Geri dönüş/Tersine tedarik zinciri: Tekrar kullanılabilir ürünlerin tedarik zinciri hattına geri kazanılmasını sağlayan evrelerdir.

Çevresel bakış açısından baktığımızda, afet zamanlarında tedarik zinciri yönetimi felaket durumundan kurtulmanın anahtarıdır. Çünkü; afet zamanında barınma, ilaç, su sağlık, gıdanın tedarik edilmesinde verimlilik, etkinlik ve hız hayati kaidelerdendir (Thomas ve Kopczak, 2005: 1). 2020 yılında patlak veren Covid-19 pandemisiyle beraber tedarik zincirlerinin kırıldığı ve birçok kriz durumunun yaşandığı görülmektedir.

Son yıllarda giderek hem akademide hem iş dünyasında tedarik zinciri yönetimine büyük bir önem verilmektedir. İşletmeler birbirlerini artık bağlantısı olmayan işletmeler görmek yerine, bütünleşik ağ süreçleri kurarak ortak olmakta ve süreçlerini yönetmektedirler. Giderek daha karmaşık ve çalkantılı bir hâle bürünen pazar, işletmeleri tedarik zincirlerinde koordinasyon ve işbirliğine mecbur kılmaktadır (Simatupang ve Sridharan, 2005: 260). Tedarik zinciri yönetimi, 1980'li yıllarda, işletmedeki malzemelerin yönetimi olarak tanımlanırken, 1990'lı yıllarda bu sınırı aşp, dışa açılmış ve zincir boyunca ilk malzemeyi sağlayandan nihai tüketiciye kadar olan dağıtımı da bünyesine katmıştır (Johnsen vd., 2000: 162). 2000'li yıllara gelindiğinde ise rekabetin artması için en kritik organizasyonlardan biri şeklinde kabul edilmektedir (Radosavljevic, 2015: 401).

Tedarik zinciri yönetiminin maliyetleri aşağı çekme, müşteri memnuniyetini artırma, kârlılık oranlarını artırma, rekabet etme gücünü artırma ve faaliyetleri yeniden tasarlama gibi birçok katkısı vardır (Tütüncü ve Küçükusta, 2008: 94). Tedarik zinciri yönetimi aynı zamanda stok ve maliyeti azaltmak, kârı artırarak işbirliğini geliştirmek üzere kurulu bir yapıdır. Tedarik zinciri yönetimi işletmelerin müşteri memnuniyeti, hizmet kalitesi, verimlilik ve etkinlik parametrelerinin iyileştirilmesi, maliyet ve kullanılan kaynakların azaltılması noktasında kritik bir yerde bulunmaktadır (Sağbaş,

2015: 13). Bu kapsamda bir işletmenin başarılı ya da başarısız olması, tedarik zincirinin iyi şekilde tasarlanması ve planlanmasına bağlı olarak değişmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde en önemli amaç, tedarik zinciri ağlarını detaylı bir şekilde inceleyerek yönetmektir. Bu amaçla zincirin tamamında malzeme kaynaklarının, malzeme akışlarının ve kontrolünün bütünleşik olması elzemdir. Bütünleşik organizasyonlar sayesinde maliyetler azalacak olup, daha iyi müşteri hizmeti sağlanacaktır. Tedarik zinciri yönetiminde bir diğer önemli amaç küresel pazardaki güçlü işletmelere ve hızlı değişen müşteri ihtiyaçlarına rağmen işletmenin küresel pazardaki rekabet etme gücünü yükseltmektir. Piyasadaki belirsizliklerden en az hasarla çıkmak adına etkin bir tedarik zinciri yönetimi gerekmektedir.

TZY’de kârlılığın artırılması, maliyetlerin azaltılması, stok maliyetlerinin azaltılması, rekabet gücünün yükseltilmesi, pazar değişikliklerine göre duyarlılığın geliştirilmesi, işletme değerinin artırılması, pazar payının artırılması, taleplere cevap verilme süresinin kısaltılması, müşteri hizmetleri performansının artırılması gibi başlıca amaçları vardır (Ataman, 2002: 38).

İşletmelerin bu amaçlara ulaşabilmek adına etkin kararlar almak, sürekli koordineli şekilde çalışmak, talep planlama ve performans değerlendirme gibi aksiyonları almak gerektiğinin bilincinde olmaları gerekmektedir. Sonuç olarak TZY’nin amacı, eldeki süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, TZ üyelerinin bütünleştirilmesi ve tüm üyelerin aynı amaca hizmet edecek şekilde müşterilere sunulan değerlerin arttırılmasıdır.

Tedarik zinciri yönetiminde süreçler, Küresel Tedarik Zinciri Forumu’nda da kabul edilen sekiz maddede toparlanmaktadır (Croxtton vd., 2001: 14):

- ✓ Müşteri ilişkilerinin yönetilmesi,
- ✓ Tedarikçi ilişkilerinin yönetilmesi,
- ✓ Müşteri hizmet yönetimi,
- ✓ Taleplerin yönetilmesi,
- ✓ Siparişlerin karşılanması,
- ✓ Üretim akış yönetimi,
- ✓ Ürün geliştirme ve ticarileştirmelerin yönetimi,
- ✓ İade yönetimidir.

Müşteri ilişkilerinin yönetilmesi: Bu süreç müşterilerle ilişkilerin nasıl geliştirilmesi ve sürdürülmesi gerektiği ile ilgilenmektedir (Croxtton vd., 2001: 15). Müşteri ilişkileri

yönetimi sayesinde yeni müşteri kazanılması, müşteri bağlılığı sağlama ve kârlılığı devam ettirme adına müşteri davranışlarını anlamaya ve böylece müşterileri etkilemeye çalışmak esastır. Yönetim, hedef kritik müşterileri işletmenin bir parçası şeklinde görmektedir. Müşteri ilişkilerinin yönetiminde, hedef müşteri ihtiyaçları karşılanmalı ve müşteri tatmini sağlanacak şekilde ürün ve hizmet anlaşmaları hazırlanmalıdır. Aynı zamanda müşteri ilişkileri yönetimiyle, süreçlerin geliştirilmesi, talepteki değişkenlikler ve katma değer sağlamayan faaliyetlerin azaltılması adına önemli çalışmalar yürütülmektedir (Lambert, 2014: 10-11).

Tedarikçi ilişkilerinin yönetilmesi: Küçük tedarikçi gruplarıyla uzun vadeli stratejik anlaşmalar yaparak, tüm tarafların faydalanabileceği arzu edilen çıktılar sağlanmaktadır. Bu durum ürün geliştirme sürelerini azaltmakta, rutin teklif ve satın alma sisteminden temel bir tedarikçiye doğru kayma eğilimi göstermektedir. Erken tedarikçilerin girdileri, satın alma, mühendislik ve tedarikçiler arasındaki koordineli çalışmalarla tasarımın süreleri azalmaktadır. Satın alma fonksiyonunda hızlı transfer adına internet bağlantıları gibi iletişim mekanizmaları kullanılmaktadır. Bu iletişim araçları sayesinde satın alma için harcanan zaman ve maliyet unsurları azalmaktadır. Bu sayede satın alma personeli, siparişler ile uğraşmak yerine daha çok tedarikçilerin yönetimi üzerine çalışmaktadırlar (Croxtan vd., 2001: 24).

Müşteri hizmet yönetimi: Bu süreç ürün teslimat zamanlarını, ürün miktarlarını ve stok seviyelerini yönetmeye çalışmaktadır. Müşteri tarafına gerçek bilgi akışı, işletmenin üretim ve lojistik gibi fonksiyonlarındaki koordinasyonla sağlanmaktadır. Müşteri hizmetleri yönetiminde temel gaye ürün hizmet anlaşmalarını uygulamak adına gerekli verileri toparlayarak müşterilerle iletişim kurmaktır (Croxtan vd., 2001: 17). Müşteri tarafıyla yapılan ürün ve hizmet anlaşmalarının düzenli bir şekilde sürmesi, müşteri hizmetleri yönetimiyle sağlanmaktadır (Özdemir, 2004: 92).

Taleplerin yönetilmesi: Stoklarda oluşabilecek değişimler, talep, tedarik ve süreçte oluşan değişimlerden kaynaklanmaktadır. Müşteri talepleri, değişimin kaynağından çok uzak kalmakta ve bu değişkenliğe düzensiz siparişler neden olmaktadır. Müşteri siparişlerinde yaşanan bu değişkenlikler taleplerin doğru bir şekilde yönetilmesini tedarik zinciri yönetiminde çok kritik bir süreç yapmaktadır. Talep yönetiminin, müşteri istekleriyle işletmenin tedarik kapasitesini dengelemesi önem arz etmektedir.

İşletmelerde iyi bir talep yönetim sistemiyle belirsizlik azalmakta ve tedarik zinciri boyunca etkin bir akış sağlanmaktadır (Özdemir, 2004: 92).

Siparişlerin karşılanması: Tedarik zinciri yönetiminde en önemli husus, müşteriye ihtiyacı olduğu anda ürünü ulaştırmaktır. Hedeflenen sipariş oranını yakalamak adına bu süreç çok kritiktir. Sipariş karşılama süreci işletmenin üretim, dağıtım ve ulaştırma organizasyonlarının koordineli bir şekilde birlikte yapılmasını gerektirmektedir. Yapılacak anlaşmaların temel tedarik zinciri üyeleriyle gerçekleştirilmesi, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması ve müşteriler için toplam teslim maliyetlerinin azaltılması son derece önemlidir. Buradaki amaç tedarikçilerden işletmeye ve buradan müşteriye doğru bu sürecin kesintisiz bir şekilde işlenmesini gerçekleştirmektir (Özdemir, 2004: 92).

Üretim akış yönetimi: Geleneksel işletmelerde stok bulundurularak yönetilen üretim süreci, ilk zamanlarda dağıtım kanallarına doğru ürünlerin üretimini ve tedarik edilmesini kapsamaktaydı. Tedarik zinciri yönetimiyle beraber ürünler müşteri ihtiyaçlarını karşılamaya dayalı üretilmektedir. Üretim süreçlerinin pazardaki değişime uyum sağlayabilecek esneklikte olması ve kitle üretimini karşılaması için bir geçiş süreci gerekmektedir. Siparişlerin minimum kayıpla ve tam zamanında üretim felsefesiyle karşılanması gerekmektedir. Üretim önceliği müşteri teslim süresine göre gerçekleşmektedir. Üretim akışında oluşan iyi değişimler, daha kısa çevrim sürelerini getirmekte ve müşterilere karşı verilen sözlerin zamanında tutulmasını sağlamaktadır (Croxtton vd. 2001: 22).

Ürün geliştirme ve ticarileştirmelerin yönetimi: İşletmelerin modern çağın taleplerini karşılaması için ürün geliştirmelerin kesintisiz bir şekilde devam etmesi gerekmektedir. Geliştirilen yeni ürünler pazara güçlü bir şekilde sunularak, işletmeler pazardaki konumunu korumakta ve daha iyi yerlere gelmektedirler. Yeni ürünün pazara girişindeki zamanlaması ürün geliştirme sürecinin en kritik noktalarından biridir. Aynı zamanda tedarik zinciri yönetimiyle müşteriler ve tedarikçiler ürün geliştirme sürecine dâhil edilerek, ürünün pazara ulaşma süresinin kısaltılması hedeflenmektedir. Mamul hayat seyri kısaldıkça yeni ürünlerin geliştirilip, kısa zaman içinde tanıtımının yapılarak piyasadaki rakiplerle mücadele edilmesi ana esaslardan biridir (Croxtton vd., 2001: 26).

İade yönetimi: Bir işletme süreci gibi iade yönetimi de tedarik zinciri yönetiminde rekabet edebilmek adına birtakım operasyonları gerçekleştirmektedir. İşletmeler geri dönüş sürecini etkin yöneterek verimliliklerini artırmakta ve sürdürülebilir rekabet

avantajı sağlamaktadırlar. Geri dönüşüm için etkili bir süreç yönetimiyle işletmelerin fırsatları artmakta ve önemli projeler yapılmaktadır (Özdemir, 2004: 93).

1.5. Risk Yönetimi

Türk Dil Kurumu'na göre risk kavramı Fransızca kökeninden gelerek, “zarara uğrama tehlikesi, riziko” anlamına gelmektedir (<https://sozluk.gov.tr/> 30.04.2022). Bazı araştırmacılar, risk kelimesinin cesaret etmek manasında olan İtalyanca “risicare” kelimesinden türediğini belirtmektedir (Khan ve Burnes, 2007: 198). Ayrıca bu kelimenin Arapça “risq” kelimesinden geldiğini ve “Allah’tan hediye” anlamına geldiğini belirtenler de vardır (Rao ve Goldsby, 2009: 99).

Risk, uzun yıllar boyunca sadece kumar ile ilişkilendirilmişse de 19. yy. başlarında risk kavramı İngiltere’de faaliyetlerini sürdüren sigorta endüstrisi tarafından kabul edilmiştir. Daha sonra 1950 ve 1960’lı yıllarda teknolojiye büyük gelişmelerle işletmelerin artan boyutu ve globalleşmesiyle risk yönetimi daha geniş bir perspektiften ele alınmaya başlanmıştır (Khan ve Burnes, 2007: 198).

Literatürde yer alan bazı risk tanımları şu şekildedir (Khan ve Burnes, 2007: 199):

- ✓ Risk, olumsuz durumların olasılık ve ciddiyetinin ölçüsü olarak tanımlanabilir.
- ✓ Risk, bir olaydan kaynaklanan istenmeyen olumsuz sonuçların potansiyeli olarak tanımlanabilir.
- ✓ Risk, bir projede hedeflere ulaşmak için olumsuz duruma sebep olabilecek belirsiz bir olayın veya meydana gelen bir dizi koşulun olasılığı olarak tanımlanabilir.
- ✓ Risk, öznel olarak belirlenen bir kayıp beklentisi olarak tanımlanabilir. Bu kaybın olasılık değeri büyüdükçe bir birey için muhtemel risk o derece büyür.

Olaylarda ne olacağı kesin olarak bilinmiyorsa ancak olasılıklar biliniyorsa bu durum risk olarak, olasılıklar bile bilinmiyorsa bu durum belirsizlik olarak tanımlanmaktadır. Risk ve belirsizlik kavramları birbirine benzer çağrışımlar yapmasına rağmen risk için sonuç olasılık değerlerinin ölçülebilir olması gerekmektedir, belirsizlik için muhtemel sonuçların olasılık değerleri ölçülememektedir.

Giderek globalleşen iş dünyası; finans istikrarsızlığından, işletme birleşmelerinden, güncel teknolojilerden, e-ticaretten, tam zamanında dış kaynak

kullanımından, daha kısa sürede pazara ürün sürümünden vb. etkilendiğinden işletmeler yeni iş modelleri bulma çabasına girmektedirler. Fakat günümüzde daha yalın, tam zamanında globalleşmiş tedarik zincirleri operasyonel kesintiler sebebiyle savunmasız kalmaktadırlar (Ghadge vd., 2012: 314).

Belirsizlik kavramı tedarik zincirleri açısından irdelendiğinde; karar verici durumundakilerin tedarik zinciri ağı ve çevresinde yeterli bilgi sahibi olunmayan durumlar şeklinde açıklanabilir. Bundan dolayı gerçekleşebilecek bir olayın tedarik zincirine olan etkisi tahmin edilememektedir. Risk ise kayıp veya diğer istenmeyen sonuçları kapsayan bazı olasılıklarla beraber belirsizliğin bir sonucu olduğu için ölçülebilmektedir (Ghadge vd., 2012: 315).

Günümüz dünyasında sürekli hızlı değişimin olması, işletmelerin küresel fırsatlardan faydalanmak istemesi beraberinde bazı sonuçları getirmektedir. Tedarik zinciri büyümeleri, politik ve ekonomik belirsizliklerde yaşanan artışlar tedarik, üretim, dağıtım ve talep yönetimi alanlarında risk yönetimini yapmayı gerektirmektedir. Bu kapsamda risk yönetiminin, deneme-yanılma ve sezgisel yöntemlerden ziyade bilimsel ve disiplinli bir yapıda olması gerekmektedir.

Risk yönetiminde, işletmelerin hedeflerine ulaşmasını engelleyecek tehditler ve hedeflerine daha kolay ulaşmasını sağlayacak fırsatlar önceden fark edilerek bunlara karşı proaktif stratejiler hazırlanmaktadır (Kızılböğ, 2012: 86). Risk yönetiminde, işletmelerin karşılaştıkları riskleri anlamak ve bu risklere karşı aksiyon almak için iyi bir koordinasyon gerekmektedir. Bu koordinasyonun sağlanması için sırasıyla; riskleri tanımlamak, analiz etmek, risklerin etkisini azaltabilmek için yanıt stratejilerini planlamak ve uygulamak, son olarak da izleme ve kontrolleri yapmak gerekmektedir (Mabrouki vd., 2014: 124).

1.6. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi

Tedarik zincirleri karmaşık bir yapıya sahip olduklarından dolayı ilk tedarikçi den son müşteriye kadar malzeme, bilgi ve mal akışları ile ilgili birçok riski bünyesinde barındırmaktadır. Bundan dolayı risk yönetimi, tedarik zinciri yönetiminin kritik bileşenlerinden biri olmakla beraber hem araştırmacılar hem de işletme yöneticileri tarafından giderek artan bir ilgiyle takip edilmektedir. Özellikle içinde bulunduğumuz

son çeyrek yüzyılda çeşitli sebeplerle küresel çapta yaşanan tedarik zinciri kırılmaları, bütün dikkatleri tedarik zinciri risk yönetimi üzerinde toplamıştır. 11 Eylül 2001’de ABD’de Dünya Ticaret Merkezine yapılan terör saldırısı, 2005’te ABD’de meydana gelen Katrina Kasırgası, 2008’de tüm dünyayı etkisi altına alan Dünya Ekonomik Krizi, 2011’de Japonya’da yaşanan Tsunami felaketi, 2016 yılında İngiltere’nin Avrupa Birliği’nden ayrılması ve özellikle günümüzde tüm dünyayı tehdit eden Covid-19 pandemisi, tedarik zincirlerinde beklenilmeyen kırılmalara yol açmış ve işletmeleri çok büyük zararlara uğratmıştır. Özellikle Covid-19 pandemisinin yıkıcı etkilerini minimize etmek adına alınan kısıtlama kararları, üretim ve dağıtım kanallarının dünya çapında bozulmasına neden olmuş ve tedarik zincirlerini daha önce benzeri görülmemiş bir şekilde etkilemiştir. Pandeminin ilk zamanlarında işletmeler, hammadde temininde yaşadıkları aksaklıklar nedeniyle üretimlerini durdurmuş ve üretimlerine zorunlu aralar vermiştir (Ivanov ve Dolgui, 2020: 4).

Mevcut piyasa koşulları göz önüne alındığında işletmelerin sürdürülebilir bir yapıya kavuşması için birden fazla tedarik zincirinin parçası olmaları gerekmektedir. Bu nedenle pazarda rekabet etme ve var olma çabası artık işletmeler arasında kalmayıp, tedarik zincirleri arasında yaşanmaktadır (Christopher, 2005: 13-14). Pazardaki bu amansız rekabet ortamında tedarik zincirlerinin başarılı olması için etkilendikleri riskleri verimli ve etkili bir şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Bu yönetme ihtiyacı, TZRY kavramının oluşmasına vesile olmuştur.

Tedarik zinciri riski, ilk tedarikçiden bitmiş ürünün son kullanıcıya ulaştırılmasına kadar malzeme, ürün ve bilgi akışına ait her türlü risk şeklinde tanımlanabilir. Tedarik zinciri riski, tedarik zincirini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyen değişken ve olasılıkları belirleme ve hesaplamada yapılan tahminler olarak açıklanabilir (Demirkol vd., 2015: 22).

Küresel ortamda faaliyetlerini sürdüren tedarik zincirleri, yerelde faaliyetlerini sürdüren tedarik zincirlerine göre daha yüksek risk potansiyeline sahiptirler. Makroekonomik belirsizlik durumları, yaptırımlar veya kota kısıtlamaları gibi ulusal hükümetlerin gerçekleştirdiği politik tutumlar, küresel çevrede faaliyetlerini sürdüren tedarik zincirleri için üzerinde önemle çalışılması gereken konulardır (Manuj ve Mentzer, 2008: 137-138). Bundan dolayı küresel tedarik zincirlerinde daha fazla koordinasyon, iletişim ve izleme gerekmektedir.

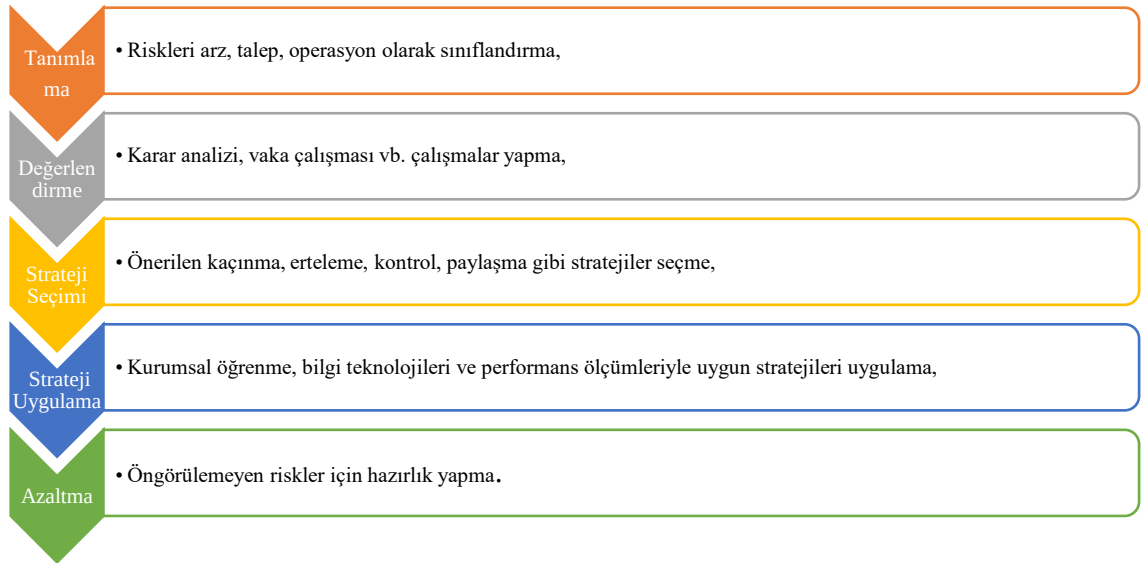
Tedarik zinciri risk yönetiminde risk kaynaklarının belirlenmesi ve bunları azaltmak için ilgili aksiyonların alınması tedarik zinciri yönetiminin doğal bir uzantısıdır. Tedarik zinciri yönetimi, bir disiplin olarak son yıllarda çok büyük gelişme kaydetmiştir (Singhal vd., 2011: 16).

Tedarik zinciri risk yönetimi, sadece beklenmedik olaylara karşı hazırlanma ve bu olayları en az hasarla atlama olarak düşünülmemelidir. Bu yönetim şekli aynı zamanda tahmin edilemeyen olaylarla mücadele edilmesi adına tedarik zinciri içindeki yeteneklerin yapılandırılmış, entegre ve proaktif bir keşfidir (Colicchia ve Strozzi, 2012: 404).

Tedarik zinciri risk yönetimi konusunda artan farkındalığa duyulan ihtiyaç işletmelerin detaylı incelemeler yapması sonucu artmıştır. Bundan dolayı tedarik zinciri verimlilik ve sağlamlık parametreleri arasında bir denge kurulması gerekmektedir. Bu dengeyle birlikte ürün tasarımı, üretim, dağıtım stratejileri değerlendirilmekte ve tedarikçilerle müşteriler arasında bulunan ortak ilişkiler geliştirilmektedir (Yang ve Yang, 2010: 1902).

1.7. Tedarik Zincirinde Risk Yönetim Süreci

Tedarik zincirinin komplike yapısından dolayı TZRY, risk tanımlamaktan, risklerle mücadele stratejilerinin geliştirilmesine kadar birbirinin devamı olan aşamalardan oluşmaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008: 136-137). Şekil 1.3'te bu sürecin aşamaları verilmektedir:



Kaynak: (Manuj ve Mentzer, 2008: 136-137)

Şekil 1.3. Tedarik Zincirinde Risk Yönetim Süreci

Riskleri tanımlama: Risk tanımlama, TZRY sürecinin ilk adımıdır. Bu adımın kritik noktası, zincir boyunca karşılaşılabilecek muhtemel riskleri belirlemek olduğundan ağ yapısı eksiksiz bir şekilde belirtilmelidir. Bu sayede muhtemel olan riskler daha belirgin hâle gelecek ve risklerin geniş çerçevede bir incelemesi yapılacaktır. Bu incelemeyle beraber her risk türünün niteliksel mi niceliksel mi olduğuna, etkisinin yerel mi küresel mi olduğuna yönelik karakteristik bilgiler elde edilmektedir (Manuj ve Mentzer, 2008: 144).

Riskleri değerlendirme: Daha önceden tanımlanması yapılan risklerle ilgili ne yapılacağına dair karar alma adımıdır. Tedarik zincirlerinde farklı tür ve sayıda risklerle karşılaşılabildiğinden bütün riskler için aynı derecede tedbir alınamamaktadır. Bu risklerin önem dereceleri ve etkileri belirlenip, alınacak tedbirler için gerekli aksiyonlar alınmalıdır. Risk değerlendirme adımı, oluşturulan hedeflere ulaşmayı engelleyecek riskler belirlenmekte ve ölçüm sonuçlarına göre risklerin önceliklendirilmesi yapılmaktadır. Karşılaşılabilecek riskler en ince ayrıntısına kadar incelenip tanımlanmakta ve oluşacağı anda vereceği zararların belirlenmesi risk değerlendirme adımının temel amacıdır (Manuj ve Mentzer, 2008: 145).

Uygun stratejinin seçimi: Bu adımda risklerin yönetilmesi için uygulanacak stratejinin seçimi yapılmaktadır. Risk yönetim stratejileri, risk durumlarıyla alakalı kayıp olasılığını azaltmak için aksiyonları içermektedir. Bu aksiyonlar uzun vadeli hareket planları olabildiği gibi ani bir şekilde ortaya çıkabilen durumları gösteren aksiyonlar da olabilir. Çoğu tedarik zinciri, akışta yaşanabilecek aksamalar karşısında kırılabılır. Bu kırılma, tedarik zinciri performans ve müşteri memnuniyet değerlerini aşağı çekmektedir. Bu duruma zıt olarak bazı tedarik zincirleri, uyguladıkları stratejiler sayesinde zincirde meydana gelen aksamalara rağmen sıkıntısız şekilde çalışmakta, büyük aksamalarda dahi müşteri memnuniyetini sağlamaktadır (Tang, 2006: 33). Risk yönetimi için seçilen stratejik yaklaşım, bir tedarik zincirinin başarısını direkt etkileyebilmektedir. Tedarik zincirinin sahip olduğu dinamikler farklılaşırsa risklerin azaltılması adına kullanılacak stratejinin de farklı olması gerekmektedir. Bu yüzden seçilecek stratejinin başarılı olması, kurumsal stratejiye uygun olmasıyla sağlanmaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008: 146).

Stratejinin uygulanması: Riskleri yönetmek için uygun stratejiyi belirledikten sonra sıradaki işlem bu stratejinin uygulanma aşamasıdır. Bu işlem sadece seçileni yerine getirmek gibi gözükse de tedarik zincirlerinin giderek küreselleşmesi ve özelleştirilmiş ürünlere olan talebin giderek artması sebebiyle komplike bir yapıya bürünmektedir.

Ayrıca ekonomik ortam, uluslararası politik ve yasal dinamikler de dikkate alındığında risk azaltma stratejilerini uygulamak çok zor bir hâl almaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008: 147).

Risklerin azaltılması: Risk yönetimi stratejileri uygulanması, risklerden korunmak için tek başına yeterli olmamaktadır. Bundan dolayı stratejiler sürekli incelenmeli, gerekli hâllerde revize edilmelidir. Bunu sağlamak adına proaktif bir yaklaşım uygulamak gerekmektedir. Aksi durumda strateji geliştirmede geç kalınarak istenen sonuç elde edilmemektedir. Çünkü proaktif yaklaşımlar, stratejilerin sürekli incelenmesini ve en küçük problemin bile kök nedenlerini bulup ilgili değişikliği yapmayı mecbur kılmaktadır. Böylece risk yönetimi için tercih edilen stratejiler, sürekli geliştirilip stratejilerden elde edilen fayda maksimuma çıkarılmaktadır. Bu adımın en kritik tarafı, tedarik zinciri risk yönetimi için geri bildirim sağlamasıdır. Fakat değerlendirilen performans ölçütleri ve teşvik sisteminden dolayı bu geri bildirim durumlarının amacının dışına çıkması gerçekleşebilmektedir. Çünkü yöneticilere sadece hedef odaklı teşvikler verildiğinde yöneticiler sadece bu hedeflere odaklanıp riskleri ikinci plana atabilmektedir (Manuj ve Mentzer, 2008: 148).

1.8. Tedarik Zinciri Riskleri ve Sınıflandırması

Yapılan literatür taraması sonucu, çalışmanın uygulama kısmında işletmelerden elde edilen riskler; tedarik zinciri riskleri, operasyonel riskler, yasal riskler, çevresel riskler, ekonomik riskler, teknolojik riskler, jeopolitik riskler olmak üzere yedi grupta sınıflandırılmaktadır. Bu riskler başlıklar halinde devam eden kısımda sırasıyla açıklanmaktadır.

Tedarik zinciri riskleri: Siparişlerin zamanında karşılanamamasına neden olan tedarik süresi, tedarik miktarı, envanter ve teknolojiye ulaşamama, tedarik edilecek ürünlerin fiyatlarında yaşanan volatiliteler ve kalite sorunları tedarik zinciri risklerini oluşturmaktadır. Bahsedilen bu riskler, genellikle tedarikçilerin performanslarındaki tutarsızlıktan çıksa da zincir üzerinde domino etkisi oluşturarak siparişin tamamlanma sürecini direkt etkilemekte, siparişlerin müşterilere zamanında teslimini geciktirebilmektedir. Bu yüzden tedarik zinciri riskleri, zincirin başarısını önemli ölçüde etkilemektedir (Chen vd., 2013: 2188).

Operasyonel riskler: Tedarik zincirinde bulunan işletmelerin organizasyonlarıyla alakalı riskler bu grupta yer almaktadır. Bu riskler çoğunlukla tekrar eden risklerdir.

Üretim ve yönetim kararlarından dolayı üretimin aksamaması veya hatalı ürün üretimi, işletme kapasitesi ve elde tutulan stok miktarından dolayı ekonomik kayıplar, hatalı planlama sebebiyle oluşan aksamalar, insanların yaptığı hatalar sebebiyle oluşan sıkıntılar operasyonel riskler olarak açıklanmaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008: 139).

Yasal riskler: İşletmeler genellikle yeni operasyonlar icra ederken veya uluslararası faaliyetlerinin farklı gereksinimlere sahip olması, yabancı unsur taşımalarından dolayı birçok hukuk düzenini ilgilendirmeleri nedeniyle yasal risklerle karşılaşmaktadır. Dolayısıyla bu tür işbirliği işlemleri ve sözleşmelerinin hukuk sistemine uygun olması elzemdir. Örneğin karşı taraf verdiği taahhüdünü yerine getirmeyi kabul etmiyorsa veya belirli sözleşme tipleri hukuk sisteminde geçersiz ise işletmenin taleplerini kazanma konusu önemli bir risk teşkil etmektedir (Erdal, 2017: 132).

Çevresel riskler: İşletmelerin çevreleriyle oluşturduğu ortamlar işletmeler için birer risk unsuru oluşturmaktadır. Örneğin çevre kazalarının olması, doğal afetler, pandemiler, salgın hastalıklar, kötü hava şartları işletmeler için birer çevresel risk unsurudur (Demirkol vd., 2015: 24).

Ekonomik riskler: Piyasalardaki faiz oranlarının değişmesi, kur ve enflasyondaki beklenmeyen artışlar vb. durumların oluşturduğu risklerdir. Ekonomik riskler sadece piyasadaki değişikliklerle kalmayıp, işletmenin ödemelerini geciktirebilecek işlemler de ekonomik risk olarak değerlendirilmektedir. Bu risklerden ilki olan piyasa risklerini; döviz kurlarındaki volatiliteler, faizlerde yaşanan artış ve azalışlar, mal vb. riskler oluşturmaktadır. İkinci olan kredi ve likidite risklerini; teminat riskleri, ödeme, nakit transferi vb. riskler oluşturmaktadır. Üçüncü olan sermaye yapısı risklerini; sermaye, borç, borç dengesi, varlık vb. riskler oluşturmaktadır. Dördüncü olan finansal raporlama risklerini ise yatırım değerlendirme, bütçe ve planlama, vergilendirme, muhasebe ve hesaplama gibi riskler oluşturmaktadır (Küçüköğlu, 2020: 2130).

Teknolojik riskler: Günümüzde teknolojinin çok hızlı değişmesi ve işletmelerin teknolojiyi doğru kullanması işletmelerin yüksek verimlilikte üretim yapmalarını sağlamaktadır. Tam aksine durumda işletmeler, ihtiyaç duyduğu teknolojiye ulaşamaz veya teknolojik değişikliklere zamanında adapte olamazsa pazardaki rekabet gücünü kaybetme ve iflas etmeyle karşı karşıya kalabilirler. Bir işletmenin sosyo-kültürel yapısı, maddi kaynakları, faaliyet çevresi gibi durumlar teknolojik yeniliğe uyum yeteneğini belirlemektedir (Küçüköğlu, 2020: 2130).

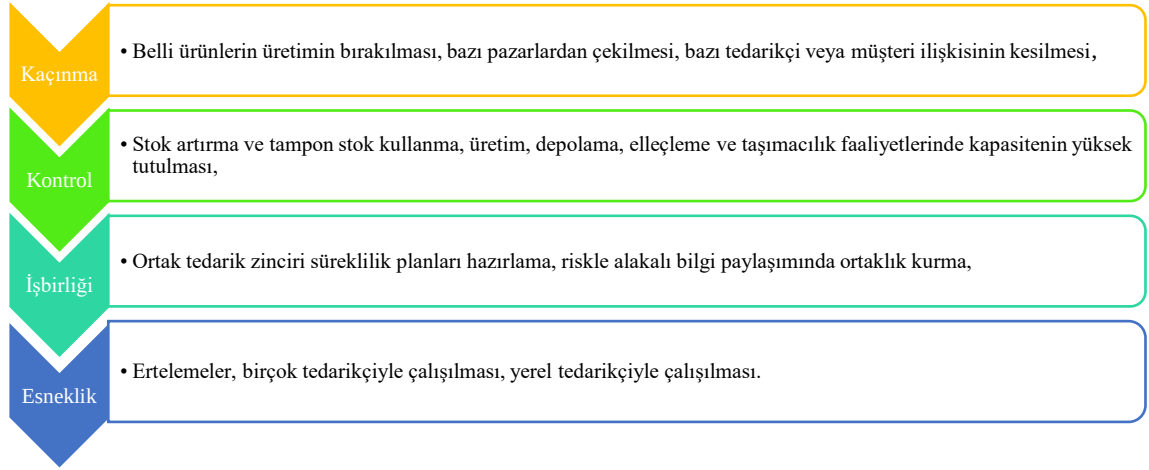
Jeopolitik riskler: Tedarik zincirinin faaliyetlerini yürüttüğü çevre, zincirin karşılaşılabileceği risklerin belirlenmesinde önemli bir rol oynadığından tedarik zinciri yöneticilerinin hem yerel çevrede hem de uluslararası çevrede yaşanan olayları yakından takip edip hızlı aksiyon almaları son derece önemlidir. Günümüzde Çin ve Rus pazarlarında yaşanan değişim rüzgarları, Avrupa’da büyük ekonomik toplulukların oluşması, Güneydoğu Asya ülkelerinde teknolojinin büyük gelişmeler kaydetmesi küreselleşmenin önünü açmış ve ülkeler arasındaki ticaret sınırlamalarını azaltmıştır. Bu değişiklikler tedarik zincirlerini küresel çapta faaliyet gösteren organizasyonlar hâline getirmiş ve işletme tedarik zincirlerinin pazarda çok hassas bir konumda olmasını sağlamıştır. Yaşanan bu gelişmeler çevresel etmenlere olan duyarlılığı yükselttiği için tedarik zincirlerini etkileyen bu unsurlar önemli bir potansiyel risk kaynağı hâline gelmiştir (Erdal, 2017: 130).

Tedarik zinciri risk yönetimi son yıllarda hem işletmeler hem de akademisyenler tarafından önemli bir konu olarak kabul edilmektedir. İş ortamındaki belirsizlikler, müşteri taleplerinin sürekli değişmesi, pazardaki rakip işletmelerin aldıkları aksiyonlar, pazarda ve işletmelerde sürekli iyileştirme çabaları, tedarik zincirinin sürekli değişkenlik içinde olacağını göstermektedir (Colicchia ve Strozzi, 2012: 403).

1.9. Tedarik Zinciri Risk Azaltma Stratejileri

Küreselleşen dünyada teknolojinin gelişmesi ve rekabet ortamının daha fazla olması yeni riskli ortamları beraberinde getirmektedir. Örneğin teknolojik ilerlemelerle beraber siber saldırılar ve risklerde hızlı bir yükseliş yaşanmaktadır. Gelişim ve değişim gösteren bütün yenilikler beraberinde yeni riskleri getirmekte ve organizasyonlar tedarik zincirinde meydana gelebilecek risklere karşı çeşitli stratejiler geliştirmektedir.

Stratejik düzeyde risk yönetimi, risk olasılık ve sonuç değerlerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi, istenmeyen olaylarla ilgili olasılıkların veya kayıpların azaltılması adına uygun stratejilerin seçilmesi üzerine çalışmaktadır. Riskin azaltılması, olumsuz bir olay meydana geldiğinde bu olayın sonuçlarının azaltılmasına odaklanmaktadır (Manuj ve Mentzer, 2008: 141). Risk yönetiminde faaliyetler, riskleri ve etkilerini azaltmak için strateji belirleme üzerine kuruludur. Literatürde risk azaltma stratejileriyle alakalı farklı sınıflandırmalar olmuştur. Bunlardan bazıları Şekil 1.4’te gösterildiği gibi kaçınma, kontrol, işbirliği ve esneklikten oluşan stratejilerdir (Jüttner vd., 2003: 206):



Kaynak: (Jüttner vd., 2003: 206)

Şekil 1.4. Tedarik Zincirlerinde Risk Azaltma Stratejileri

Bu kısımda literatür kapsamında detaylı araştırması yapılmış ve çalışmanın uygulama kısmında işletmelerin karşılaştıkları risklere göre tedarik zinciri yöneticileri tarafından da uygulanması tavsiye edilen stratejiler açıklanmaktadır. Bu stratejiler;

Ertele: Müşteri siparişleri alınana dek tedarik zincirindeki bazı faaliyetlerin yapılmadığı organizasyonel bir stratejidir (Jafari vd., 2016: 447). Esnekliğin devam etmesini ve oluşacak maliyetleri geciktirmeyi hedefleyen ertele stratejisi, çalışma şartlarında öngörülen belirsizliği dikkate alarak kritik katkılar sunmaktadır. Erteleme stratejisi, tedarik zincirinde bir sonraki noktaya daha fazla kaynak, operasyon ve dağıtma gibi faaliyetler ya da daha uç bir hareketin uygulanmasını içermektedir. Postponement şekil, yer ve zaman olmak üzere farklı türleri vardır (Li vd., 2005: 623-624).

Kontrol: İşletmeler çeşitli risk kaynaklarının neden olduğu beklenmedik olaylar karşısında kontrol mekanizmasını devreye almaya çalışmakta ve gerekli kontrolleri artırarak talep ve tedarik hatalarından kaynaklanan riskleri azaltmayı hedeflemektedir. Kontrol stratejileri uygulamalarının işletmeler arasında popüler bir yeri vardır. Stoğun artırılması ve tampon stok kullanılması, üretim, depolama, elleçleme ve taşımacılık faaliyetlerinde kapasitenin yüksek tutulması ve tedarikçilere sözleşmeye ilişkin görevler verilmesi kontrol stratejisinin uygulamalarından bazılarıdır (Jüttner vd., 2003: 206-207).

Takip: Tedarik zincirinin yaşanabilecek çevresel değişikliklere karşı hızlı aksiyon alması için araştırmalar, ortak süreç yenilikleri ve ortak ürün tasarım parametreleri takip stratejisinin içinde değerlendirilmektedir. Eğer işletmeler bu stratejiyi uygularlarsa iş tanımını da zamanla devamlılığını korumuş olur. Kalite konusunda rekabet eden birçok

işletme için tüm süreçleri takip etme yeteneği bir farklılaşma kaynağı hâline gelmektedir. Günümüzde sektörlerde sahtecilik olayı ciddi bir tehdit unsuru olmakta ve bu durumdan en az şekilde etkilenmek için uçtan uca tedarik zincirinin bütünlüğü büyük önem teşkil etmektedir. Bu bütünlüğü sağlamak adına işletmelerin takip stratejisini benimsemesi ve süreçlerini izlenebilir kılması gerekmektedir (Cohen ve Roussel, 2013: 5-6).

Transfer: Riski azaltmak veya hafifletmek için riskin bir bölümünün aktarılma veya paylaşılma durumunu kapsamaktadır (Schlegel ve Trent, 2015: 20). Bir tedarik zincirinde risklerin aktarılma ve/veya paylaşılma durumu, dış kaynak kullanılması, işin farklı bir ülkede yapılması sözleşmeler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Manuj ve Mentzer, 2008: 142). Hız ve esneklikle son yenilikleri yakalayarak nihai ürünlerin içine yeni ürünleri tasarlayıp transfer etmek işletmelerin pazardaki devamlılıkları açısından zorunludur. Bu nedenle işletmelerin bulundukları pazara hâkim olup gerekli gördükleri yerlerde riski transfer etmesi süreklilikleri açısından önem arz etmektedir.

Çeviklik: Zorunlu değişimlere hızlı adapte olmak adına tedarik zinciri organizasyonlarının her bölümünde anlık aksiyon alabilecek şekle gelmesi çeviklik stratejisi içinde değerlendirilmektedir. Çevik tedarik zinciri stratejisinde, değişen müşteri taleplerine hızlı şekilde yanıt verip hizmet seviyesini yüksek tutmak temel teşkil etmektedir. Eğer pazarda çeşitlilik ve bireysel ürün talebi fazla ise bu değişkenliklere yanıt veren çevik tedarik zinciri stratejisinin uygulanması gerekmektedir. Çeviklik; birimler arası ilişkilerin, operasyonların ve süreçlerin etkili bir şekilde tekrar düzenlenmesi ve aynı süre zarfında sürekli değişim hâlinde olan çevrede başarılı olma stratejisidir. Sektör bazlı incelendiğinde müşteri talebinin hızlı değiştiği durumlarda, çevik tedarik zinciri stratejisi önemli rekabet avantajları getirmektedir. Çevik tedarik zincirini benimseyen işletmeler, müşteri taleplerinde yaşanan değişimi sürekli izlemekte ve değişikliklere seri şekilde yanıt vermektedirler. Bu stratejiyi süreçlerinde uygulayan işletmeler genellikle müşteriler için kurguladıkları tedarik zinciri çözümleri sunmaktadır. Odağına müşteri memnuniyetini alan bu strateji, hizmet düzeyinin yüksek olmasını mecbur kılmaktadır. Çevik tedarik zincirinde müşteri istekleri sistematik bir biçimde ele alınarak müşteri memnuniyeti sağlanmakta, lojistik süreçler müşteri taleplerini karşılayacak şekilde dizayn edilmekte, müşterilerin değişen taleplerini karşılayabilecek bir sistem kurulmaktadır. Bu stratejide kalite ve müşteri için sunulan değer ön planda tutulmakta, hizmetin verilmesi veya ürün teslimatı sonrasında müşteri memnuniyetine

dair geri bildirim alınmaktadır. Bu şekilde mevcut ve potansiyel müşteriler ile rakipler daima izlenip analiz edilmektedir (Waters, 2003: 67).

Tedarik zinciri yöneticilerinin tedarik zincirindeki riskleri tespit ettikten sonra bu riskleri kontrol etmek adına strateji geliştirmeleri gerekmektedir. Geliştirilecek bu stratejilerin amacı kabul edilecek risklerle maliyet arasında optimum denge noktasını yakalamaktır. İşletmeler maliyetleri düşürmek, müşteri memnuniyetini sağlamak, iş sürekliliğini sağlamak adına stratejiler geliştirmektedir. Tedarik zinciri risklerine karşı en az hasarla çıkmak adına geliştirilen stratejiler, dinamik ortamlarda organizasyonlara zarardan kaynaklanan maliyet artışının düşmesini sağlama noktasında önemli katkılar sunmaktadır.

Şekil 1.5'te tedarik zinciri ağı tasarlanırken işletme tedarik zinciri yöneticilerinin başvurabileceği önemli risk azaltıcı stratejiler yer almaktadır (Chopra ve Meindl, 2017: 149):

Kapasitenin artırılması	•Düşük maliyetlere odaklanarak, öngörülebilir talepler için kapasitenin merkezden uzaklaştırılmasıdır. Öngörülemeyen talepler için merkezde kapasite inşa edilmesidir.
Fazla tedarikçilerle çalışma	•Yüksek hacimli ürünler için arzın artması, düşük hacimli ürünler için arzın azaltılmasıdır. Düşük hacimde olan ürünler için az sayıda esnek tedarikçilerle fazlalığı merkezileştirmedir.
Yanıt verebilirliği arttırma	•Ticari mallar için yanıt verebilirlikten ziyade maliyet liderliğini tutmaktır. Ürün yaşam süresi az olan ürünler için maliyet üstünlüğünden ziyade yanıt verebilirliği tutmaktır.
Stokları artırmak	•Talebin öngörülebildiği, düşük değerli ürünler için merkezden uzak üretim yapmaktır. Talebi öngörülemeyen yüksek değerli ürünler için merkezde üretim yapmaktır.
Esnekliği artırmak	•Öngörülebilir, yüksek hacimdeki ürünler için esneklik yerine maliyeti seçmektir. Öngörülemeyen, düşük hacimli ürünler için esnekliği seçmektir.
Havuz ya da toplam talep	•Tahmin edilemeyen büyümelerde bir arada toplanmayı artırmaktır.
Kaynak kapasitesini artırmak	•Çok değerli ve yüksek riskli ürünlerde maliyet yerine kapasiteyi seçmektir. Az değerli ürünler için ise kapasite yerine maliyeti seçmektir. Olabildiğince esnek kaynaklarda yüksek kapasiteyi merkezileştirmedir.

Kaynak: (Chopra ve Meindl, 2017: 149)

Şekil 1.5. Risk Azaltma Stratejileri

1.10. Tedarik Zincirlerindeki Kırılmaların Sektör Bazlı Riskleri

Tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 sonrası gerek basında yer alan haberlerde gerekse de günlük hayatta karşılaşılan durumlarda birçok farklı sektör özelinde tedarik zincirlerinin kırıldığı görülmüştür. Hâlen etkilerini hissettiğimiz bu pandemi sürecinde tedarik zincirlerinin neden kırıldığını detaylı bir şekilde analiz etmek ve farkına varılmayan eksikliklerin bu kriz ortamında tedarik zinciri kırılmalarını hızlandırdığını tespit ederek bu yönde aksiyonlar almak önemli bir husustur. Tedarik zincirlerinin kırılması için öncelikle tedarik zincirlerinin ilk sürecinden son sürecine kadar bir bütün olması gerekmektedir. İşletmelerin ürün, bilgi, para akışını birlikte yürütmesi, odaklarına müşteriye alması, pazar odaklı çalışmalar yapması başarılı bir tedarik zinciri yönetimini sağlamaktadır.

Tüm dinamikleriyle bütünleşmiş bir tedarik zincirinin kırılması noktasında risklerden bahsetmek gerekmektedir. Bu riskler satın almanın operasyonel risklerinden ve tedarik zincirinin risklerinden oluşmaktadır. Pandemi döneminde tedarik zincirlerinin karşılaştığı risk; beklenmeyen, öngörülemeyen, sıra dışı ve daha önce hiç yaşanmamış bir risktir. Bu yüzden tedarik zincirleri hazırlıksız yakalanmış ve devasa kayıplarla sonuçlanan kırılmalar meydana gelmiştir (Kalkan vd., 2021: 12).

Tedarik zincirlerinin kırılmasıyla sürdürülebilir ve bütünleşmiş bir tedarik zincirinin olmadığı, sadece günü kurtaracak pansuman çözümlerin olduğu, arz-talep öngörüsünün olmadığı dağıtım alanlarında büyük bir kriz yaşanmıştır. Bu dönemde tedarik zincirleri esnek olamamış, kapasite problemleri yaşanmış ve dağıtım ağları yanlış planlanmıştır. Talebin doğru bir şekilde öngörülememesi, tedarik zincirlerinin kırılmasına neden olmuştur. Talep olmayınca bütünleşik tedarik zinciri otomatik olarak durmuş ve bu durum tedarikçinin tedarikçisine kadar yansıyan bir süreç meydana getirmiştir. Bu süreçte bütünleşik ve entegre olmayan bir tedarik zincirinin kırılmaya mahkum olduğu açıkça görülmüştür.

Günümüzdeki işletmeler, tedarik zincirlerinde satın alma, lojistik, üretim faaliyetlerinin tamamını bir bütün hâlinde ele almalı, müşteri ve pazar odaklı olmayı seçerek kâr ve satış politikalarını yönlendirmelidir. Her sektör birbirinden farklı özelliklere sahip olduğundan tedarik zinciri organizasyonlarını etkileyen işletme sayısı ve

nitelikler değişmektedir. Tedarik zinciri yapısı işletmenin faaliyet alanı genişliğinden, gerekli hammadde sayısından, işletme stratejilerinden, ürünün orjinal özelliklerinden ve makroekonomik faktörlerden şekillenmektedir. Bazı tedarik zincirleri yalnızca birkaç kademe müşteriden ve tedarikçiden oluşmaktayken bazıları daha büyük boyutta olmaktadır. Malzeme akışı bazı tedarik zincirlerinde daha basit iken bazılarında daha karmaşık bir tedarik zinciri içerisinde meydana gelmektedir. Komplike bir üretim sürecinde gerekli hammadde çeşidi de fazla olacağı için bu tedarik zinciri organizasyonunda çalışılan tedarikçi sayısı daha çok olacaktır (Bowersox vd., 2002: 147-148).

Uygulama aşamasında verilerini kullanacağımız lojistik, içecek, sağlık, tekstil, inşaat sektörlerinin literatür taraması kapsamında hazırlanan tedarik zinciri kırılma riskleri başlıklar hâlinde devam eden kısımda açıklanmaktadır.

1.10.1. Lojistik Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri

Küreselleşen dünyada rekabetin artmasıyla işletmeler ve ülkeler açısından bazı sektörlerin önemi daha da artmaktadır. Bu sektörlerden biri de lojistik sektörüdür. Lojistik, müşteri taleplerini eksiksiz olarak karşılamak adına ürün, hizmet veya bilgi akışının başlangıç noktasından nihai tüketim noktasına dek olan tedarik zinciri içindeki planlama, depolama ve kontrol sürecini kapsamaktadır. Bu lojistik süreçler; tedarikçilerden, tedarikçilerden alınan hammadde ve/veya yarı mamullerden, depolardan, üretim tesislerinden, üretim tesislerinde üretilen ürünlerden, dağıtım merkezleri ve müşterileri kapsayan detaylı bir yapıdan oluşmaktadır. Lojistik süreçlerinde oldukça fazla ve detaylı faaliyetler gerçekleşmektedir. Talep tahmini, satın alma, sipariş, ambalajlama, depo yeri seçimi, depolama faaliyetleri, envanter kontrolü, elleçleme, nakliye, sigortalama ve gümrükleme faaliyetleri lojistik süreçlerinde yer almaktadır (Rushton vd., 2014: 20-21)

Lojistik sektöründe düşük maliyetli yüksek müşteri tatmini sağlayan hizmet için her bir lojistik süreci ve süreç içerisinde bulunan faaliyetler sağlam bir lojistik ağıyla yönetilmelidir. Lojistik ağında oluşabilecek tek bir aksama bütün organizasyonu etkilediğinden bütünsel bir yaklaşımı özümsemek elzemdir. Özellikle Covid-19 pandemi süreciyle beraber birçok sektörde küresel lojistik ağları bazen duracak hâle gelmiştir

(Özdemir vd., 2022: 1-2). Örneğin, otomotiv sanayisinde yaşanan çip krizi bütün otomotiv sanayisini sekteye uğratmıştır. Bu durumun yanı sıra Covid-19 pandemisinden dolayı Çin'den yapılan ithalatın azalması piyasadaki konteyner sayısını düşürmüştür. Piyasada konteynerin azalması ve boş konteynerin olmaması kaynaklı ihracat rakamları birçok ülkede azalmıştır. Ayrıca İngiltere lojistik sektöründeki şoför krizi vakası taşımacılığa hatta normal hayata dahi olumsuz yönde etki yapmıştır. Yaşanan bu sorunlarla yine karşılaşmamak adına lojistik faaliyetlerde kısa ve uzun vadeli karar gibi birçok güncelleme gerekmektedir.

Özellikle işletme başarı oranının tedarik zincirinin diğer halkalarına bağlı olduğu günümüz rekabet şartlarında tedarik zincirinde karşılaşılmaması muhtemel risklerin belirlenmesi ve bu risklere karşı çeşitli stratejiler geliştirilerek oluşabilecek hasarın minimize edilmesi işletmeler açısından son derece önemlidir. Hem işletme lojistik faaliyetlerinde hem de performansları üzerinde önemli etkisi olan lojistik sektöründeki riskler hakkında işletmelerin bilgi sahibi olarak süreçlerini daha sağlıklı yönetmeleri, bu risklerin işletmeler üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirme noktasında fayda sağlayacaktır.

Lojistik sektöründe tedarik zinciri kırılma risklerini; kapasite ve tedarik, gecikme, kesinti, teknolojik, ürün, tahmin ve planlama eksikliği, envanter eksikliği, sosyal istikrarsızlık, boykotlar, değişkenliğin fazla olması, finansal krizler, gümrük gecikmeleri, kur dalgalanmaları, ekonomik krizler, kalifiye işgücü eksikliği, taşımacılık altyapısı yetersizliği, terörizm, doğal afetler, kötü hava şartları, pandemiler, salgın hastalıklar gibi maddeler hâlinde açıklayabiliriz (Shahbaz vd., 2019: 204-205).

1.10.2. İçecek Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri

Tedarik zinciri açısından bakıldığında, gıda sektöründe tedarik zincirinin kırılmaması, üretim sahasından son tüketiciye kadar zincirin kesintisiz ulaşımı büyük önem taşımaktadır. Gıda sektörünün tedarik zinciri yönetimi, insanlara ulaştırılan gıda ürünlerinin güvenli ve etkili olmasını sağlamak için birlikte çalışan politikalardan, araçlardan, ekipmanlardan, prosedürlerden ve teknolojilerden oluşmaktadır. Tedarik zincirindeki sıcaklık değişimi sonucunda gıda ürünlerinin risk potansiyeli, raf ömrü ve nihai kalitesi değişmektedir (Montanari, 2008: 425). Bu tedarik zincirinde nakliye ve

dağıtım kontrolü, güvenlik ve kalitenin sağlanması oldukça önem teşkil etmektedir. Verilen hizmetin güvenli ve etkin olabilmesi etkin bir tedarik zinciri yönetim sistemiyle mümkün olmaktadır. Geliştirilmiş ekipman tasarımıyla, kalite kontrol ve gıda güvenliğinin iyi derecede sağlanmasıyla gıda tedarik zincirlerinde iyi bir sıcaklık kontrolü oluşturulmaktadır.

Küreselleşme ve endüstrileşmenin ivme kazanmasıyla açığa çıkan gıdalar üzerindeki olumsuzluklar, gıda tedarik zinciri yönetim önemini iyice artırmaktadır. Sınırların ortadan kalkmasına takiben küresel gıda ticaretinin artması ve buna bağlı nüfus hareketlerinde yaşanan artışlar, öngörülemeyen ekstrem durumlar gibi gelişmeler gıda tedarik zincirini etkileyen faktörler arasında gösterilebilmekte ve bu alanda faaliyetlerine devam eden işletmeler için büyük önem arz etmektedir.

Gıda tedarik zincirinde üretim, işleme, dağıtım ve tüketim proseslerinde gıdalarda yaşanabilecek tehlikeli durumlar, kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel olmak üzere üç tehlike grubunda değerlendirilmektedir. Son zamanlarda teknolojik gelişmelerin olası sonuçları olarak ortaya çıkan risk, teknoloji riski olarak adlandırılmaktadır. Teknoloji riskine örnek olarak gıda ışınlama ve genetiği değiştirilmiş organizmaları vermek mümkündür (Yeung ve Morris, 2001: 172).

İçecek sektöründe tedarik zinciri kırılma risklerini mikrobiyolojik tehlikeler (bakteri, virüs, parazit), fiziksel tehlikeler (yabancı maddeler vb.), kimyasal tehlikeler (doğal toksinler, pestisitler, büyüme hormonları), teknolojik tehlikeler, küresel iklim değişikliği, kötü hava koşulları, küresel gıda ticareti, nüfus hareketleri ve göç, ani talep şokları, tedarik zinciri arz talep planlaması, gümrük gecikmeleri, pazarlama, ekonomi, verimlilik, kapasite ve tedarik durumu, enflasyon, kayıt dışılık, hijyen, gıda güvenliği ve sağlık, ürün fiyatlarında fazla dalgalanma, kur dalgalanmaları, istikrarın olmaması, tahmin ve planlama durumu, ticaret politikaları, mülkiyet/yatırım sınırlamaları, kalifiye işgücü eksikliği, taşımacılık altyapısı yetersizliği, çatışma ve politik huzursuzluk, bilgi ve haberleşme kesintileri, ithalat/ihracat sınırlamaları, terörizm, yolsuzluk, nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar, doğal afetler, pandemiler, salgın hastalıklar vb. maddeler hâlinde açıklayabiliriz (Özçetin, 2020: 82-91).

1.10.3. Sağlık Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri

Sağlık sektörü hasta insanlara kaliteli bakımı düşük maliyetlerle verebilmek için önemli çalışmalarda bulunmaktadır. Sağlık sektörünün en önemli dinamiklerinden olan hastaneler ve tedarikçileri, faaliyetlerini gerçekleştirmek için gerekli malzeme ve hizmeti istenen zaman, yer, kalite ve fiyat parametrelerinde sağlamak amacıyla büyük uğraş vermektedirler. Bu kapsamda günümüz sağlık sektöründe maliyetlerin düşürülmesi, israfın azaltılması, tıbbi hataların önlenmesi ve hizmet kalitesinin artırılması için tedarik zinciri yönetimi önem arz etmektedir (Demirdöğen ve Polater, 2016: 40).

Türkiye’de sağlık sektöründeki sağlık hizmetlerine erişebilirlik; ekonomi anlamındaki iyileşmeler ve sektöre verilen destekleyici adımlarla her geçen gün pozitif anlamda ivme kazanmaktadır. Ülkemiz ilaç, tıbbi malzemeler, sunulan hizmet, sigorta gibi alt sektörler dikkate alınıp değerlendirildiğinde dünyada sağlık sektöründe önemli bir konumda yer almaktadır. 2000’li yıllarda başlayan sağlıkta dönüşüm programıyla bütün sağlık sistemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede mevcut kaynakların etkin ve verimli değerlendirilip, verilen hizmet başarı oranının yükseltilmesi hedeflenmektedir. Bu şekilde daha kaliteli sağlık hizmetlerini sunma, kaynak israfını önleme, kaynakları amacına uygun ve etkin olarak kullanmayla maliyetlerde azalma sağlanması hedeflenmektedir (Demirdöğen ve Polater, 2016: 40).

Etkin bir tedarik zinciri yönetimiyle, sağlık sektöründe maliyetler düşürülmekte ve hizmet seviyesi artırılmaktadır. Sağlık sektöründeki tedarik zinciri yönetimi her geçen gün önem kazanmasına rağmen sektördeki tedarik zinciri uygulamalarına, karşılaşılan risklere ve tedarik zinciri yönetim performansına yapılan akademik çalışmalarda yeterince değinilmemiştir.

Sağlık sektöründe; insan gücü, tıbbi malzemeler ve sarf malzemeler gibi önemli girdilere gereksinim duyulmaktadır. Bu ihtiyaç duyulan girdilerin uygun zamanda, uygun yerde, kaliteli bir şekilde ve uygun fiyatta sağlanması önem arz etmektedir. Bunların sağlanması adına tedarik zinciri içerisinde yer alan halkaların güçlendirilmesi bu sektörde tek bir hatanın kabul edilmemesi nedeniyle büyük önem taşımaktadır.

Sağlık sektöründe tedarik zinciri kırılma risklerini tedarikçi sayısı ve ürün çeşitliliğinin fazla olması, sürekli gelişen teknoloji sebebiyle ürün yaşam sürelerinin kısalması, hastalık türleri, sıklıkları ve tedavi sürelerinin tahmininde yaşanan zorluklar, tedavi için gerek duyulan ürünlerin tahmininde yaşanan zorluklar şeklinde açıklamak mümkündür (Şentürk vd., 2020: 40-43). Aynı zamanda bilgi teknolojileri altyapısını oluşturmak için gerekli sermayenin olmaması, ani talep şokları, ürün fiyatlarında fazla dalgalanma, kur dalgalanmaları, ekonomik krizler, kalifiye işgücü eksikliği, çatışma ve politik huzursuzluk, terörizm, ithalat/ihracat sınırlamaları, nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar, doğal afetler, pandemiler, kötü hava şartları, salgın hastalıklar vb. maddeler hâlinde ekleme yapabiliriz.

1.10.4. Tekstil Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri

Günümüz dünyasında tekstil sektörü, gerek sanayisi ilerlemiş ülkeler gerekse de sanayisi geri kalmış ülkeler için üretime ve dolayısıyla istihdama katkısı olan sektörlerin başında gelmektedir (Bruce ve Daly, 2004: 151). Tekstil sanayisinde moda yeniliklerinin hızlı değişmesi ve pazarın sürekli değişken konuma gelmesi tedarik zinciri yönetimini önemli kılmaktadır.

Dünyada küresel üretim ağlarının yaygınlaşması, teslim süresinin ve maliyetin azaltılmak istenmesi tekstil tedarik zinciri yönetiminin önemini artırmaktadır. Bu sektördeki tedarik zinciri yönetimi, hammadde tedarikinden başlayarak nihai ürünlerin teslimine kadar olan bütün operasyonel süreçleri kapsamaktadır. Ayrıca müşteri tarafından gelen iade ürünlerin toplanması da tedarik zinciri yönetiminin (tersine tedarik zinciri yönetimi) bir parçası olarak görülmektedir (Diabat vd., 2014: 392).

Tüketici konumunda bulunanların yaşam tarzında meydana gelen değişiklikler ve talebin modaya uygun olan ürünlere gelmesi, mevcut tedarik zinciri sistemleri üzerinde baskı oluşturmuş ve içinde bulunduğumuz zaman diliminde dünyanın önde gelen büyük global işletmeleri, odak noktasını hızlı değişen trendlere ve tüketici talebine hızlı cevap vermeye çevirmiştir. Günümüzde hazır giyim tüketicileri daima bir yenilik beklemekte ve bu durum da üretici konumunda bulunanların sıklıkla yeni ürünleri piyasaya sunmasını gerektirmektedir. Bu durum da doğal olarak hazır giyim perakendecilerinin maliyetleri düşürme ve teslim sürelerini kısaltmaları için üzerlerinde baskı oluşmasına neden

olmuştur. Bu kapsamda tedarik zinciri yönetimini doğru yapmaları sürecin devamlılığı açısından önem teşkil etmektedir. Sonuç olarak tekstil tedarik zincirleri giderek daha küreselleşmekte ve gelişimini devam ettiren ülkeler için artan dış kaynak kullanımı, tedarik zinciri risk yönetimine odaklanmayı gerektirmektedir (Köksal vd., 2017: 5-6).

Piyasada olan birçok tekstil işletmesi yalın-çevik perspektifini benimsemektedir. İşletmelerin ani değişen taleplere yanıt vermesi ve hızlı tedarik sağlaması devamlılıklarını sağlama açısından zorunlu bir hâl almıştır. Ancak tekstil sektöründe ürün yaşam döngüleri kısa ve genelde mevsimlik olduğundan stoklu çalışma durumu olmamaktadır. Perakendecilerin talep ettiği düşük fiyatları vermek için düşük maliyetli yurtdışı üretimden genellikle faydalanıldığından, tedarikçilerle genişletilmiş ilişkiler tedarik zinciri yönetiminin kilit unsurudur. Perakendeciler tarafından gelen talebin değişkenliğine hızlı cevap, hızlı ürün tedarik edilmesi, tedarik zinciri ortaklıklarının kurulmasını ve devamlılığını oluşturacaktır (Bruce ve Daly, 2004: 166).

Tekstil sektöründe tedarik zinciri kırılma risklerini; enerji tüketim, çevre kazaları, sürdürülebilirlik yasalarına uyulmaması, kirlilik (hava, su, toprak), ısı dalgaları, kuraklık, su kıtlığı, demografik zorluklar/yaşlanan nüfus, sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk, boykotlar, enerji fiyatları değişkenlik, finansal krizler, kısa yaşam döngüleri olan ürünler, ani talep şokları, değişkenliğin fazla olması, bilgi ve haberleşme kesintileri, ürün fiyatlarında fazla dalgalanma, kur dalgalanmaları, ekonomik krizler, istikrar, ticaret politikaları, gümrük gecikmeleri, mülkiyet/yatırım sınırlamaları, kalifiye işgücü eksikliği, taşımacılık altyapısı yetersizliği, çatışma ve politik huzursuzluk, ithalat/ihracat sınırlamaları, terörizm, yolsuzluk, nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar, doğal afetler, kötü hava şartları, pandemiler, salgın hastalıklar vb. maddeler hâlinde açıklayabiliriz.

1.10.5. İnşaat Sektöründe Tedarik Zinciri Kırılma Riskleri

Son zamanlarda tedarik zinciri yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla yığın ve seri üretim sistemlerine odaklanmakta, bu duruma karşın inşaat endüstrisine özel bazı yaklaşımlarla da 1990'lı yıllardan itibaren bu sektörde genişlemeye başlamıştır. Diğer sektörlerden edinilen endüstri tecrübesinin işbirliklerine yönelik faydaları, inşaat sektörünün tedarik zincirlerinde de kendini göstermesine olanak sağlamıştır (Meng vd., 2011: 97).

Tedarik zinciri yönetimi, birbirine bağılı üretim birimlerinin üretim performanslarına dayalı bir perspektif sunmaktadır. İnşaat müteahhitleri ve tedarikçileri bu faaliyetlerin bütüncül bir optimizasyonunu istemektedirler. Tedarik zinciri yönetimi, inşaat endüstrisi maliyetlerinde önemli bir tasarruf kazandırmaktadır. İnşaat sektöründe yapılan araştırmalarda zayıf tedarik zinciri tasarımı nedeniyle proje maliyetlerinde %10 artış olduğu görülmektedir (Tennant ve Fernie, 2014: 58).

İnşaat tedarik zincirleri yapısal ve fonksiyonel olarak birbirine yakın ağlardan oluşmaktadır. Daha açık bir ifadeyle gerekli bütün malzemelerin inşaat sahasına tek bir ürün oluşturmak üzere getirilmesidir. Üretim tedarik zincirlerinde ise bu duruma zıt olarak ürünler fabrikada işlenmekte ve sayısız son müşteriye ulaştırılmaktadır. İnşaat projelerinin tek seferlik yapısı geçicilik, istikrarsızlık ve bölünmüşlüğe yol açmaktadır. İnşaat tedarik zincirlerinin siparişe göre çalışan tedarik zincirleri olarak düşünülmesi gerekmektedir. Her proje benzersiz olmakta ve her projede önceki projelerden birçok açıdan farklı yeni bir ürün üretimi gerçekleşmektedir. İnşaat tüm büyük sektörler arasında en az entegre olan sektör olup kopuk ilişkiler ile karakterize edilmektedir. İlgili taraflar arasında koordinasyonda ve iletişimdeki eksiklikler bu sektördeki zayıf tedarik zinciri performansının başlıca sebebidir. İnşaat tedarik zincirinin başarıyla yönetimi adına, ilk olarak tedarik zinciri boyunca bilgi alışverişi ve bilginin yayılması için etkili sistemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. İkinci olarak sistemlerin birbirine uygun hâle getirilmesi, kalite güvencesi ve yenilikler için standartların kullanılmasıyla birlikte risklerin azaltılması da elzemdir (Bankvall vd., 2010: 386).

İnşaat sektöründe tedarik zinciri kırılma risklerini; düşük seviyede entegrasyon, bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet, sonsuz kapasite varsayımı, inşaat tipi, yeri ve koşulları, üretim faktörleri, kirlilik, ısı dalgaları, kuraklıklar, demografik zorluklar, sosyal istikrarsızlık, boykotlar, bilgi ve haberleşme kesintileri, enerji fiyatları değişkenliği, kısa yaşam döngüleri olan ürünler, ani talep şokları, değişkenliğin fazla olması, ürün fiyatlarında fazla dalgalanma, kur dalgalanmaları, ekonomik krizler, istikrarın olmaması, ticaret politikaları, gümrük gecikmeleri, kalifiye işgücü eksikliği, taşımacılık altyapısı yetersizliği, çatışma ve politik huzursuzluk, ithalat/ihracat sınırlamaları, terörizm, yolsuzluk, nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar, doğal afetler, kötü hava şartları, pandemiler, salgın hastalıklar vb. maddeler hâlinde açıklayabiliriz.

İKİNCİ BÖLÜM

YAPAY ZEKÂ KAVRAMI VE YÖNTEMLERİ

Bu bölümde yapay zekâ kavramı, yapay zekâ yöntemleri ve makine öğrenme yöntemleri ele alınmıştır.

2.1. Yapay Zekâ

Zekâ kelimesi TDK'ye bakıldığında “insanın düşünmesi, akıl yürütmesi, objektif gerçekleri algılaması, yargılaması ve sonuç çıkarması yeteneklerinin bütünü” demektir (<https://sozluk.gov.tr/> 01.06.2022). Yapay zekâ ise canlıların karşılaştıkları problemlere geliştirdikleri akıllı hareketleri; modelleme, kümeleme, sınıflandırma, tahmin gibi metotlarla çözümler sunan sistemler bütünüdür (Gülseçen vd., 2022: 184).

Her insanın doğuştan gelen belirli bir zekâsı vardır. Zekâ, belli bir konuda çalışarak, öğrenerek, eğiterek elde edilen bilgi ve birikimlerle, deneyimlere dayalı beceriler aracılığıyla geliştirilebilmektedir. İlk defa karşılaşılan ya da ani olarak gelişen bir olaya uyum sağlama, anlayabilme, öğrenebilme, analiz edebilme, beş duyunun, dikkat ve düşüncenin odaklanması zekâ sayesinde olmaktadır. Zekâ yazılım programlarıyla taklit edildiğinde yapay zekâ olarak isimlendirilmektedir. Günümüzde yapay zekâ kavramı herkesin gündeminde olmasına rağmen içeriği, yapısı tam olarak bilinmemektedir. Yapay zekâ, sadece insan zekâsı veya beynin özelliklerini değil, aynı zamanda insan vücudunda olan diğer sistemlerin çalışmalarını da baz alıp önemli görülen problem çözümlerine yoğunlaşmaktadır (Sağıroğlu ve Demirezen, 2020: 3-4).

Yapay zekâ, daha önce insan zekâsına ihtiyaç duyulan işlemlerin bilgisayarlar tarafından gerçekleştirilmesiyle gelişen disiplin olarak tanımlanmaktadır (<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-turkish/artificial-intelligence>. 01.06.2022).

Başka bir tanımda ise zeki insan davranışlarını kopyalayan bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesi ve bunların bağlı olduğu disiplin şeklinde açıklanmaktadır (<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/artificialintelligence?q=artificial+intelligence>. 01.06.2022). Sürücüsüz araçlar, fabrikalarda insansız üretim

yapan makineler, hastanede ameliyat yapan robotlar, daha birçok alt çalışma alanı ve uygulamalarıyla yapay zekâ her geçen gün biraz daha hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmaktadır. Yapay zekâ, bilim ve mühendislikte yeni alanlardan biri olarak kabul edilmektedir (Russell ve Norvig, 2010: 4-5).

Günümüzde farklı kanallar aracılığıyla ve sosyal medyadan sağlanan veriler, günlük hayatta atılan her adımın dijital ortamda karşılık bulması, mobil cihazların devamlı gelişim kaydetmesi, internete bağlı nesnelerin her geçen gün günlük yaşamda daha çok yer alması ve bütün bunların etkileşiminden beslenen büyük veri kavramı, yapay zekâ sürecini hızlandırmaktadır. Büyük veri doğru analiz edilerek yararlı tahminler sağladığında anlamlı olmaktadır. Büyük veri analizi ise yapay zekâ aracılığıyla yapılmaktadır.

1950’li yılların sonuna doğru Alan Turing’in gündeme getirdiği makinelerin bir insan gibi düşünebilmesi konusu günümüze kadar gelen yapay zekâ çalışmalarının miladı sayılmaktadır. Temelinde insan davranışı baz alınarak yapılan yapay zekâ çalışmaları için en belirleyici etken turing testidir. Turing testi yapay zekânın tam anlamıyla iyi sonuç verdiğini göstermek amacıyla yapılmıştır. Bu testte bir yapay zekâ varlığı ile bir insanın teste tabii tutulması üzerine kuruludur. Yapay zekâ varlığına ve insana kendilerini görmeyen başka bir insan tarafından yazılı sorular yöneltilmektedir. Verilen cevaplara göre soruları soran kişi eğer yapay zekâ ile insan cevapları arasındaki farkı anlamıyorsa bu teste tabii tutulmuş olan varlık yapay zekânın üstünlüğünü kabul etmiştir sonucu çıkarılmaktadır (Russel ve Norvig, 2010: 2-3).

Yapay zekâ terimi John McCarthy tarafından 1955 yılının yaz aylarında Dartmouth’ta düzenlenen bir araştırma projesi önerisinde geçmiş ve bu öneride yapay zekânın insan davranışlarını sergilemesi fikri gündeme gelmiştir. Yapay zekâ kavramı insanın öğrenme aşamasını detaylı ve net şekilde açıklamakta, bu sayede makinelerin insanların öğrenme sürecini taklit edebilmesini anlatmak için kullanılmaktadır. Aralık 1955’te Herbert Simon ve Allen Newell, Whitehead ve Russell’ın ilk yapay zekâ programı olan logic theoristi geliştirmelerine müteakip birçok çalışma yapılmıştır (Russel ve Norvig, 2010: 17-18). Özellikle son yıllarda büyük veri konusunda liderlik koltuğunda olan Google, Microsoft ve Facebook gibi büyük teknoloji işletmeleri bu alana büyük yatırımlar yapıp yapay zekâ alanında çok önemli çalışmalar yapmaktadırlar.

Yapay zekâ tamamıyla yapay araçlarla çalıştırılan, insana has davranış ve hareket gösteren makine sistemlerinin geliştirilme çalışmalarıdır. Yapay zekâ; insana has davranışlar sergileme, sayısal olarak mantıklı çıkarımlarda bulunma, akıl yürütme, hareket etme, sesleri algılama, konuşma, cevap verme gibi birçok faaliyeti yapabilmektedir. Bu faaliyetleri yapabilmek için çeşitli donanım sistemlerini kullanmaktadır. Örnek olarak verecek olursak satranç oynamak için geliştirilen bir yapay zekâ uygulaması, satranç oynarken bir insanı yenerken, aynı yapay zekâ uygulaması tıbbi teşhis koyamamakta, duygu analizi ve hava tahmini yapamamaktadır. Güncel yapay zekâ teknolojileri ne için tasarlandıysa onu yapabilmekte iken yapılacak olan çalışmalarla bu durumun zaman içinde değişmesi beklenmektedir (Demir, 2012: 1).

Bazı yapay zekâ sistemleri; ev temizliğinde kullanılan elektrikli süpürge kullanılırken, bazı yapay zekâ sistemleri yol güzergahını belirleyen navigasyon sisteminde, bazıları parmak izi okuma gibi dar anlamdaki faaliyetleri gerçekleştirirken, bazı yapay zekâ sistemleri ise kredilerin risk durumlarının hesaplanması gibi banka işlemlerinde ilgili faaliyetleri gerçekleştirmektedir (Coşkun ve Gülleroğlu, 2021: 948)

Yapay zekâ, bilgisayar bilimi ve mühendisliğinden, felsefeden, biyolojiden, dilbiliminden, kavram biliminden, psikolojiden, iktisattan, istatistikten ve matematikten beslenmektedir. Yapay zekâ, bir problemin girdi ve çıktı değerleri arasındaki ilişkinin matematiksel modelinin kurulamadığı, algoritmasının oluşturulamadığı durumlarda problemin modelini kurmak için bünyesindeki yöntemleri kullanarak çözümler üretmeye çalışan bir bilim dalıdır.

Yapay zekâ yöntemlerinden, farklı alanlarda bulunan araştırma ve uygulama çalışmaları yapılırken faydalanılmaktadır. Bu yöntemlerden olan uzman sistemler, yapay sinir ağları, genetik algoritma, ve bulanık mantık yapay zekâ yöntemleri ile makine öğrenmesi yöntemleri birçok alanda kullanılmaktadır (Öztemel, 2012: 1).

Günümüze kadar gelişen ve insanlığın faydalandığı her yeni teknoloji gibi yapay zekâ da insanlık üzerinde hem heyecan yaratmış hem de endişe uyandırmıştır. Çünkü yapay zekâ bilimiyle kendi kendini süren otonom arabaların zamanla pazardaki üstünlüğü alacak olması gibi teknolojik gelişmeler bir yandan insanlar üzerinde muazzam etkiler bırakırken, bir yandan da bu bilimin zamanla herşeye hükmedip insanlar üzerinde

olumsuz etkiler bırakacağı gibi endişeler yaratmaktadır (Gezici, 2023: 114). Günümüzde ülkeler düzeyinde yapay zekâ çalışmaları büyük önem arz ettiği gibi bu alanda çalışmalarını yoğunlaştıran ülkeler gelecekte her anlamda önemli fark yaratacaklardır.

2.2. Yapay Zekâ Yöntemleri

Günümüzde araştırma ve uygulama alanlarında birçok farklı yapay zekâ yönteminden faydalanılmaktadır. En çok kullanılanlar ise uzman sistemler, yapay sinir ağları, genetik algoritma, bulanık mantık yapay zekâ yöntemleri ile makine öğrenmesi yöntemleridir (Öztemel, 2012: 1). Son dönemde bunlara ek olarak anfis yapay zekâ yöntemi kullanımı da artmaktadır. Bu yöntemler devam eden kısımlarda açıklanmaktadır.

2.2.1. Uzman Sistemler

Uzman sistemler, uğraşılan problemi bilgi ve mantıksal çıkarımlarda bulunarak, problem çözmede uzman olan kişiler gibi problemi çözmeye odaklanan, bilgisayar programları geliştiren teknolojileri bünyesinde barındıran yapay zekâ yöntemidir. Uzmanlar problemlerini çözerken bilgi ve deneyimlerinden faydalanmaktadırlar. Bu bilginin ve deneyimlerin bilgisayarda depolanması ve anlaşılır olması elzemdir. Bu sistemlerde bilgi tabanında depolanan bilgiler kullanılarak insan karar verme sürecine benzer bir süreçle problemlere çözümler getirilmektedir. Yani problem çözümünde uzmanların düşünme ve tahmin etme yetenekleri modellenerek sonuca gidilmektedir (Atalay ve Çelik, 2017: 159).

Uzman sistemlerde uzman kişilerin yaratıcılık yeteneklerinin yansıtılması yetersiz kalmakta ve bu sistemler öğrenip kendilerini güncelleyememektedirler. Akıl yürütme metotlarının sınırlı kalması, bu yöntemin önemli eksiği olarak kabul edilmektedir (https://web.itu.edu.tr/~sonmez/lisans/es/uzman_sistemler_giris.pdf, 10.10.2022). Yapay zekâ yöntemlerinin amacı sıradan bir insanın çözebileceği problemi çözmek iken, uzman sistemin amacı ise uzman bir insanın çözebileceği problemleri çözmektir. Bu hâliyle yapay zekâ ve uzman sistemler farklılaşmaktadır.

2.2.2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, insan beyninde başlıca işlem birimi olarak görev yapan sinir sisteminin en basit birimi olan nöronlara işlev ve şekil açısından benzemektedir. Bu durumyla yapay sinir ağlarını biyolojik sinir sisteminin temel bir modellemesi olarak görmek mümkündür. Biyolojik sinir sisteminde matematiksel bir model olarak da tanımlanabilen yapay sinir ağı, birbirleriyle ilişkili yapay sinir hücrelerinin oluşturduğu

bir sisteme benzetilmektedir. Bu haliyle yapay sinir ağı; bilginin depolanması, kullanılması, işleme yeteneklerinin taklit edilmesi, insan gibi karar veren ve karşılaştırma yeteneği olan zeki sistemlerin sağlanmasını hedeflemektedir. (Atalay ve Çelik, 2017: 161-162).

Yapay sinir ağı, insan beynini baz alarak geliştirilen bir teknolojik yapay zekâ yöntemidir. İnsana has olan bütün davranışlar sinir hücreleri vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. İnsanlarda bulunan sinir sisteminin modellenmesi diye tanımlayabileceğimiz yapay sinir ağı yönteminde hedeflenen nokta insan gibi düşünen ve karar veren sistemler sağlamaktır. Yapay sinir ağı insan beyninde bulunan sinir sistemini taklit edip, sinir algılayıcıları tarafından ana fonksiyon olan öğrenmeyi gerçekleştiren, sınıflandırılmış bilgileri kullanıp yeni bilgiler türeten ve karar veren bilimsel yöntemlerdir. Öğrenme fonksiyonunu örnekler aracılığıyla gerçekleştiren ağı birbirine bağlı olan yapay sinir hücreleri oluşturmaktadır. Yapay sinir ağındaki bulunan bilgi, ağırlık değeri olan bağlantıların değerlerinde gizli olmakta ve bütün ağa yayılmaktadır. Doğru çıktı değerlerinin sağlanması, girdi değerlerinin doğru ağırlıklarda olması hâlinde mümkün olmaktadır. Başlangıç aşamasında rastgele atanan değerler ağı eğitimi ve ağa gösterilen her örnekte ağı öğrenme kuralına göre değişmesiyle ilgili değerleri almaktadır. En doğru değerler bulunarak, ağ eğitim setindeki örneklerin tamamı doğru çıktı değerleri üretene dek bu işlem başka örneklerin yapılmasıyla devam etmektedir. Test setinde olan örnekler ağa gösterildiğinde bu örneklere doğru yanıtlar verilmesi hâlinde ağ eğitilmiş demektir (Ergezer vd., 2003: 14-16).

2.2.3. Genetik Algoritma

Karmaşık optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılmakta olan, teknolojiyi bünyesinde barındıran yapay zekâ yöntemidir. Bir problemi çözmek için ilk olarak rastgele başlangıç çözümleri belirlemek gerekmektedir. Daha sonra belirlenen bu çözümler birbirleriyle eşleştirilerek performansı yüksek olan çözümler geliştirilmektedir. Bu şekilde daima çözümler birleştirilip yeni çözümler bulunmaya çalışılmaktadır. Bu arama iyi sonuç buluncaya dek sürmektedir. Zaman ilerledikçe kullanım alanları artan, geleneksel optimizasyon yöntemleri arasında zor olarak adlandırılan çok değişkenli optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan genetik algoritmanın başlangıç popülasyonu rastgele bütün olası çözümlerin alt kümelerinden oluşmaktadır (Woodward ve Kelleher, 2016: 3-6).

Problemlerde etkileyen değişken sayısı fazla ise çözümlerde genetik aloritmadan faydalanılması literatür kapsamında tavsiye edilmektedir. Probleme has parametrelerin seçiminde genetik algoritma yöntemi, optimum değerlerin alınmasına dirençli olması ve önel karar vermeyi sağladığı için güçlü bir yöntem olarak gösterilmektedir. Yapılandırmanın zor olması, ne zaman durulacağını tam bilinmemesi ve probleme has bilgilerin kolay yönetilememesi gibi durumlar bu yapay zekâ yönteminin dezavantajları arasında gösterilmektedir. Genetik algoritma yönteminde her örnek için tek sonuç çıktısı verilmektedir. Genetik algoritmalar, bilindik yöntemlerle çözümü mümkün olmayan veya çözüm süresi problemin büyüklüğüne göre oldukça çok olan problemlerde kesin sonuca çok yakın sonuç değerleri veren bir yapay zekâ yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Woodward ve Kelleher, 2016: 1-3).

2.2.4. Bulanık Mantık

1965 yılında Azeri bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından geliştirilen bulanık mantık kavramıyla açık ve kesin olmayan verilerden çıkarım sağlamak hedeflenmektedir. Bulanık mantık, kesinlik üzerine değil, yaklaşıklık üzerine çalışmalar yapmaktadır. Bulanık mantık yönteminin günlük hayatta ilk kullanımı 1970’li yıllarda buhar makinesinde, devamında 1982 yılında Danimarka’da bir çimento üretim tesisinde olmuştur. Bulanık mantıkla esas olarak karar ağacı şeklinde analiz yapıp daha geniş ölçekte kuralları baz alan çıkarımlar sağlamayla programlanan yapay zekâ uygulamalarının temeli atılmaktadır (Eğrisöğüt ve Kazan, 2021: 3).

Uzmanlar kesin olarak bilinmeyen durumlar için karar vermek istediğinde normal, düşük, yüksek, yaklaşık gibi ifadelerden faydalanmaktadır. Hava sıcaklık değerinin belirsiz olması hâlinde, sıcaklık 25 derece olursa şu işi yap demekten ziyade sıcaklık normal olduğu zaman şu işi yap söylenmektedir. Bulanık mantık yöntemi bilgisayarın bu gibi durumlarda karar vermesi adına geliştirilen teknolojiyi bünyesinde barındıran bir yapay zekâ yöntemidir. Normal, düşük, yüksek gibi kavramların bilgisayar tarafından anlaşılmasını sağlamaktadır. Bulanık mantık kullanılarak, makineler insanlara has olan tecrübe ve önsezilerden faydalanarak çıktı üretmektedir (Erdin, 2007: 21).

Belirli olmayan ve çok fazla değişkene bağlı dinamik olaylarda esneklik sağladığı için bulanık mantık yöntemi kullanılmaktadır. Bulanık mantık yöntemiyle belirsizlik içeren sözel ifadeler sayısal ortama taşınmaktadır (Özdemir vd., 2019 : 46).

2.2.4.1. Bulanık Mantık Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları

Bulanık mantık yönteminin avantajları şu şekilde açıklanabilir: (Keskenler, 2017: 7-8):

- ✓ İnsan beyni düşünme şekline ve yöntemine yakın durması,
- ✓ Uygulamalarında bir matematiksel modele gerek olmaması,
- ✓ Yazılımının kolaylığı ve ucuza mal olması sayesinde erişebilirliğinin yüksek olması,
- ✓ Tanımlaması eksik yapılmış problemler için mükemmel uygun çözümler getirmesidir.

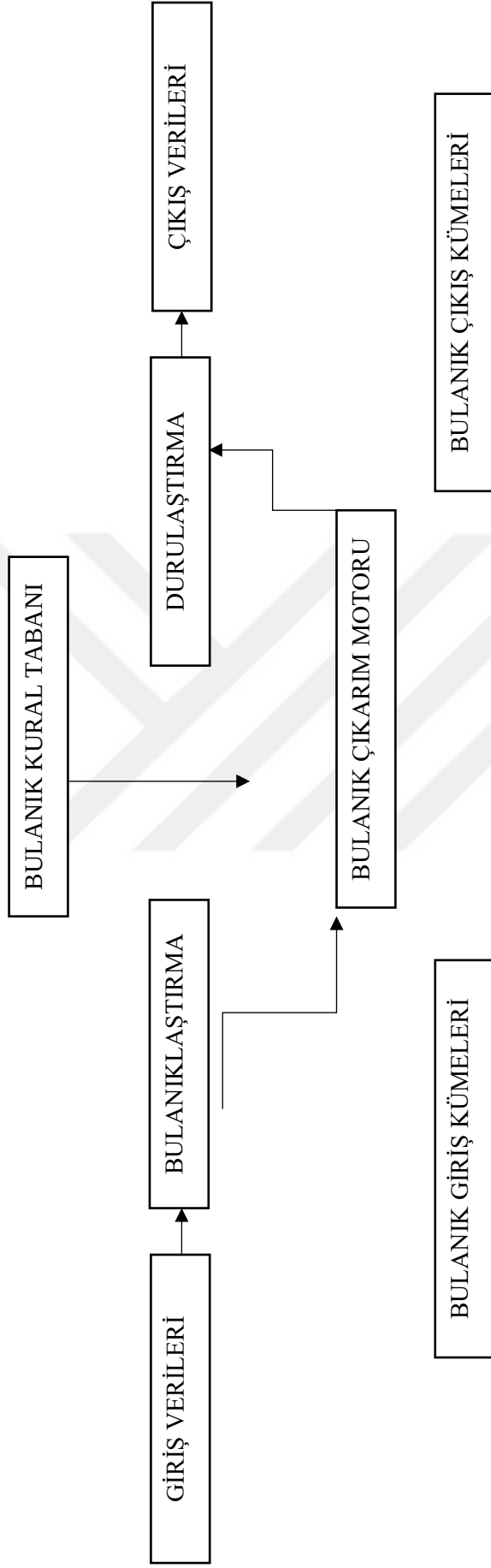
Bulanık mantık yönteminin dezavantajları ise şu şekilde açıklanabilir: (Bahadır, 2017: 33):

- ✓ Kuralların ancak bir uzmana bağlanmasına müteakip sistemde kullanım sağlayabilmesi,
- ✓ Üyelik fonksiyonlarının seçiminde belirli bir metotun olmayışı nedeniyle problem çözümünde belirsizlik olması ve çözümün daha karmaşık hâle gelmesi sonucu oluşan zaman kayıpları,
- ✓ Deneme yanılma yoluyla bulma işlemi yüzünden çözümün planlanamaması ve uzun bir zaman alması,
- ✓ Kendi başlarına öğrenme yeteneklerinin olmamasıdır.

2.2.4.2. Bulanık Mantık Yönteminin Yapısı

Bulanık mantık, bir sistemi matematiksel olarak modellemek yerine bir kontrol problemini çözmeye yönelik “eğer, ve, öyleyse” tabanlı kural yaklaşımını içermektedir. Yani bulanık mantık modeli bir sistemin teknik olarak anlaşılmasından ziyade tecrübelerle dayalı olarak geliştirilen deneylerden oluşmaktadır.

Bulanık mantık yönteminin yapısı Şekil 2.1’de verilmiştir (İşcan, 2009: 40) :



Kaynak: (İşcan, 2009 :40)

Şekil 2.1. Bulanık Mantık Yöntemi

2.2.4.3. Bulanık Mantık Yönteminin Kullanım Alanları

Günümüzde birçok alanda bulanık mantık yönteminden faydalanılmaktadır. Çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın vb. eşyaların programları, araba frenleri, asansörlerin kontrolü, video oyunları, kameralar, sinir ağları, genetik algoritmalar vb. alanlarda bulanık mantık uygulamaları kullanılmaktadır (Garrido, 2012: 75). Günlük hayatın içinde bulanık mantık yöntem uygulamaları çok fazla kullanıldığından bu yapay zekâ yöntemini özümsemek ve süreçlerine dahil etmek işletmeler açısından önemlidir.

2.2.4.4. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık mantıkta, bir problemi çözmek için problemle alakalı veriler işlenip insan tecrübe ve tahminlerinden faydalanarak makinelerde çalışma özelliği sağlanmaktadır. Makinelere bu yetenek kazandırılırken sayısal ifadelerin yerine sembolik ifadelerden faydalanılmaktadır. Bu sembolik ifadeler bilgisayarlar yardımıyla matematik diline dönüştürülmekte ve bu dönüşüm bulanık kümeler teorisi ile gerçekleştirilmektedir (Ertuğrul, 2006: 158).

Klasik yaklaşım ile bakıldığında bir varlık ait olduğu kümenin ya elemanı ya da elemanı değil statüsündedir. Matematiksel gözle bakıldığında bu aidiyet üyelik ilişkisini derecesini göstermektedir. Bu kapsamda varlık kümenin elemanı ise “1”, değil ise “0” değerini almaktadır. Üyelik dereceleri kesikli sayılar şeklinde tanımlanmaktadır. Bu kümeye ait değişkenler sıcak-soğuk, aydınlık-karanlık, hızlı-yavaş gibi ikili değişkenler olmaktadır. Klasik kümelerden farklı olan bulanık kümelerde ise elemanların üyelik dereceleri $[0, 1]$ aralığında sonsuz değer alabilmektedir. Böylece kümeye ait değişkenler biraz soğuk-biraz sıcak, biraz hızlı biraz yavaş, biraz aydınlık-biraz karanlık gibi söylemlerle ifade edilmektedir. Bu esneklik değişken değerlerini gerçek dünya söylemlerine yaklaştırmaktadır (İsen, 2017: 12).

2.2.4.5. Üyelik Derecesi

Bulanık kümelerde farklı üyelik derecelerine sahip bir eleman koleksiyonu vardır. Çünkü bulanık kümedeki tüm öğeler değişen derecelerde kümeye ait olmaktadır. Bir bulanık kümede bulunan eleman aynı değişken özelliğine sahip olması şartıyla başka bir kümenin elemanı da olabilmektedir (Topel, 2006: 36).

Bulanık kümeler sürekli üyelik derecelerine sahip bir nesneler grubudur. Böyle bir küme her nesneye sıfır ile bir arasında farklı değer alan bir üyelik derecesi atayan bir üyelik fonksiyonuyla tanımlanmaktadır (Zadeh, 1965: 338).

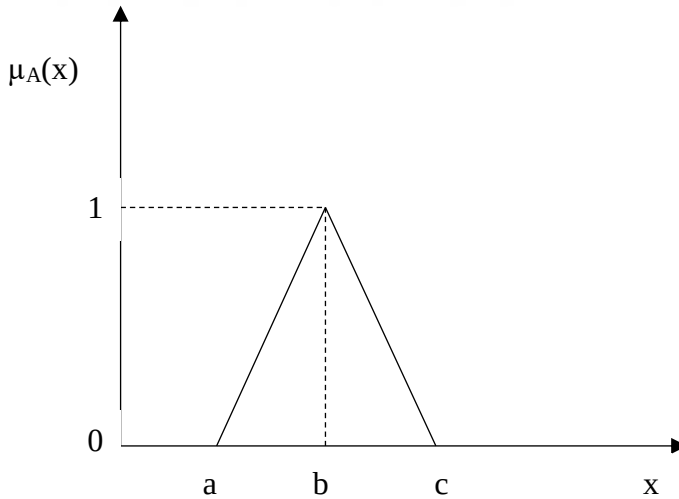
2.2.4.6. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık üyelik fonksiyonları, bulanık sistemlerde anahtar eleman olarak yer almaktadır. Çünkü her bulanık küme üyelik fonksiyonu ile karakterize edilmektedir. Bu yüzden fonksiyonların dikkatli bir şekilde tanımlanması oldukça önemlidir (Derbel vd., 2008: 96).

$\forall x \in E$ olmak üzere x 'in klasik A veya bulanık A kümesine ait olma (üyelik) derecesini gösteren fonksiyona “Üyelik Fonksiyonu” denilmektedir. Bazı kaynaklarda karakteristik fonksiyon olarak da isimlendirilen bu fonksiyon, literatürde $\mu(x)$ ile tanımlanmaktadır. Bu bağlamda; klasik üyelik fonksiyonu $\mu_A(x): E \rightarrow \{0,1\}$ ile bulanık küme üyelik fonksiyonu ise $\mu_A(x): E \rightarrow [0,1]$ ile gösterilmektedir (Bolayır, 2016: 89-90).

Uygulamalarda en sık kullanılan üyelik fonksiyonu tipleri şu şekildedir:

Üçgen(sel) Üyelik Fonksiyonu: Üçgen üyelik fonksiyonu, a , b ve c gibi üç adet parametreyi kapsayacak biçimde ifade edilmektedir. Buradaki a ve c parametreleri, fonksiyonun şekli gereği oluşan üçgenin sırasıyla sağ ve sol “minimum noktasını” temsil etmektedir. Üçgenin tepe noktası ise b parametresi ile ifade edilmektedir. Üçgensel üyelik fonksiyonun grafiksel gösterimi Şekil 2.2’deki gibidir (Zhao ve Bose, 2002: 229):

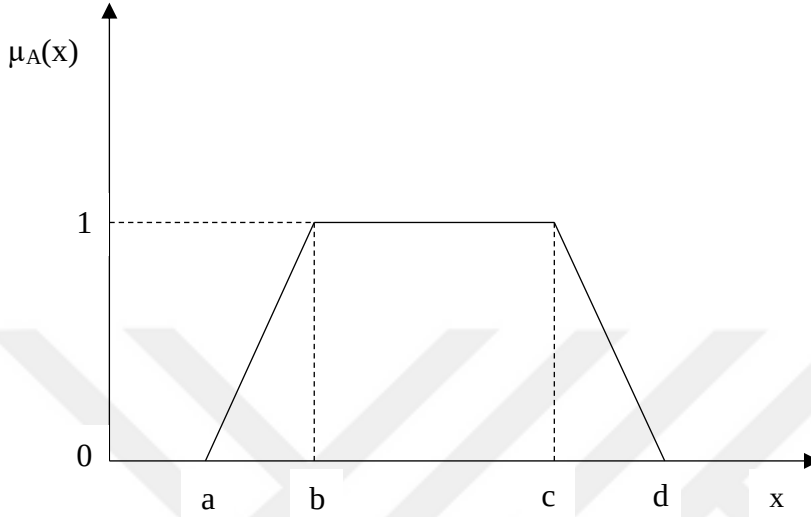


Kaynak: (Zhao ve Bose, 2002: 229)

Şekil 2.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu Grafiği

Yamuk(sal) Üyelik Fonksiyonu: Yamuk üyelik fonksiyonu, a , b , c ve d gibi dört adet parametreyi kapsayacak biçimde ifade edilmektedir. Burada yer alan a ve d parametreleri, fonksiyonun şekli gereği oluşan yamuğun sırasıyla sağ ve sol “minimum noktasını”

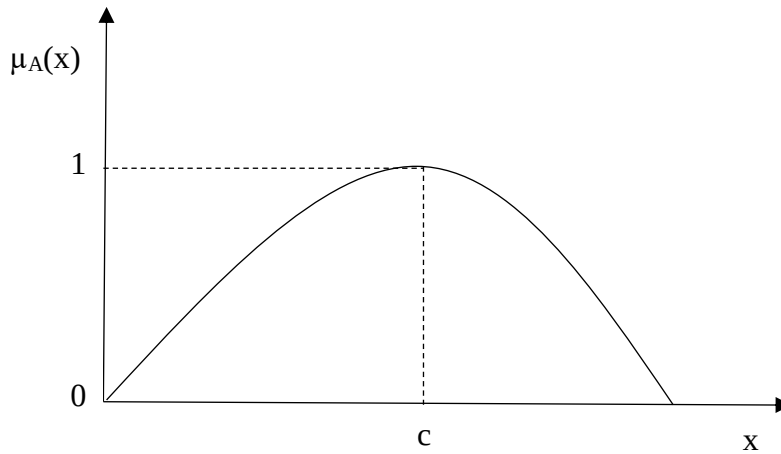
temsil etmektedir. Üçgensel fonksiyondan farklı olarak yamuk üyelik fonksiyonlarında iki ayrı tepe noktası vardır. Fonksiyonda yer alan b ve c parametreleri bu tepe noktalarını oluşturmaktadır. Yamuksal üyelik fonksiyonun grafiksel gösterimi Şekil 2.3'deki gibidir (Zhao ve Bose, 2002: 230):



Kaynak: (Zhao ve Bose, 2002: 230)

Şekil 2.3. Yamuksal Üyelik Fonksiyonu Grafiği

Gaussian Üyelik Fonksiyonu: Gaussian üyelik fonksiyonu, orijinden uzaklığı ve eğri genişliğini temsil eden iki parametre ile tanımlanmaktadır. Bu parametreler sırasıyla merkez (c) ve genişlik (σ) olarak ifade edilmektedir. Fonksiyonun grafiksel gösterimi Şekil 2.4'teki gibidir (Zhao ve Bose, 2002: 230):



Kaynak: (Zhao ve Bose, 2002: 230)

Şekil 2.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Grafiği

2.2.4.7. Bulanık Mantık Yönteminin Aşamaları

Bulanık mantık yöntemi bulanıklaştırma, bulanık kural tabanı, bulanık çıkarım motoru ve açıklayıcı olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak bulanıklaştırma aşamasında girdi değişkenleri ölçülmekte ve bulanık kümelerle dönüştürülüp ölçeklendirilmektedir. Yani değişkenlere dilsel nitelik kazandırılmaktadır. İkinci aşamada dilsel nitelik kazandırılan değişkenleri bulanık çıkarım motorunda kullanmak için eğer-ise bulanık kural tabanı oluşturulmaktadır. Üçüncü aşamada ise bulanık kurallar üzerinde mantık yürütülmekte ve kural tabanı kullanılarak giriş ve çıkış uzayı arasında bağlantı kurulmaktadır. Son olarak bulanık çıkarım motorunun bulanık küme çıkışı üzerinde gerekli ölçek değişiklikleri yapılarak gerçek sayılara dönüştürülmektedir (Baral ve Aslan, 2017: 201).

Bulanıklaştırma: Bulanıklaştırma adımı amaç gerçek sayılarla tanımlanan girdi değişkenlerini bulanık ifadelerle dönüştürmektir. Burada kesin olmayan ölçümleri ifade eden her giriş değişkeni için bir bulanıklık işlevi tanımlanmaktadır. Bulanıklaştırma için öncelikle üyelik fonksiyonlarının tip, sayı ve limit değerleri seçilmektedir (İşcan, 2009: 42). Bulanıklıktan bahsedilebilmesi için “sıfır” ya da “bir” alması gereken normal küme elemanlarının bu iki değer arasında değer alması gerekmektedir. Bulanıklaştırma için uzman fikirleri önem taşımaktadır (Özdamar, 2006: 135). Bulanıklaştırma adımı giriş değişkenleri üyelik fonksiyonları tarafından bulanık değişkenlere dönüştürülmekte, bu süreçte üyelik fonksiyonları ve alt kümeler belirlenip bulanık çıkarım motoru tarafından kullanılacak bulanık kümeler oluşturulmaktadır (Akıllı ve Atıl, 2014: 40).

Bulanık Kural Tabanı: Bulanık kural tabanı, bir bulanık mantık sisteminde girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki nedensel ilişkiyi belirleyen bir dizi kural şeklinde ifade edilmektedir. Kural tabanını, çözülecek problemin karar verme sürecinde kullanılan kontrol sistemi değişkeni ve paralel kurallar oluşturmaktadır (Doğan, 2018: 76). Bu aşamada kişilerin tecrübe, deneyim ve öngörülerinden yararlanarak sistemin yapısına uygun bulanık kurallar oluşturulmaktadır (Güneş ve İncekırık, 2016: 316). Bulanık kural tabanı, eğer-o zaman (if-then) yapısı kullanarak giriş değişkenleri ile çıkış değişkenlerini birbirine bağlayan kuralları kapsamaktadır. Bulanık kural tabanının bileşenlerinden “if” bir durumu açıklamaya yarayan bölümünü, “then” ise ortaya çıkacak sonuç bölümünü oluşturmaktadır. Bu sözel kurallar bilgisayarın anlayabileceği bir dil hâline getirilmektedir (Doğan, 2018 : 77).

Bulanık Çıkarım Motoru: Alınan giriş bilgisi için hangi kuralın uygulanacağı ve hangi bulanık kontrol hareketinin çıkarılacağı belirlenmesi bulanık çıkarım motoru tarafından gerçekleştirilmektedir. Bulanık çıkarım motoru, bilginin işlendiği girdi ve çıktıların eşleştirildiği süreçtir. Bu birim kontrol algoritmasının yürütüldüğü ve karar verme aşamasının gerçekleştiği ana bloktur. Çıkarım bölümü kural tabanı ve bilgi tabanı olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Kural tabanı denetim kurallarının saklandığı bilgi tabanıdır. Çıkarım motoru bilgi tabanına ulaşarak bulanık kurallar yardımıyla bulanıklaştırma biriminden gelen dilsel değişkenleri işleyerek denetim aksiyonuna karar vermektedir. Yani bulanık çıkarım motoru bulanık mantığın kalbi durumundadır (Aslan ve Yılmaz, 2018: 539). En önemli çıkarım yöntemlerinden ikisi mamdani ve takagi-sugeno-kang (TSK) yöntemidir. Mamdani yöntemi insan davranışlarına yakın olduğu için çok kolay oluşturulmaktadır. İlk defa bir buhar makinesinin modellenmesinde kullanılmıştır. TSK yöntemi ise mamdani yönteminin bir uyarlamasıdır. Bulanık mantık işlemleri ikisinde de aynı olmakla beraber aralarındaki tek fark çıktı üyelik fonksiyonlarındadır. TSK çıkarım yönteminde çıktı üyelik fonksiyonları sabitken, mamdani yönteminde belirli parametreler arasındadır. Bulanık kurallardan elde edilen çıktıların ağırlıklı ortalaması kurallardan elde edilen üyelik değerleri üzerinden alınarak nihai değer bulunmaktadır (Özek ve Sinecen, 2004: 355).

Durulaştırma: Çıkarım biriminden elde edilen denetim değerlerinin kesin çıkış ve sayısal değerlere dönüştürme işlemine durulaştırma denilmektedir (Özek ve Sinecen, 2004: 356).

2.2.5. Uyarlanabilir Bulanık Sinir Ağları Sistemi

Uyarlanabilir bulanık sinir ağları sistemi-Anfis (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) katmanlar halinde bulunan noktaların birleşiminden meydana gelmektedir. İlk katmanda giriş değerleri, son katmanda ise çıkış değerleri bulunmaktadır. Anfis sistemi içinde yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemi bulunmaktadır (Polatgil, 2020: 444).

Anfis, yapay sinir ağı ve bulanık mantık yönteminin birleşimi olarak değerlendirilmektedir. Yapay sinir ağlarının tersine anfiste, öğrenme sürecine kendi ortamının uyum sağlaması için daha yüksek bir yetenek göstermektedir. Bu yüzden, üyelik fonksiyonlarının otomatik olarak ayarlanması ve bulanık mantıktaki kuralların belirlenmesinde hata oranının azaltılması için yapay sinir ağlarından faydalanılmaktadır.

Hibrit bir öğrenme metodu kullanılan ve uyarlanabilir ağlar kapsamında uygulanan bulanık bir çıkarım sistemi olan anfisle hem insan bilgisine (eğer-o halde kuralları) hem de tahmin edilen girdi çıktı veri çiftlerine dayalı bir haritalama gerçekleştirilebilmektedir. Anfis yönteminde veri seti, eğitim ve test biçiminde ayrılmaktadır. Sistem eğitim verileriyle öğrenme kabiliyetine ulaşmaktadır. Gerçek değer ile tahmin edilen değer arasındaki fark olan hata değerine göre optimum ayarlamalar elde edilmektedir. Sistemin en son haline bakılıp, test verileri değerlendirilerek sistemin başarısı sağlanmaktadır (Sarı ve Yiğiter, 2020: 181-182).

2.3. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi, komplike problemlerin çözümünde bilgisayar algoritmalarının daha önce sağlanan veriler aracılığıyla kendi kendine öğrenebilme kabiliyetidir (Gültepe, 2019: 9).

Makine öğrenmesi, verilerden öğrenen ve programlanmadan zaman içinde doğruluğunu artıran uygulamalar oluşturma üzerine çalışan yapay zekâ yöntemidir. Makine öğrenme yönteminde, yapay zekâlar kod yazılmasına gereksinim duymadan sadece daha önceki veriler baz alınarak algı ve çıkarımlarda bulunmaktadır (Gülmez ve Kulluk, 2023: 2281).

Günümüzde birçok alanda makine öğrenmesi uygulamalarını görmekteyiz. Apple Siri, Amazon Alexa, Google Assistant, Amazon, Netflix, kişiselleştirilmiş reklamlar sunan internet siteleri, sohbet robotları, yüz tanıma sistemleri, en popüler sosyal medya hesapları olan Instagram, Facebook, LinkedIn vb. daha pek çok sistemin temelinde makine öğrenme yöntemlerini kullanmak vardır. Hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olan bu programların temelinde yatan makine öğrenmesi önemini her geçen gün artan şiddetiyle artırmaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber belli nesne veya kavram grupları yeterince doğru açıklanamadığından bu gruplar örnekler aracılığıyla makinelere geçirilmektedir. Bu olayın olması için kullanılan bilgisayarın verilen örneği bilgiye çevirmesi şarttır. Bu kapsamda makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları yapay zekâ uygulamalarından en çok kullanılanlardandır. Bu nedenle bu tekniğin iyi analiz edilerek ilgili süreçlerde doğru algoritma kullanımıyla fayda sağlaması son derece büyük önem arz etmektedir (Dündar vd., 2021: 260).

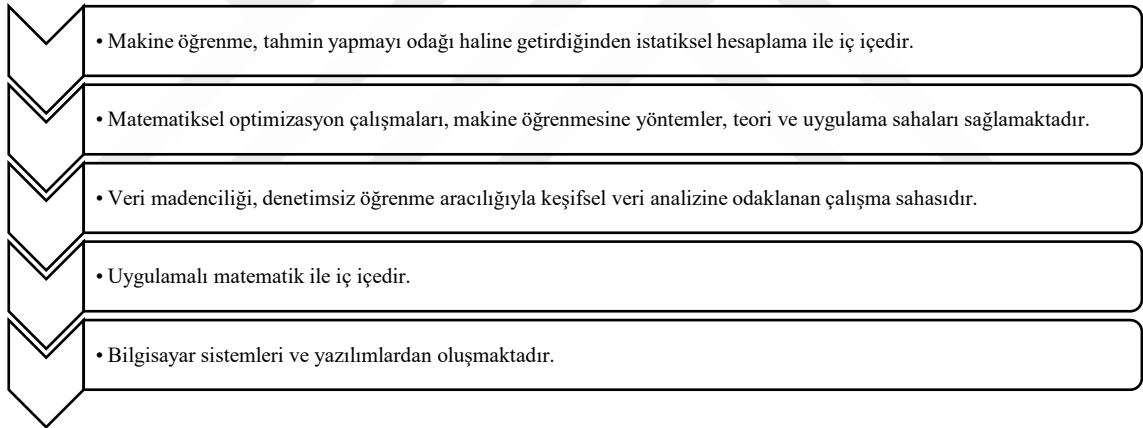
Bir makine öğrenmesi modeli geliştirme adımları Şekil 2.5'te gösterildiği gibi açıklanabilir (Çelik ve Yelkikalan, 2021: 665):



Kaynak: (Çelik ve Yelkikalan, 2021: 665)

Şekil 2.5. Makine Öğrenme Modeli Geliştirme Adımları

Makine öğrenmesinin temelindeki disiplinler ise Şekil 2.6'da gösterilmektedir (<https://www.datasciencearth.com/veri-bilimini-olusturan-disiplinler/> 05.11.2022):



Kaynak: (<https://www.datasciencearth.com/veri-bilimini-olusturan-disiplinler/>)

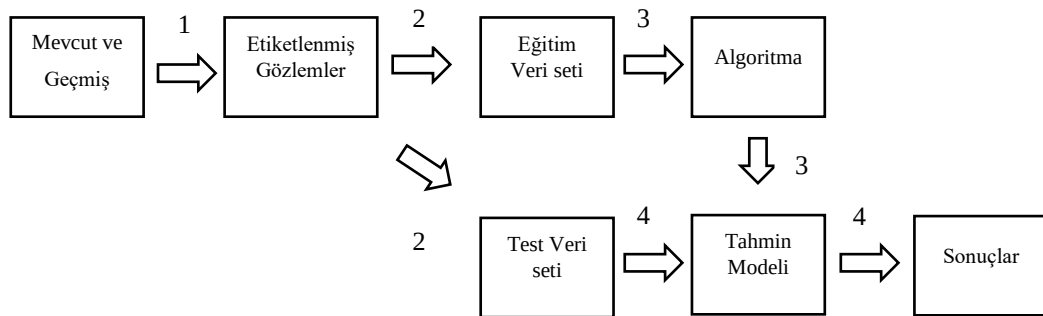
Şekil 2.6. Makine Öğrenme Temelindeki Disiplinler

2.3.1. Makine Öğrenmesi Yöntemleri

Günlük yaşantıda görülen makine öğrenmesi problem çözümlerinde problem türüne ve veri setinin özellik yapısına göre makine öğrenmesi 3 temel öğrenme sisteminden oluşur. Bunlar; denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme ve takviyeli öğrenmedir (Lison, 2012: 12).

Denetimli Öğrenme: Denetimli öğrenmede, ağa problem ve problemin çözümü olan etiketli verilerin uygulanması esastır. Etiketlenmiş veriler seti, ağ çıkışında modelin

ürettiği çıktı ile karşılaştırılmaktadır. Olması gereken değerler ile çıktı değerleri arasındaki farka göre algoritma nerede hata yaptığını öğrenmekte ve ağırlık parametrelerini güncellemektedir. Sınıflandırma yöntemlerinin birçoğu denetimli öğrenme grubunda yer almaktadır. Denetimli öğrenmede görülmemiş durumlardaki hedef nitelik değerinin tahmini amaçlanmakta ve öğrenmiş model tahmin edici olarak isimlendirilmektedir. Tahmin edici, etiket bilgisi bilinmeyen bir örneğin etiketini tahmin etmeye çalışmaktadır. Eğer etiket kategorik ise görev sınıflandırma olarak ve öğrenen sınıflandırıcı şeklinde isimlendirilmektedir. Eğer etiket nümerik ise görev regresyon ve öğrenen uydurulmuş regresyon modeli şeklinde isimlendirilmektedir. Her iki durumda da öğrenme işlemi etiket bilgilerini içeren veri setleri üzerinden gitmektedir. Denetimli öğrenmede tahmin modellerinin üretilmesi için sınıflandırma algoritmaları ve regresyon tekniklerinden faydalanılmaktadır (Metlek ve Kayaalp, 2020: 4-6). Denetimli makine öğrenmesi yöntemleri, geçmiş ve mevcut veriyi kullanarak etiketler yardımıyla öngörü yapmaktadır. Buna göre girdi değerlerine karşılık gelen çıktı değerlerini öngören bir fonksiyon geliştirilip yeterli eğitimin ardından girdiye ait sonuçlar üretilmektedir. Algoritma, sonuçlara bağlı olarak modeli değiştirmek adına sağlanan sonuçlarla gerçek ve beklenen sonuçları karşılaştırarak hatayı açığa çıkarmaktadır (Saravanan ve Sujatha, 2018: 945). Şekil 2.7’de temel denetimli öğrenme modeli gösterilmektedir (<https://blogs.nvidia.com/blog/2018/08/02/supervised-unsupervised-learning> 05.11.22):



Kaynak: (<https://blogs.nvidia.com/blog/2018/08/02/supervised-unsupervised-learning>)

Şekil 2.7. Denetimli öğrenme

Denetimsiz Öğrenme: Denetimsiz öğrenme yönteminde öğrenmeye yardımcı olacak bir etiketlenmiş veri bulunmamaktadır. Ağ eğitim sırasında sadece eğitim verileri uygulanmaktadır. Ağ bu verilere göre parametreler arasındaki ilişkileri kendi kendine öğrenmekte ve çıktı değerler üretmektedir (Kingma vd., 2014: 1-2). Denetimsiz öğrenme etiketlenmemiş veri kümelerini analiz etmek ve kümelemek için makine öğrenmesi algoritmalarından faydalanmaktadır. Bu algoritmalar dışardan insan müdahalesine gerek kalmadan gizli örüntüleri açığa çıkarmakta ve veriyi gruplamaktadır. Denetimsiz öğrenmeden makine öğrenmesi alanında; kümeleme, yoğunluk tahmini ve örüntü tanıma dahil olmak üzere faydalanılmaktadır (Metlek ve Kayaalp, 2020: 14-16). Örneğin; Shriram ve Sivasankar (2019), uzay mekiği verisindeki anormallikleri tespit etmede denetimsiz öğrenme yöntemlerinden faydalanmışlardır (Shriram ve Sivasankar, 2019: 221-222). Canbolat ve Silahtaroglu (2020), sepsis enfeksiyonu gelişim sürecini etkileyen önemli parametrelerden laktat ve ph değerlerini kullanıp yeni bir denetimsiz makine öğrenme modeli gerçekleştirmeyi hedeflemiştir (Canbolat ve Silahtaroglu, 2020: 32).

Takviyeli Öğrenme: Bir yazılım aracına geri bildirim vermeye dayalı nasıl davranacağını öğretmek için kullanılan makine öğrenmesi yöntemidir. Denetimli makine öğrenmesi, eğitim için bir dizi girdi ve çıktı veri çifti kullanıyorken takviyeli öğrenmede durum bundan farklıdır. Takviyeli öğrenmede hangi verinin bir ortamda kümülatif ödülü en üst düzeye çıkardığını belirlemek için farklı eylemleri test etmektedir. Bu öğrenmede modele hangi eylemlerin yapılacağını verilmesi elzemdir (Lee ve Shin, 2020: 3).

2.3.2. Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Makine öğrenmesi, gelişen teknoloji dünyasında çok önemli bir konum teşkil etmektedir. Yapay zekânın bir uygulaması olarak değerlendirildiğinde temelinde öğrenme hedefli kendini geliştiren ve sonucunda görevini yapmada zamanla daha iyi hale gelen bir algoritma olarak görülmektedir. Tıpta, e-ticarette, bankacılıkta, finans işlemleri vb. farklı alanların son dönemde en sık şekilde faydalandığı makine öğrenmesi algoritmalarının kullanımı her geçen gün artmaktadır (<https://livecodestream.dev/post/7-steps-of-machine-learning/> 10.11.2022). Makine öğrenmesi yönteminde en sık kullanılan algoritmaları şu şekilde açıklamamız mümkündür:

Regresyon: Regresyon yöntemi, bir ya da daha fazla bağımsız değişken ile hedef değişken arasındaki ilişkinin matematiksel olarak modellenmesini sağlayan

algoritmalarıdır. Doğrusal regresyon, temel bileşen regresyon, rasgele orman regresyon literatürde en çok kullanılan regresyon türlerindendir (Metlek ve Kayaalp, 2020: 10-13).

Sınıflandırma: Veri setindeki verilerin önceden belirlenen etiketlere göre ayırma işlemi sınıflandırma olarak tanımlanmaktadır. Sınıflandırma tekniğinde eğitim setindeki veri sınıfları önceden bilindiği için veri seti denetimli olarak öğrenmiş kabul edilmektedir. Destek vektör makineleri, naive bayes, karar ağacı, k-en yakın komşu literatürde en çok kullanılan sınıflandırma yöntemleridir (Metlek ve Kayaalp, 2020: 6-9).

Kümeleme: Kümeleme algoritmaları, makine öğrenme yöntemlerinde benzer özellikli grupların belirlenmesinde veya farklılıklarının oluşturulmasında faydalanan makine öğrenmesi algoritmalarındandır. K-means, kohonen yapay sinir ağı, bulanık c-ortalamlar, k-medoids literatürde en çok kullanılan kümeleme algoritmalarına örnek olarak verilebilir (Fahad, 2014: 268-269).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde tedarik zinciri risk yönetimi ile ilgili yapılan çalışmalar, tedarik zinciri risk yönetiminde yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar ve bütün bu çalışmaların değerlendirilmesi ele alınmıştır.

3.1. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Literatür incelendiğinde tedarik zinciri risk yönetimi ile alakalı son zamanlarda yaşanan global olaylardan dolayı yapılan çalışma sayısında artış gözükmektedir. Hem akademisyenlerin hem de işletme yöneticilerinin üzerinde önemle durduğu tedarik zinciri risk yönetimi konusunda literatürde yapılan çalışmalardan bazılarına aşağıda yer verilmektedir.

Passarelli vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada, Covid-19, Ukrayna savaşı gibi son dönemde yaşanan global olayların tedarik zincirlerinin yapısında ve insan satın alma davranışlarında önemli değişiklikler yaptığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında bir yandan fabrika kapanışları, karantinalar, kazalar nedeniyle tedarik zinciri aksamalarının her seviyede nasıl ortaya çıkabileceğini diğer yandan Ukrayna savaşından dolayı üreticilerde ciddi aksamalar olduğunu açıklamışlardır. Böylesine karmaşık ortamlarda tedarik zincirlerinin savunmasız ve kırılmaya maruz kaldığını, bu kırılmalara karşı insan davranışlarının duruma göre değiştiğini ancak belirsizliği yönetebilen yeni küresel modeller sayesinde insanların önemli şokları önlemede başarılı olabileceğini belirtmişlerdir. Tedarik zincirlerindeki belirsizliği yönetmek için; yeni modellerin araştırılması, risk yönetimi, envanter yönetimi, tedarik zinciri koordinasyonu ve stratejilerin araştırılması gereken konular olduğunu açıklamışlardır. Çalışmalarında riskler ile karşılaşıldığı zaman tedarik zincirini yönetmek için paydaş davranışının bir şemasını ve bazı güncel modelleri sunmuşlardır (Passarelli vd., 2023: 1305-1315).

Al-Ayed ve Al-Tit (2023) yapmış oldukları çalışmada, bir ara değişken olarak nesnelerin interneti varlığında tedarik zinciri risk yönetiminin tedarik zinciri esnekliği üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, tedarik zinciri risk yönetiminin tedarik zinciri direncini tamamen etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ürdünlü sanayi işletme yöneticilerinden oluşan bir örneklemde anket yoluyla elde edilen sonuçlar, tedarik zinciri risk yönetiminin nesnelerin interneti

aracılığıyla tedarik zinciri dayanıklılığı üzerinde doğrudan ve dolaylı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma nesnelerin internetinin tedarik zinciri risk yönetimi ile tedarik zinciri esnekliği arasındaki ilişkide aracı rolü üstlendiğini ve yöneticilere işletmelerinin tedarik zinciri riskleriyle başa çıkmalarına yardımcı olmak için nesnelerin interneti gibi teknolojileri benimsemeleri gerektiğini göstererek sektöre önemli katkıda bulunmaktadır (Al-Ayed ve Al-Tit, 2023: 179-186).

Pertiwi vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada, belirsizliğin ortaya çıkmasıyla oluşan risklerin olumsuz etkilerinden kaçınmak için uygun şekilde ele alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada tedarik zinciri süreçlerinde oluşan ve tedarik zinciri faaliyetlerini aksatma potansiyeline sahip olası risk düzeyini ve scor modeline dayalı olarak öncelikli risk kaynaklarını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma konfeksiyon ürünleri üretimi yapan ve hazır giyim sektörüne hizmet eden bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Çalışmada nitel ve nicel bir yaklaşım kullanılmış, elde edilen veriler toplam risk potansiyeli hesaplamasının sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Sonuçlar risk olayları ile risk ajanları arasında 39 korelasyon olduğunu; 22 korelasyonun yüksek ölçekte, 2 korelasyonun düşük ölçekte ve 15 korelasyonun ise orta ölçekte olduğunu göstermiştir (Pertiwi vd., 2023: 17-24)

Sibevei vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, risklerin sistematik bir şekilde ele alınması, yüksek öncelikli risklerin ve risk ilişkilerinin değerlendirilmesi, İran kan tedarik zincirindeki en önemli risklerin belirlenmesi için araştırmalar yapmıştır. Bu çalışmayla sağlığı geliştirmek, dünyayı güvende tutmak ve küresel ölçekte ihtiyacı olan kişilere yardımcı olmak için çalışan dünya sağlık örgütüne fayda sağladıklarını belirtmişlerdir. Daha önce belirtildiği gibi birçok yönetim yöntemi artık sağlık sistemlerini iyileştirmeyi amaçlarken, bu yaklaşımların kan tedarik zinciriyle ilişkili risklerle başa çıkmak için yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut risk yönetimi tekniklerinin zorluklara yanıt verme etkisinin artırılması gerektiğini ancak kan tedarik sistemlerindeki birçok riskin kapasite artırımı veya yeni altyapının kurulması yoluyla ele alınamayacağını belirtmişlerdir (Sibevei vd., 2022: 1-19).

Coşkun (2020) yapmış olduğu çalışmada, tedarik zincirinde bulunan aşağı yönlü riskleri yönetmek adına bayes ağlarına dayalı teorik bir model önermiştir. Önerdiği modeli bir uygulama çalışması yaparak ampirik olarak test etmiştir. Riskin belirlenmesi, riskin analiz edilmesi, riskin ölçülmesi ve riskin değerlendirilmesi modelin işlem

adımlarını oluşturmaktadır. Risk analiz aşamasında tanımlanan riskleri netica yazılımına aktararak bayes ağını kurgulamıştır. Çalışmanın devam eden kısmında da risklere yönelik olasılık hesaplamalarını yapmış ve bu olasılıkların cevap hızından nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Bu şekilde riskler şikâyetler aracılığıyla ölçülüp uygun yanıt stratejileriyle değerlendirilerek çalışma tamamlanmıştır (Coşkun, 2020: 3-4).

Çıkmak (2020) yapmış olduğu çalışmada, bir işletmenin ana faaliyet etkinliğini olumsuz bir şekilde etkileyebilecek riskleri tedarik zincirindeki malzeme, para, bilgi ve ürün akışını sekteye uğratabilecek durumlar diye belirtmiştir. Malzeme tedarik sürecinde meydana gelen aksaklıkları, ekonomik krizleri, talep dalgalanmalarını, makine arızalarını, hatalı üretimi, stok yetersizliğini işletme içi operasyonel süreçlerde oluşan sorunlar olarak tespit etmiştir. Doğal felaketleri, taşımacılık faaliyetlerinde oluşan gecikmeleri, zincirin farklı aşamalarında ortaya çıkan grevleri, vb. tüm durumları tedarik zincirinin işleyişini sekteye uğratan tedarik zinciri risk örnekleri olarak vermiştir (Çıkmak, 2020: 30-31).

Wang ve Chen (2020) yaptıkları çalışmada, hangi alt tüketici ürünlerinin yukarı yönlü üreticiler için satış hacimlerini ve gelirlerini önemli ölçüde etkilediğini bulmayı amaçlamışlardır. Tedarik zinciri yöneticilerinin bu ürünleri talep planlama ve satış tahmini yürütmek için öngörü olarak kabul ettiğinde uygunluk derecesinin ne kadar iyi olacağını bulmayı istemişlerdir. Belirli bir ürünün sevkiyatında %10'luk artış veya azalma göz önüne alındığında etki derecesi yani duyarlılık analizi nasıl tahmin edilirli bulmayı hedeflemişlerdir (Wang ve Chen, 2020: 1-2).

Ganiyu vd. (2020) yaptıkları çalışmada, Ganalı işletmelerin tedarik zinciri ağındaki potansiyel riskleri, bu potansiyel risklerle alakalı olarak geliştirilecek tedarik zinciri risk yönetimi stratejilerinin kurumsal performans üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma için veriler Gana'daki 210 işletmeden toplanmış ve tedarik zinciri riskleri, tedarik zinciri risk yönetimi stratejileri belirlenerek kurumsal performans yapıları modellenmiş ve yapısal bir yaklaşım kullanılarak yapılar arasındaki karmaşık ilişkiler ölçülüp analiz edilmiştir. Yapısal model sonucu, tedarik zinciri risklerini azaltmak için tedarik zinciri risk yönetiminde farklı organizasyon yapılarına sahip işletmelerin rakiplerinden daha iyi performans gösterme eğiliminde olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, tedarik zinciri riskleri ile Ganalı işletmelerin performansı arasında negatif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada yöneticilere planlı iş operasyonlarında tedarik zinciri risklerinin sonuçlarını hafifletmek için yeterli kurumsal tedarik zinciri risk kaydı ve tedarik zinciri risk yönetimi stratejilerini benimseyip geliştirmeleri için yön gösterilmiştir (Ganiyu, vd., 2020: 1491-1507).

Fischer-Preßler vd. (2020) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri risk yönetimi ve bilgi teknolojileri ilişkisine olan anlayışı ilerletmek için sistematik bir inceleme sunmayı amaçlamışlardır. Mevcut yaklaşımların bir sınıflandırması ve araştırma eğilimleri ile boşlukların eleştirel bir tartışması dahil olmak üzere tedarik zinciri risk yönetimi ve bilgi teknolojilerini araştıran makaleler detaylı incelenmiştir. Literatür incelemesinin bulgularına ve üç yıllık bir uluslararası araştırma projesinde yer alan uygulayıcıların öngörülerine dayalı boşlukları ele almak için bir araştırma çerçevesi önermişlerdir (Fischer-Preßler vd., 2020: 233-254).

Güzel ve Korkmaz (2020) yaptıkları çalışmada, işletmelerin karşılaştıkları tedarik zinciri risklerinin önceliklerini belirleyerek bu risklerin hangi şartlarda azaltılabileceğini incelemişlerdir. Çalışmada çevresel belirsizlik ve tedarik zinciri riskinde tedarik zinciri esnekliğinin aracı rolü üzerine durulmuştur. Elde edilen sonuçlar, çevresel belirsizliğin tedarik riski ve dağıtım riski üzerinde etkili olduğunu gösterirken, çevresel belirsizliğin üretim süreci riski üzerinde etkisinin olmadığını göstermiştir. Ayrıca üretim esnekliği, tedarik esnekliği, dağıtım esnekliğinin tedarik zinciri riskleri ve çevresel belirsizlik arasındaki ilişkide etkisinin olmadığı sonucuna da varılmıştır (Güzel, Korkmaz, 2020: 1045).

Fan ve Stevenson (2018) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri risk yönetiminin, işletmelerdeki geleneksel risk yönetiminden farkının sadece işletme düzeyinde olmayıp tüm zincir üyelerine odaklandığını belirtmişlerdir. Tedarik zinciri risk yönetimini; tedarik zinciri risklerini belirlemek, değerlendirmek, iyileştirmek ve izlemek için gerekli teknik ve stratejilerin kullanılmasını, tedarik zinciri üyeleriyle işbirliğinin sağlanmasını, böylece kırılganlığın azaltılarak pazarda rekabet avantajının sağlanması şeklinde tanımlamıştır (Fan ve Stevenson, 2018: 205-230).

Erdal (2017) yaptığı çalışmada, tedarik zinciri risk yönetiminin önemini ortaya koymak adına önemli tedarik zinciri risk olaylarından başarılı ve başarısız örnekleri tarihi seyir içinde sunup tedarik zinciri risk yönetimine olan ihtiyacı resmetmeyi amaçlamıştır. Yöneticilerin tedarik zinciri risk yönetimi konusunda organizasyonlarında gerekli

değişimi sağlayıp, olası riskleri meydana gelmeden önce tanımlamaları gerektiğini belirtmiştir. Etkin bir risk değerlendirme araç ve metodolojisi kullanmalarını, riskler meydana gelmeden önce ve sonra etkilerini hafifletmek adına etkin bir risk hafifletme stratejisi benimsemelerini, son olarak da risk yönetim sürecinin dinamikliğini korumak için risk takip ve gözetimi üzerine eğilmeleri gerektiğini önermiştir (Erdal, 2017: 123-124).

Chatzidimitriou vd. (2008) yaptıkları çalışmada, verimli tedarik zinciri yönetiminden doğan bilgi dağını idare edebilecek, varyasyonları algılayabilecek ve yaşadıkları ortamların tüm potansiyelinden yararlanabilecek aktörlere ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda yapmış oldukları çalışmalarında, tedarik zinciri yönetiminin bütün yönleriyle ilgilenilmesi gerektiğini ve dinamik rekabetçi tedarik zinciri yönetimi ortamlarında ticaret yapmak için sağlam mekanizmalar kullanan bir aracı olan mertacoru tanıtmayı hedeflemişlerdir. Öğrenme modelleri eldeki piyasaların dinamiklerini yakalamış, tedariklere ve fabrika modüllerine uygulanan buluşsal yöntemler rekabette iyi performans gösteren aracı için tatmin edici bir şekilde çalışmıştır (Chatzidimitriou, vd., 2008: 591-592).

Norrman ve Jansson (2004) yaptıkları çalışmada, Ericsson üzerinde büyük etkisi olan bir alt tedarikçide çıkan bir yangından sonra Ericsson'un nasıl yeni bir organizasyon, tedarik zinciri risk yönetimi için yeni süreçler ve araçlar uyguladığını anlatmıştır. Tanımlanan yaklaşım kısmen tedarikçilerle yakın çalışarak ve aynı zamanda onlara resmi gereklilikler koyarak, tedarik zinciri boyunca risk kaynaklarını analiz etmeye, değerlendirmeye ve yönetmeye çalışmaktadır. Bu keşifsel çalışma sigorta işletmelerinin modern tedarik zincirlerinin kırılganlığını anlamaya başladıkları için gelişmiş tedarik zinciri yönetimi için bir itici güç olabileceğini de göstermektedir. Çalışma yeni lojistik çözümleri değerlendirirken tedarik zinciri risklerinin de amaç ile değil, takas analizine dahil edilmesi gerektiğini savunarak geleneksel lojistik kavramları (zaman, maliyet, kalite, çeviklik ve yalnlık) ile ilgili bir risk tartışmasıyla bitmektedir. Riskleri en aza indirmenin, etkin risk ve önleme seviyesini bulmak ile mümkün olacağı belirtilmektedir (Norrman ve Jansson, 2004: 434).

3.2. Tedarik Zinciri Risk Yönetiminde Yapay Zekâ Yöntemleri ve Makine Öğrenmesi Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Literatür incelendiğinde yapay zekâ yöntemleri ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak tedarik zincirindeki risklerin yönetimi için yapılan bazı çalışmalara devam eden kısımda detaylı bir şekilde yer verilmiştir.

Ulfah vd. (2023) çalışmalarında, ahşap palet üretim işletmesinin tedarik zincirinde kırılmalara neden olan çeşitli risklerin tespit edilmesi, tespit edilen bu risklerin tedarik zinciri üzerine olan etkisinin hafifletilmesi için hangi risklere öncelik verilmesi gerektiğini belirlemişlerdir. Scor modelinin yardımıyla belirlenen bu riskler tedarik zinciri faaliyetlerinin haritalandırılmasını sağlamıştır. Verilerin analizi ve risklerin incelenmesinde bulanık mantık yapay zekâ yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda 38 risk olayı ve 22 risk faktörü belirlenmiştir. Belirlen risklerin ve risk faktörlerinin işletme üzerindeki potansiyel etkilerini azaltmak için 17 proaktif öneri sunulmuştur (Ulfah, vd., 2023: 11-12).

Arslankaya (2023) yapmış olduğu çalışmada, sağlık sorunları ile işgücü kaybı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, sağlıkla ilgili nedenlerden dolayı işe gelemeyen çalışanlardan kaynaklanan kayıp işgücü miktarını bulanık mantık ve anfis yöntemleri ile tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada bir kurye şirketinde çalışanların üç yıllık devamsızlık verileri incelenmiş ve yirmi sekiz devamsızlık nedeni tespit edilmiştir. İşgücü kaybı miktarı, bulanık mantık ve anfis yöntemleri aracılığıyla devamsızlığa neden olan beş faktör kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ve gerçek değerler mad, mape, mse ve rmse performans ölçüm değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bulanık mantık ile mad değeri 4,76; mape değeri 155,7; mse değeri 52,7 ve rmse değeri 7,26 olarak hesaplanmıştır. Anfiste ise mad değeri 3,2; mape değeri 86,24; mse değeri 27,5; rmse değeri ise 5,25 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında anfis yönteminin bulanık mantık yöntemine göre daha yakın tahminler elde ettiği görülmüştür (Arslankaya, 2023: 1-9).

Jiang vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada, bulanık mantık yöntemiyle denizyolu tedarik zinciri risklerini değerlendirmek için yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Geleneksel risk analizi yöntemleriyle karşılaştırıldığında yeni getirdikleri yaklaşımın eksik ve belirsiz verilerle başa çıkma, çoklu veri formatlarını sentezleme ve önemli risk bilgilerinin oluşturduğu kayıpları önleme hususunda üstünlükleri olduğunu

kanıtlamışlardır. Denizyolu tedarik zincirini etkileyen risk faktörlerinin durumunu analiz edip değerlendirdikten sonra yakıt fiyatının en önemli risk faktörü olduğunu ortaya koymuşlardır. Önerilen yaklaşımın rasyonelliğini ve pratikliğini doğrulayarak yapılan hassas analizlerle elde edilen bulgular, tedarik zinciri paydaşlarına güvenlik yönetimi için önemli öngörüler sunmuştur (Jiang, vd., 2023: 1-2).

Omosa vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada, ömrünü tamamlamış araçların toplanması ve geri dönüştürülmesi için kapalı döngü tersine lojistik tedarik zincirinin çeşitli faaliyetlerini tanımlayarak ilgili potansiyel riskleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Toplama ve nakliye dahil olmak üzere ömrünü tamamlamış araçların; geri dönüşüm adımları, süreçleri, ilgili yasalar ve teknolojiler risk faktörü olarak tanımlanmıştır. Çalışmada ömrünü tamamlamış araç tedarik zincirini verimli bir şekilde yönetmek için risk tercihinin derecesini tahmin etmek üzere birleşik bir hiyerarşik risk analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda ömrünü tamamlamış araç risk analizini desteklemek için bulanık bilgi temsili teorisini kullanan bir risk değerlendirme prosedürü önermiştir. Sonuç olarak belirlenen kilit riskler, ilgili ürünlerin ters tedarik zincirinde meydana gelme tercihlerine göre sıralanmış ve kolaylık sağlamak için çok düşük, düşük, orta-düşük, orta, ciddi ve kritik olmak üzere beş risk bölgesine ayrılmıştır. Bu kapsamda sunulan çözümün uygulanmasıyla ömrünü tamamlamış araç geri dönüşüm kuruluşları, faaliyetlerinde iyileşme görececek ve böylece işlerindeki belirsizlikler nedeniyle oluşabilecek maliyetlerin azalması sağlanmış olacaktır (Omosa, vd., 2023: 1-2).

Cannas vd. (2023) yaptıkları çalışmada, yapay zekâ uygulamalarının operasyonlarda ve tedarik zinciri yönetiminde giderek daha fazla rekabet avantajı sağladığını belirtmişlerdir. Bununla beraber birçok kuruluşun hâlâ bunu başarılı bir şekilde benimsemekte zorlandığını ve literatürde net göstergeler sunan ampirik çalışmaların çok az olduğunu açıklamışlardır. Yaptıkları çalışmayla, yapay zekâ uygulamalarının tedarik zinciri yönetimi süreçlerini nasıl destekleyebileceğine ışık tutmuşlar ve bu uygulamaların uygulanmasının önündeki engelleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda altı şirkette yarı yapılandırılmış görüşmelerden oluşan toplam 17 uygulama vakası içeren çoklu bir vaka çalışması yürütmüşlerdir. Tedarik Zinciri Operasyonları Referansı (Scor) modeli, belirli süreçleri hedefleyerek tüm çalışmaya ve sonuçların analizine rehberlik etmiştir. Elde edilen sonuçlar tedarik zinciri yönetimindeki yapay zekâ yöntemleri kullanımının; maliyetleri ve teslim sürelerini

azalttığını, hizmet seviyelerini, kaliteyi, güvenliğini ve sürdürülebilirliği iyileştirerek işletmelerin rekabet gücünü nasıl artırdığını göstermiştir. Bununla beraber veri kalitesinin sağlanması, spesifik beceri eksikliği, yüksek yatırım ihtiyacı, ekonomik faydalar konusunda netlik eksikliği ve yapay zekâ projeleri için maliyet analizinde deneyim eksikliği gibi durumların yapay zekânın uygulanmasında engel teşkil ettiğini belirtmişlerdir (Cannas, vd., 2023: 1-2).

Nazimi ve Saplıoğlu (2023) yapmış oldukları çalışmada, gelecek zamandaki nehir akışını tahmin etme yeteneğinin; yaklaşan selleri tahmin etmede ve planlamada, mülk tahribatının azaltılmasında, ölümlerin önlenmesinde ve suyun olabilecek en iyi şekilde yönetilmesinde yardımcı olacağını vurgulamışlardır. Bu kapsamda literatürde akarsu akışını tahmin etmek için farklı hidrolojik modellerin geliştirildiğini belirtmişlerdir. Bu modellerin, araştırma alanı ve mevcut veriler aracılığıyla yönlendirilen farklı özelliklere sahip olduğunu açıklamışlardır. Yaptıkları çalışmada yapay sinir ağı, anfis ve k-en yakın komşu olarak üç farklı yapay zeka modeli kullanmışlardır. Gediz Nehri havzasının verileri eğitim ve test için değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre genel olarak, regresyon katsayısı (R^2), ortalama karesel hata (rmse) ve wilcoxon (wt) değerleri incelendiğinde anfis, yapay sinir ağı ve k-en yakın komşu modellerine göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Taylor diyagramına bakıldığında ise k-en yakın komşu, yapay sinir ağı ve anfise kıyasla daha doğrudur (Nazimi ve Saplıoğlu, 2023: 42-49).

Karmaker vd. (2023) yaptıkları çalışmada, değişen müşteri taleplerinin, küreselleşmenin, salgın hastalıkların ve devam eden Rusya-Ukrayna savaşının, özellikle gelişmekte olan pazarların küçük ve orta ölçekli işletmelerinde olmak üzere çeşitli küresel işletmelerde birçok karmaşıklık, belirsizliği, riski ve zorluğu beraberinde getirdiğini açıklamışlardır. Tedarik zincirlerinin ekonomik büyümenin desteklenmesinde, istihdam yaratılmasında ve yoksulluğun azaltılmasında önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Sürdürülebilir ve güçlü bir tedarik zincirinin oluşturulması ve çeşitli belirsiz durumlara karşı tedarik zincirlerinin kırılmaması için risk faktörlerinin uygun şekilde tanımlanmasının çok önemli olduğuna değinmişlerdir. Çalışmada tedarik zinciri risk faktörleri tanımlanmış ve bunların etkileşimleri pareto analizi, bulanık mantık, toplam yorumlayıcı yapısal modelleme ve mıcmac analizi dahil olmak üzere entegre bir yaklaşım kullanılarak analiz edilmiştir. Bulanık mantık yönteminden elde edilen bulgular, üst yönetimde sürdürülebilir uygulamalara ilişkin motivasyon eksikliğinin en önemli risk

faktörü olduğunu göstermiştir. Ayrıca vasıflı ve eğitimli işçi eksikliği, modern teknolojiler hakkında bilgi eksikliği, işçi grevleri ve siyasi istikrarsızlıkların da işletmelerin sürdürülebilir kalkınmasını ve sıkıntısız çalışmasını engelleyebilecek önemli riskler olduğunu açıklamışlardır. Bulanık mıcmac analiziyle tanımlanan tüm risk faktörlerinin birbiriyle ilişkili olduğunu doğrulamışlardır. Bu çalışma yöneticilere uzun vadeli sürdürülebilirlik ve operasyonel dirençliliğe ulaşmak için risk faktörlerini başarılı bir şekilde belirleme konusunda rehberlik etmekle beraber proaktif ve verimli stratejilerin geliştirilmesini sağlamıştır (Karmaker, vd., 2023: 1-2).

Zoghipour ve Kaynak (2023) yaptıkları çalışmada, düşük kurşunlu pirinç alaşımının işlenmesi için radyal, eksenel talaş açısı ve kesme kenarı yarıçapı gibi çeşitli geometrilere sahip düz tabanlı matkaplarla işlenmiş kör deliklerin kalitesini araştırmışlardır. Ayrıca işlenmiş deliklerin çapak yüksekliğini ve yüzey kalitesini tahmin etmek için bulanık mantık ve regresyon modellerinden faydalanmışlardır. Model tahminleri deneysel verilerle karşılaştırılarak sağlanan sonuçlara bakıldığında, geliştirilen modellerin ürün kalitesini tahmin etmede başarılı olduğu görülmüştür (Zoghipour ve Kaynak, 2023: 72-80).

Rahmanzadeh vd. (2023) yaptıkları çalışmada, açık inovasyon konseptinin ürün tasarım süreci ve tedarik zinciri ana planlamasındaki etkisini incelemişlerdir. Ortak tasarım süreçlerindeki kaynakların kullanılmasından doğan karmaşık belirsizliklerin, işbirliği yapan taraflar arasındaki finansal zorlukların ve yenilikçi tasarımların tedarik zincirindeki planlama problemleriyle bütünleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla ürün tasarımını çok ürünlü bir tedarik zincirinin ana faaliyetleriyle bütünleştirebilen sağlam bir bulanık stokastik optimizasyon modeli önermişlerdir. Önerilen model rastgele, epistemik ve derin belirsizlikler dahil olmak üzere farklı türdeki belirsizliklere karşı çözüm getirmiştir. Finansal ve fiziksel akışları entegre etmek, yeni bir fiyatlandırma mekanizması kullanmak ve ürün tasarım sürecinde dışarıdan gelen yenilikleri dikkate almak, önerilen modelin öne çıkan katkılarıdır. Modelden elde edilen sonuçlar, sunulan modelin üstünlüğünü ve orta vadeli planlama sürecinde yönetsel kararları destekleme yeteneğini göstermiştir (Rahmanzadeh, vd., 2023: 6345-6346).

Abed ve Rashid (2023) yaptıkları çalışmada, inşaat projelerinin risk değerlendirmesinde örgütsel olgunluğu yeni bir boyut olarak içeren yeni bir model önermişlerdir. Araştırma metodolojisi, etki ve kurumsal olgunluk için oluşturulan olasılık

ve matematiksel denklemlere dayalı riskleri değerlendirmek için üç boyutlu risk matrisiyle birleştirilmiş hibrit bir en iyi-en kötü yöntem olan bulanık kural tabanlı sistem kullanmaktadır. Hazırlanan modelde bulanık kurallar oluşturmak için üç boyutlu risk matrisi kullanılmıştır. Entegre edilmiş modelin geçerliliğini doğrulamak için Irak inşaat projeleri bir uygulama çalışması olarak kullanılmıştır. Bu modelin tedarik zincirinde meydana gelen riskleri değerlendirmek ve önceliklendirmek için geleneksel tekniklerden daha etkili ve kesin olduğu, risk yönetimi için kritik bilgiler sağlayabileceği sonucuna varılmıştır (Abed ve Rashid, 2023: 1-19).

Raman vd. (2023) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri kesintilerini önemli bir risk faktörü olarak tanımlamışlardır. Tedarik zinciri risk yönetiminde, teknolojik gelişme ve aşırı bilgi yüklemesindeki artışların riske daha fazla maruz kalmayla sonuçlanacağını belirterek, tedarik zincirindeki meydana gelmesi muhtemel risklerin makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak önceliklendirilebileceğini açıklamışlardır. Bugüne kadar yapılan tedarik zinciri çalışmalarının çoğunluğunun tahmin verimliliğine odaklandığını, bu konuda çalışan uzmanların risklerin azaltılmasına veya risklerden kaçınılmasına yardımcı olan yorumlanabilirlik üzerinde fazla durmadıklarını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada tedarik zincirlerindeki risklerin tahmin edilmesinin yanı sıra bu risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve azaltılması için veri madenciliği tabanlı destek vektör makinesi tedarik zinciri risk yönetimi modelini geliştirmişlerdir. Çalışmada bir makine öğrenmesi algoritması kullanılarak tedarik zinciri risk tahmini yapılmıştır. Risk yönetimine bütünsel bir yaklaşım getirilerek, etkin bir risk yönetimi için ilgili operasyonlar tek bir yapıda birleştirilmiştir. Daha sonra tartışmalara, odak grup görüşmelerine ve yarı yapılandırılmış görüşmelere dayalı olarak yapılan çalışma test edilmiştir. Elde edilen veriler çalışmanın başarılı olduğunu göstermiştir (Raman, vd., 2023: 106-107).

Xia vd. (2023) yaptıkları çalışmada, küçük ve orta ölçekli imalat işletmelerini araştırma konusu olarak ele almış, küçük ve orta ölçekli imalat işletmelerin özelliklerine göre risk değerlendirme göstergelerini seçerek bir kredi risk değerlendirme sistemi oluşturmuşlardır. Bu kapsamda örnek veri olarak 2015 yılından 2020 yılına kadar Çin borsasındaki küçük ve orta ölçekli imalat işletmelerini seçip yaygın olarak kullanılan dört makine öğrenmesi algoritmasına dayalı kurumsal kredi riskini değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonuçlarının önemli göstergelerini görsel olarak analiz etmek için kısmi bağımlılık grafiği yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar küçük ve orta ölçekli

imalat işletmeleri tedarik zinciri finansmanı için hazırlanan kredi riski değerlendirme sisteminin; finansman şirketlerinin profilinden, finansman şirketlerinin varlık statüsünden, ana şirketlerin profilinden ve tedarik zincirlerinin işleyişinden oluşabileceğini göstermiştir. Çalışmada rastgele orman algoritmasının kullanılması, imalat tedarik zinciri finansmanının kredi riskini daha doğru bir şekilde değerlendirmeyi sağlamıştır. Farklı göstergelerin değerlendirme sonuçları üzerindeki etkileri oldukça farklı olduğundan tedarik zinciri işletmeleri ve finansal hizmet kurumları belirli durumlara göre ilgili stratejileri geliştirmeli sonucuna varmışlardır (Xia, vd., 2023: 1-18).

Aboshosha vd.(2023) yaptıkları çalışmada, endüstri 4.0 teknolojilerinin üretim hatları için reaktif ve önleyici bakım stratejilerini planlaması gerektiğini belirterek, kestirimci bakımı kullanmayı amaçlamışlardır. Beklenen tüm bakım sorunlarını çözmek için gelişmiş otomasyon teknolojilerinden faydalanılması gerektiğini açıklamışlardır. Derin öğrenme tabanlı yapay zekâ yönteminin insan kaynaklı arıza tespit hatalarını en aza indirdiğini belirtmişlerdir. Sensör bilgi modellemesi ve nesnelerin interneti sayesinde endüstriyel üretim makineleri bakım yönetimi verimliliğinin artırılabilmesine değinmişlerdir. Yaptıkları çalışma, önerdikleri sensör bilgi modellemesi ve nesnelerin interneti teknolojilerini temel alan veri odaklı bir tahmine dayalı bakım planlama çerçevesi kullanarak daha iyi bir bakım stratejisi sağlamaktadır. Önerilen bu yaklaşımın uygulanabilirliğini doğrulamak için, bir oluklu mukavva üretim fabrikasında pratik olarak uygulanmıştır. Yapay zekâ tabanlı kestirimci bakımı elde etmek için bulanık mantık sistemi kullanılırken, arızanın halihazırda oluşması durumunda alarm vermek ve arıza teşhisi için derin öğrenme kullanılmıştır (Aboshosha, vd., 2023: 1-13).

Wu vd. (2023) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri sorunları için özel olarak tasarladıkları takviyeli öğrenme yöntemini önermişlerdir. Önerilen algoritma, optimize eden bir yöntemi öğrenmek için riske duyarlı formülasyonların dikkate alınmasına izin vermektedir. Algoritmanın yetenekleri, çok kademeli bir tedarik zinciri problemi ve birkaç kombinatoriyal optimizasyon problemi üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar ampirik olarak, kıyaslama algoritması proksimal politika optimizasyonuna kıyasla yöntemin iyileştirilmiş örnek verimliliğini ve küçülen ufuk karma tamsayı formülasyonlarına karşı üstün performansını göstermektedir. Bu çalışmayla riske duyarlı politika geliştirilmiş, düşük olasılıklı yüksek önem dereceli senaryolara karşı koruma sağlanmış ve teknik sezgi için bir duyarlılık analizi sunulmuştur (Wu, vd., 2023: 1-2).

Mungo vd. (2023) yapmış oldukları çalışmada, işletmelerin mali tabloları, endüstrileri ve konumları ile ilgili verileri kullanarak üretim ağlarındaki bağlantıları tahmin etmek için bir yöntem geliştirmişlerdir. Basitlik ve veri sınırlamaları nedeniyle işlemlerin değerinden ziyade bağlantıların varlığını yeniden yapılandırmaya odaklanmışlardır. Bu durum bir sınıflandırma problemi olarak incelenmiş ve standart modern makine öğrenmesi yöntemleriyle çözülmek istenmiştir. İşletmeler arasındaki ticari ilişkilerin varlığını anlamak için makine öğrenmesi sınıflandırıcıları kullanılmıştır. Yaklaşım sağlam tahmin performansı göstermektedir. Modelin eğitim özellikleri konusunda ne kadar etkin olduğu ve sonuçların veri kümeleri arasında ne kadar tutarlı olduğu göz önüne alındığında bunun çarpıcı bir sonuç olduğu ortaya çıkmıştır (Mungo, vd., 2023: 1-18).

Eydemir ve Boran (2022) yaptıkları çalışmada, son yıllarda ülkemizde en önemli yağ bitkisi olan ayçiçeği üretiminin az olduğunu, tüketiminin ise çok olduğundan dolayı gerekli ihtiyacın karşılanması için ithal edildiğini vurgulamışlardır. Ancak ayçiçeği ithalatında dünyada çıkan salgın hastalıklar, savaşlar ve doğal afetlerden dolayı zorlukların yaşandığını belirtmişlerdir. Özellikle yağ gereksiniminin cevaplanması hususunda ayçiçeğine olan ihtiyacın sürekli karşılanması için ayçiçeği üretim miktarının doğru şekilde tahmin edilmesiyle uygun miktarlarda ithal edilebileceğini açıklamışlardır. Çalışmada ayçiçeği üretim miktarını tahmin etmek için anfis yönteminden faydalanılmıştır. Anfis modelinin öğrenme yeteneğini yükseltmek için k-ortalamalar algoritmasıyla girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyon sayıları oluşturulmuştur. Anfis modelinde ekilen alan, nem, sıcaklık, güneşlenme süresi ve yağış miktarı gibi kriterlere göre ayçiçeği üretim miktarının tahmini yapılmıştır. Bu model Edirne çevresinde uygulanmış ve 0,003243778 hata (MSE) ile tahmin yapılmıştır. Bu şekilde anfis modeli kullanılarak girdilerin değişen miktarına göre gelecek yıllar için üretim miktarı tahmin edilecektir (Eydemir ve Boran, 2022: 46-55).

Sarfraz vd. (2022) yaptıkları çalışmada, tedarikçilerin değerlendirilmesinin rekabet gücü, müşteri memnuniyeti ve kârlılığın artırılması için önemli olduğuna değinmişlerdir. Yaptıkları çalışmadan petrol ve gaz şirketlerinin faydalanabileceğini, bu çalışmayı baz alarak tedarikçilerini değerlendirebileceklerini ve gelecekteki işbirlikleri için potansiyel yolu belirlemede kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Çalışmada petrol ve gaz endüstrisi için matlab toolbox bulanık çıkarım sistemi kullanılarak geleceğe yönelik

bir işbirliği yol haritası geliştirilmiştir. Modelin sonuçlarına dayalı olarak belirli tedarikçilerle gelecekte işbirliği yapılmasını önermişlerdir. Bu kapsamda önerilen gelecekteki işbirliği stratejisi, beklentileri büyük ölçüde karşılamıştır. Bulanık çıkarım sistemi sonuçları, işbirliği için en uygun tedarikçilerin seçilmesine yardımcı olurken daha zayıf tedarikçilerin performanslarını iyileştirmeleri için de bir yol haritası sağlamıştır (Sarfraz, vd., 2022: 1-3).

Aggarwal vd. (2022) yaptıkları çalışmada, önceden diyabeti olan bireylerin, kan şekeri seviyelerindeki değişiklikler ve diyabet komplikasyonları nedeniyle Covid-19'a karşı savunmasız göründüklerini açıklamışlardır. Çalışmalarında, diyabetik hastalarda Covid-19'un çoklu ölüm oranı göz önüne alarak bulanık çıkarım sistemi ve makine öğrenimi yaklaşımlarını kullanıp, diyabetik hastalar için bir Covid-19 risk tahmin modeli önermişlerdir. Yaptıkları bu çalışmayla, zamanında harekete geçmek ve diyabetik hastalarda Covid-19'un çok katlı ölüm oranının üstesinden gelmek için bir tıp doktorunun tavsiyesi olmadan Covid-19 risk düzeyini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Önerilen model, diyabetik hastalarda en etkili semptomlar olarak bulunan sekiz girdi parametresini almaktadır. Çeşitli son teknoloji makine öğrenimi tekniklerinin yardımıyla, kural tabanı üzerinde on beş model oluşturulmuştur. CatBoost sınıflandırıcısı en iyi doğruluk, geri çağırma, kesinlik, F1 puanı ve kappa puanını vermektedir. Hiper parametre optimizasyonundan sonra, CatBoost sınıflandırıcı %76 doğruluk ve geri çağırma, hassasiyet, F1 puanı ve kappa puanında iyileşmeler göstermiş, bunu %75,1 ve %74,7 doğrulukla lojistik regresyon ve XGBoost izlemiştir. Modelde tabakalı k-kat çapraz doğrulama kullanılmıştır (Aggarwal, vd., 2022: 1-2)

Aboutorab vd. (2022) yaptıkları çalışmada, tedarik zinciri operasyonlarındaki aksama risklerinin tanımlanması için takviyeli öğrenme tabanlı bir öneri modeli geliştirmişlerdir. Literatür incelendiğinde açık döngü tedarik zincirinde böyle bir yaklaşım geliştirme girişiminde bulunulmamıştır. Bu çalışmayla tedarik zinciri kesinti risklerinin proaktif risk tanımlaması ve güçlendirme öğrenimi tabanlı bir yaklaşım geliştirilerek bu boşluk doldurulmuştur. Risk yöneticilerine, operasyonlarındaki aksama riski olaylarının proaktif olarak tanımlanmasında yardımcı olan takviyeli öğrenme tabanlı bir yaklaşım önerilmiştir. Takviyeli makine öğrenmesi yönteminin doğruluğu, risk yöneticileri tarafından aksama riski olaylarını belirlemek için üstlenilen manuel yaklaşıma göre gösterilmiştir. Yapılan çalışma tedarik zinciri operasyonlarının etkinliğini

kolaylaştırmak için yapay zekâ yöntemlerini kullanarak risk tanımlamada bu yaklaşımın etkinliğini göstermektedir. Önerilen yaklaşımın uygulanabilirliği yalnızca aksama riskleri veya tedarik zincirleri alanı ile sınırlı değildir, aynı zamanda hisse senedi fiyatlarını etkileyebilecek ilgili olayları belirlemek için borsa gibi alanlarda da uygulanabilmektedir (Aboutorab, vd., 2022: 110-111).

Job vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemlerinin tarım sektöründe kullanılmasının sektöre kattığı faydaları inceleyerek gelecekte makine öğrenme yöntemleriyle yapılacak çalışmaların tarım sektörüne getireceği kazanımlardan bahsetmişlerdir. Çalışmada makine öğrenmesi tabanlı sistemlerin zamanla bulgulara dayalı olarak daha iyi kararlar sağlayabilen gerçek zamanlı sistemlere dönüştüğünü belirtmişlerdir. Gelecekte makine öğrenmesi modellerinin kullanımının daha da yaygınlaşarak entegre ve uygulanabilir araçlara olanak sağlayacağını belirtmişlerdir. Halihazırda tarım tedarik zincirinde çeşitli yaklaşım ve çözümlerin karar verme süreciyle bağlantılı olmadığını, makine öğrenmesi teknolojisinin kullanılmasıyla bu sürecin otomatikleştirilebileceğini, tarım endüstrisi için gerçek zamanlı veri analizi ve karar desteği sağlayacağını açıklamışlardır. Tarımı daha verimli hâle getirebilecek çeşitli teknolojik çözümlere rağmen yüksek enerji girdilerine ve kaliteli gıdaya olan ihtiyacın devam ettiğinden bahsetmişlerdir. Robotik ve otonom sistemlerin küresel endüstrileri dönüştürmeye hazırladığını, tarım endüstrisinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknolojisi aracılığıyla tarımsal gıda gibi düşük üretkenliğe dayanan sektörlerin faydalanacağını belirtmişlerdir (Job, vd., 2022: 66-68).

Osman ve Shehadeh (2022) yapmış oldukları çalışmada, ülkeler arası boru hatlarının ham petrol ve gazın taşınmasında en verimli ve uygun yol olduğunu açıklamışlardır. Bu boru hatları risk değerlendirilmesinin, bulanık çıkarım sistemleri gibi hesaplamalı teknolojilerin gelişimine rağmen zor olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle tipik Takagi-Sugeno bulanık modelinde, hesaplama karmaşıklığının sistem değişkenlerinin boyutlarıyla birlikte arttığını açıklamışlardır. Tipik olarak sistem değişkenlerinin sayısının artması, kuralların sayısını da katlanarak artıracığından dolayı boru hattı risk değerlendirmeleri için kuralları tamamen belirlemenin mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışma, gerçek dünya koşullarının belirsizliğini ele almak için çıkarımsal kümeleme bulanık mantığıyla bütünleştirilmiş endeksleme hattı risk değerlendirme yaklaşımının önemini önermektedir. Varsayımsal veriler, ardışık düzen

risk değerlendirmesi indeksleme yönteminin temel kurallarını ve puanlarını kullanarak çıkarımlı kümeleme bulanık modelini kurmak için kullanılmaktadır. Önerilen yaklaşımı göstermek için Mısır'daki ülkeler arası bir ham petrol boru hattı örnek olay çalışması olarak kullanılmıştır (Osman ve Shehadeh, 2022: 1-2)

Bhardwaj vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada, yapay veriler üreterek şarap kalitesini tahmin etmek ve bu yapay verilerle Yeni Zelanda'daki farklı bölgelerden toplanan mevcut deneysel verilere dayalı bir makine öğrenme modeli oluşturmayı amaçlamışlardır. Mevcut alışma Yeni Zelanda'nın özel şaraplarının kalitesini tahmin etmek için makine öğrenmesi analizinden önce yapay veri üretiminin özellik seçimi kullanımı hakkında bulgular sunmuştur. Karar ağaçları ve adaboost modeliyle şarap kalitesini doğruluk, kesinlik, geri ağırma, F1 puanları, roc-auc puanına dayalı olarak değerlendirdikten sonra şarap kalitesini tahmin etmek için makine öğrenmesi sınıflandırıcıları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre adaboost modeli, özellik seçimi olmadan temel değişkenlerle şarap kalitesini daha yüksek doğrulukla tahmin etmiştir (Bhardwaj, vd., 2022: 1-2).

Zhang (2022) yaptığı çalışmada, bulanık küme teorisini destek vektör makinelerine dahil edilmiştir. Dinamik sistemlerin yeniden yapılandırma teorisine uygun olarak, destek vektör makinelerinin doğrusal olmayan eşleme kabiliyeti ve bulanık mantığın önceki sistem bilgisini bulanık kurallarla birleştirmeyi kolaylaştıran özelliğini kullanarak kurumsal tedarik zinciri risk değerlendirmesi için bir bulanık model önermiştir. Elde edilen sonuçlar, tahmin modelinin sadece bulanık kurallar oluşturmak için öğrenme verilerinden otomatik olarak bilgi edinmekle kalmayıp, aynı zamanda kurumsal tedarik zinciri risklerinin içsel kurallarını temsil edebilen destek vektörlerini çıkarabildiğini, destek vektörlerinin sayısını önemli ölçüde azaltabildiğini ve doğru bir şekilde tahmin edebildiğini göstermiştir. Bu sayede gelecekteki riskler doğru bir şekilde tahmin edilebilir sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmayla beraber bulanık modele dayalı destek vektör makinesinin kurumsal tedarik zinciri riskini analiz etmek için etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (Zhang, 2022: 1-7).

Mogale vd. (2022) yaptıkları çalışmada, fiyata duyarlı talep, tüketiciler teşvikleri ve farklı ürün kalite seviyeleri ile birlikte çok kademeli tedarik zincirinin doğal karmaşıklığını baz alıp, sürdürülebilir kapalı döngü tedarik zinciri ağ problemi için çok amaçlı bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Önerilen model üretim, dağıtım, nakliye

ve yok etme faaliyetlerinin toplam maliyetini ve karbon emisyonlarını optimize etmeyi amaçlamıştır. Kapalı döngü tedarik zincirindeki maliyetler ve karbon emisyonları arasındaki değiş tokuşu belirlemek için baskın olmayan sıralama genetik algoritması ve co-kriging yaklaşımının entegrasyonu yoluyla iki aşamalı bir algoritma kullanmışlardır. Geliştirilen modeli analiz etmek ve yorumlamak için Avrupa’da faaliyetlerini sürdüren beyaz eşya işletmesinden toplanan veriler kullanılmıştır. Sonuçlar önerilen iki aşamalı yaklaşımın sağlam çıktılar verdiğini ve hesaplama açısından epsilon kısıtlama yaklaşımından daha ucuz olduğunu göstermiştir. Çalışma teşvik fiyatlandırmasının, tersine lojistik ağındaki iade edilen mallar üzerindeki olumlu etkilerini kanıtlamış ve tedarik zinciri yöneticilerinin bilinçli kararlar vermesi için çoklu çözümler sunmuştur (Mogale, vd., 2022: 1-2).

Jin vd. (2022) yaptıkları çalışmada, biyoenerji üretimini etkileyen parametreleri araştırmaya ve optimize etmeye çalışmışlardır. Yapay zekânın biyoenerji üretim çalışmalarında uygulanması, karmaşık sistemler için girdiler ve çıktılar arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri yorumlayabilmesi nedeniyle giderek daha önemli hale geldiğini belirtmişlerdir. Burada ilgili literatür çalışması yapıldıktan sonra simülasyon için çok katman algılayıcı, yapay sinir ağı, gauss süreç regresyon ve k-en yakın komşu, modelleri seçilmiş ve yağ asidi metil ester üretiminin etkinliğinin tahmini yapılmıştır. Yapay sinir ağları modeli hata açısından süreç etkinliği tahmininde daha iyi bir model olmasına rağmen farklı katkıları nedeniyle her üç algoritmanın da yüksek doğruluğa sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Jin, vd., 2022: 13979-13980).

Turan vd. (2022) yaptıkları çalışmada, Covid-19’un doğrulanan verilerini kullanıp yapay zeka yöntemleri ile tahminlerde bulunarak gelecekteki planların gelişmesine yardımcı olmaya çalışmışlardır. Çalışmada, Türkiye Sağlık Bakanlığı Covid-19 bilgilendirme sayfasındaki veriler kullanılıp, anfis ve yapay sinir ağları kullanılarak tahmin modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller farklı istatistiksel performans değerlendirme kriterleri kullanılıp karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeden elde edilen bilgilere göre anfis modeli 0.0247 ortalama mutlak hata (mae) değeri, 0.0012 ortalama kare hata (mse) değeri, 0.0351 kök ortalama kare hata (rmse) değeri ve 0.9847 regresyon katsayısı R^2 sonucu ile en iyi model olduğunu göstermiştir. Ayrıca anfisle hazırlanan modelin gelecek beş günlük vefat sayılarını % 96 doğruluk oranıyla tahmin ettiği tespit edilmiştir (Turan, vd., 2022: 97-105).

Erdem (2022) yapmış olduğu çalışmada, şeker üretim sürecini birçok değişkenin etkileşim içinde olduğu karmaşık bir süreç olarak değerlendirmiştir. Bilgisayar tabanlı modelleme teknikleriyle karmaşık süreçlerin maliyet ve zaman gereksinimlerinin azaltılabileceğini ve sağlanan ürün kalitesiyle ilgili gerekli aksiyonların alınabileceğini belirtmiştir. Çalışmada kristalizasyon aşaması için şeker üretiminde kalite kontrol kriterlerinden biri olan çözelti rengi, yapay sinir ağı, çoklu doğrusal regresyon ve anfis ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Üretim verileri (briks, saflık, pol, ph, kül, renk ve vakum sıcaklığı) Ankara Şeker Fabrikası Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yapılan duyarlılık analiziyle kül, renk ve vakum sıcaklığının tahmin edilen çıktı üzerinde en güçlü parametreler olduğu belirlenerek model girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Model performans kriteri olarak R ve MSE değerlerinden faydalanılmıştır. Anfis (R=0.99), çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağına göre daha iyi tahmin performansı göstermiştir (Erdem, 2022: 987-992).

Liu (2021), imalat işletmelerinin dijital dönüşümdeki risk faktörlerini belirleyerek değerlendirme indeksi sisteminde derlemiştir. Anket verilerine dayalı olarak dijital dönüşümün temel risk faktörlerini çıkarmak için yapay zekâ yöntemlerinden faydalanarak risk tahmin modelini geliştirmiştir. Çin üretim tedarik zincirinin dijital dönüşüm başarı oranını artırmak için teknoloji, organizasyon ve çevre teorisine dayanan dijital tedarik zincirinin yeni özelliklerine odaklanarak dijital tedarik zincirinin teorik araştırma durumunu birleştirmeyi amaçlamıştır. Dijital tedarik zinciri için risk şemasını belirledikten sonra ampirik verilerden yararlanarak üretim tedarik zincirindeki dijital dönüşüm risklerini tahmin etmek için geri yayımlı yapay sinir ağını (GYSA) kullanmıştır. GYSA'nı risk tahmin modelini eğitmek ve geliştirmek için kullanmıştır. Araştırma sonuçları dijital dönüşüm risklerinin etkin yönetimine büyük katkı sağlamıştır. Simülasyon sonuçları, önerilen GYSA tahmin modelinin çok faydalı ve risk bileşiminin makul seviyede olduğunu, üç temel bileşen arasında zayıf strateji tutarlılığının ise en önemli faktör olduğunu göstermiştir. Bu faktörün yalnızca dijital tedarik zincirinin istikrarını bozmakla kalmadığını aynı zamanda çalışma ortamını da etkilediğini ve işletmelerin risk yönetim yeteneğini zayıflatıldığını belirtmiştir. Takip araştırmasıyla tahmin modelini daha da geliştirmiştir. Örneklerin boyutu, çeşitliliği ve kalitesini artırıp, değerlendirme endeks sistemini daha fazla testle doğrulayarak gerçek dünya senaryolarına uygulanabilirliğini artırmak için çalışmalar yapmıştır (Liu, 2021: 775-784).

Kosasih ve Brintrup (2021) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri yöneticilerinin yapay sinir ağları aracılığıyla endüstri konuları üzerine yorumlanabilirliğini geliştirmek için matematiksel bir yaklaşım önermişlerdir. Tedarik zinciri problemlerinin bir tahmin modelinde nasıl formüle edileceğini ve yapay sinir ağları aracılığıyla bu durumu çözmek için nasıl çalışmaları gerektiğini açıklamışlardır. Tahmini problem üzerindeki çalışma, tedarik zinciri problemlerinin nasıl iyileştirebileceğini hedeflemiştir. Uygulayıcı bakış açısıyla çalışma senaryo planlanarak yüksek riskli bağımlılıkların tespit edildiği ve çoklu kaynak kullanımı, envanter oluşturma, artan kaynak fazlalığı, yeniden yapılandırma veya hızlandırma gibi stratejiler yoluyla hafifletilen tedarik ağı yeniden tasarım çabalarını desteklemiştir. Bir sonraki strateji seçiminin geniş bir tedarik zinciri esnekliğine katkı sağlayacağını belirtmişlerdir (Kosasih ve Brintrup, 2021: 1-2).

Wu vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada, işletme düzeyinde tedarikçi müşteri bağlantılarını ve kurumsal kredi derecelendirme verilerini kullanmışlardır. Bu kapsamda hangi tedarik zinciri özelliklerinin kredi derecelendirmelerinin tahmin doğruluğunu önemli ölçüde iyileştirip iyileştirmediğini incelemek için gradyan destekli karar ağaçlarına sahip bir makine öğrenmesi çerçevesi geliştirmek istemişlerdir. Sadece tedarik zinciri faktörlerini kullanarak küçük, orta ölçekli işletmelerin ve kamu mali bilgilerine sahip olmayan özel işletmelerin kredi risklerini tahmin etmek için uygulanabilecek yüksek doğruluk düzeyine sahip bir odak kredi derecelendirme tahmin modeli geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada bir işletmenin kredi notunu tahmin etmek için makine öğrenmesi yöntemleri uygulanmış ve tedarik zinciri özellikleri birleştirilmiştir. Tedarik zinciri faktörlerinin odak bir işletmenin kredi notunun tahmin doğruluğunu iyileştirmeye yardımcı olduğu gösterilmiştir. Sadece odak faktörler kullanılarak kıyaslama modelinden yaklaşık %5 daha yüksek bir doğruluk oranı sağlanmıştır. Bu tür bir gelişme, eşleştirilmiş t-testi ile istatistiksel olarak anlamlı gösterilmiştir. Alternatif makine öğrenmesi modelleri, özellik seçme yöntemleri ve farklı kredi notu kullanılarak sonuçların güvenilirliği kanıtlanmıştır. Ayrıca birincil yöntemin tüm bu alternatifler arasında en iyi doğruluğu sağladığı görülmüştür (Wu, vd., 2021: 1613-1616).

Pournader vd.(2021) yaptıkları çalışmada, endüstri 4.0, yapay zekâ ve veri bilimindeki gelişmelerin tedarik zincirindeki belirsizlik ve risklerle mücadele adına yeni ufuklar açacağını belirtmiştir. Bu kapsamda yapay zekâ yöntemlerinin tedarik zinciri risk

yönetimi problemleri üzerinde güçlü çözümler sunduğunu açıklamışlardır. Araştırmalarında 1998 ile 2020 yılları arasında yayınlanmış 150 dergi makalesini incelemişlerdir. Bu makale havuzunda ortak atıf analizi, bu araştırma alanını oluşturan bilgi kümelerinin anlaşılmasını sağlamıştır. Yapılan bibliyometrik ve ortak alıntı analizlerini yürütmek için bir ölçek olarak kullandıkları yapay zekâ taksonomisini geliştirmişlerdir. Önerilen taksonomi, algılama ve etkileşim, öğrenme, karar verme olmak üzere üç araştırma kategorisinden oluşmaktadır. Bu kategoriler toplu olarak tedarik zinciri yönetiminde yapay zekâ yöntemlerinin uygulanmasına ilişkin araştırmalar için temel oluşturmuştur. Tedarik zinciri yönetimindeki yapay zekâ uygulamalarına ilişkin gelecekteki araştırmalar için bir yol haritası sunulmuştur (Pournader, vd., 2021: 1-16).

Olan vd. (2021) yaptıkları çalışmada, yapay zekâ yöntemlerini kullanarak tedarik ağlarında ve operasyonlarda potansiyel risklerin nerede olduğunu tahmin eden algoritmalar ve analitik araçlar geliştirmenin finansal riskleri azalttığını belirtmişlerdir. Tedarik zinciri ağlarındaki yapay zekâ teorisini ve gıda, içecek endüstrisi için alternatif tedarik zinciri finansmanını araştırmışlardır. Çalışma, literatür aracılığıyla belirlenen teorik katkılara dayanan yeni bir kavramsal çerçeve önermekle beraber bir meta-çerçeveye doğru daha da geliştirilmiştir. Veri analizi için set-teorik karşılaştırmalı yaklaşım araştırılmış, araştırmanın sonucunda yapay zekâ teknolojilerinin yönlendirdiği tedarik zinciri ağlarının olası katkıları, gıda ve içecek tedarik zinciri için sürdürülebilir bir finansman akışını sağlamıştır (Olan, vd., 2021: 1-16).

Ahat (2021) yaptığı çalışmada, verimli ve etkin bir model geliştirmek için işletme açısından en etkin sürdürülebilirlik kriterlerini belirlemek adına anfis yöntemiyle girdi seçimi yapmıştır. Anfis yöntemiyle belirlenen en etkin sürdürülebilirlik kriterleri; sosyal sorumluluk, maliyet, atık yönetimi ve teslim süresi olarak tespit edilmiştir. Anfis ve yapay sinir ağı yöntemleriyle sürdürülebilir tedarikçi performans tahmini hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen anfis modeli ve yapay sinir ağı modeliyle gerçekleştirilen tahmin performanslarını kıyaslamak için çoklu regresyon analizi modeli kullanılmıştır. Ortalama ve standart hata değerleri değerlendirildikten sonra, tespit edilen performans parametreleri olan r^2 , mse, rmse, mae, mape regresyon indekslerinden wia değerleri hesaplanarak; geliştirilen modeller kıyaslanmıştır. Performans tahmininde en başarılı model anfis modeli olarak tespit edilmiştir. Daha sonra anfis modeline göre sürdürülebilir tedarikçi seçimi yapılarak firma için en uygun tedarikçi seçilmiştir (Ahat, 2021: 5).

Ahmadi vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada, sinir ağı biçiminde bulanık mantık ve dalgacık dönüşümüne dayalı yeni bir sınıflandırıcı sunmuşlardır. Bu sınıflandırıcı, etiketlere veya sınıflara karşılık gelen sayısal özelliği tahmin etmek için bir katman içermektedir. Sunulan sınıflandırıcı beyin tümörü teşhisinde uygulanmıştır. Özellik çıkarımı için dört gauss fonksiyonlu bir fraktal model kullanılmıştır. Sınıflandırma 2000 mri görüntüsü üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, dt, knn, lda, nb, mlp ve svmnin doğruluğu sırasıyla %93.5, %87.6, %61.5, %57.5, %68.5 ve %43.6'dır. Sonuçlara göre, sunulan fwnnnet, fraktal özellik çıkarma yöntemi ve mri görüntülerine dayalı beyin tümörü teşhisi ile %100'lük en yüksek doğruluğu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, beyin tümörü teşhisi için en iyi sınıflandırıcı fwnnnet mimarisidir. Bununla birlikte, ikinci ve üçüncü yüksek performanslı sınıflandırıcılar sırasıyla dt ve knndir. Ayrıca, sunulan fwnnnet yöntemi beyin tümörlerinin segmentasyonu için uygulanmıştır. Bu makalede, fwnnnet katmanına dayalı yeni bir denetimli bölütleme yöntemi sunulmuştur. Eğitim sürecinde, gradyan iniş algoritmasını optimize etmek için bir pso algoritması kullanılmıştır. Bu amaçla, beyin tümörünü bölütlemek için 80 mri görüntüsü kullanılmıştır. Roc eğrisinin sonuçlarına dayanarak, sunulan katmanın beyin tümörünü yüksek bir doğru-pozitif oranıyla bölütleyebileceği tahmin edilmiştir (Ahmadi, vd., 2021: 1-13).

Gao vd. (2021) yaptıkları çalışmada; işletmelerdeki zayıf iletişimin, güncel olmayan bilginin ve dengesiz arz talebin tedarik zincirine olan olumsuz etkisini azaltmak için geleneksel tedarik zinciri ile modern tedarik zincirini karşılaştırmışlardır. Üç algoritma ve üç emtia tahmin modeli karşılaştırıldıktan sonra tedarik zinciri verilerini kullanarak tahmin etkisini ve algoritma performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için ağ nöral emtia talep tahmin yöntemi ve parçacık sürü optimizasyonu algoritmasını birleştiren bir model geliştirmişlerdir. Bu model işletmeler için optimal sonuçlar vermiştir. Bu modelin uyumu, tahmin doğruluğu ve kararlılığı, otoregresif entegre hareketli ortalama model ve çok katmanlı algılayıcı uzun kısa süreli bellek modelinden daha iyi olduğunu göstermiştir. Stokastik gereksinimlerin belirlenmesi ile ilgili olarak, geliştirilmiş parçacık sürü optimizasyon algoritmasının performansı geliştirilmeden önceki parçacık sürü optimizasyon algoritmasından ve yapay arı kolonisi algoritmasından önemli ölçüde daha güçlü olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada oluşturulan tedarik zinciri ağ modeli, işletmelere iyi bir emtia talep tahmin yöntemi

sağlamaktadır. Aynı zamanda bu model tedarik zincirindeki risklere yanıt verme yeteneklerini geliştirmektedir (Gao, vd., 2021: 1-2).

Belhadi vd. (2021) yaptıkları çalışmada, çeşitli sektörlerde faaliyetlerini sürdüren 479 imalat işletmesinin tedarik zincirlerini inceleyerek bulanık mantık, makine öğrenmesi, büyük veri ve aracı tabanlı sistemler gibi yapay zekâ yöntemlerinin tedarik zinciri esneklik stratejilerini geliştirmek için en umut verici yöntemler olduğunu açıklamışlardır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda tedarik zinciri esnekliğini oluşturmak için güçlü yapay zekâ yöntemlerini uygulamak adına bir karar verme çerçevesinin eksik olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumun araştırma ve uygulamadaki ilerlemeleri engelleyeceğini açıklamışlardır. Yaptıkları çalışmada yapay zekâdaki kalıpları tanımlamak için bulanık sistemler, dalgacık sinir ağları ve ortalama çözümden mesafeye dayalı değerlendirme gibi yapay zekâ tabanlı algoritmalar tarafından desteklenen entegre bir çok kriterli karar verme tekniğini önermişlerdir. Çalışma bulguları tedarik zinciri esnekliğini oluşturmak için yapay zekâ kullanımında uygulayıcılara rehberlik edecek entegre bir karar verme çerçevesi sağlamış ve karar vericileri desteklemiştir (Belhadi, vd., 2021: 1-21).

Jin vd. (2021) yaptıkları çalışmada, pirincin kadmiyum üzerinde güçlü bir emme etkisine sahip olduğunu ve aşırı kadmiyum içeriğine sahip pirinç ürünlerinin önemli halk sağlığı vakalarına neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu tehlikeleri azaltmak ve karşı önlemlerin formüle edilebilmesi için pirinç tedarik zincirindeki kadmiyum tehlikelerinin gelişme eğilimini tahmin etmenin oldukça önemli olduğuna değinmişlerdir. Çalışmalarında düzenlileştirme yöntemine dayalı olarak pirinç tedarik zincirindeki kadmiyum tehlikeleri için derin bir tahmin modeli önermişlerdir. Tasarlanan modelde hiperparametrelerinin optimizasyonu ve tahmin performansını geliştirmek için bir bayes optimizasyon yaklaşımını kullanmışlardır. Sonuç olarak pirinç tedarik zincirindeki kadmiyum tehlikelerinin tahmini için erken uyarı sistemi oluşturulmuştur. Önerilen model, pirinç tedarik zincirindeki gerçek kadmiyum tehlikeleri veri setinde iyi performans göstermiş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir (Jin, vd., 2021: 196-197).

Zangaro vd. (2020) yaptıkları çalışmada, üretimde hat besleme problemine değinmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalardaki modellerde teslimat maliyetlerinin en aza indirilmesi için kolayca anlaşılır parametreler bulunmadığını belirtmişlerdir. Eğitim amacıyla karma tamsayılı programlama modeliyle çözülen problemlere dayalı bir karar

ağacını denetimli bir şekilde geliştirmek için sınıflandırma ve regresyon ağacı algoritmasını kullanmışlardır. Bileşenlerin seçilen özniteliklerine ve üretim ortamına dayalı olarak karar ağacı her bileşen için bir hat besleme modu önermiştir. Yapay olarak belirlenmiş bir eğitim ve değerlendirme veri seti için sınıflandırma ağacının hat besleme modu ortalama %78,49'luk bir sınıflandırma doğruluğu ile tahmin edilmiştir. Karar ağacı uygulandıktan ve her bileşen için hat besleme modu seçildikten sonra mümkün olmayan bir çözüm ortaya çıkabileceğini ve bu sorunu optimum çözümden %0,38'lik ortalama maliyet sapması ile çözen bir yaklaşımı geliştirmişlerdir (Zangaro, vd., 2020: 1-3).

Pandya vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada, yaşlı insanlar için üretilen giyilebilir düşme uyarı cihazlarını araştırmışlardır. Bu cihazların çoğunun yerel veri işlemeye bağımlı olduğunu ve giyilebilir sensörlerde bulanıklık yoluyla düşme tespitine odaklanan gerçek zamanlı bir düşüşü etkili bir şekilde izlemek için çeşitli algoritmalar kullanıldığını belirtmişlerdir. Herhangi bir kazayı önlemek için insan hareketi verileri aracılığıyla makine öğrenimi tekniklerini kullanarak bir düşüşü tespit etmek için çeşitli yaklaşımlar kullanmışlardır. Bulanık mantık web hizmetleri için, giyilebilir ivme ölçer ve jiroskop sensörleri kullanılarak analiz yapılmış, makine öğrenimi tekniklerinde knn, karar ağacı, rastgele orman ve aşırı gradyan artışı düşme ve düşmeme arasındaki farkı ayırt etmek için kullanılmıştır. Bu çalışmada, bulanık mantık web servisleri ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak gerçek zamanlı düşme tespitinin karşılaştırmalı bir analizi yapılmış ve gerçek zamanlı düşme tespiti için hangisinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, önerilen hizmet olarak bulanıklığın gerçek zamanlı bir ortamda düşme ve düşmeme olaylarını sırasıyla % 90, % 88,89 ve % 91,67 doğruluk, duyarlılık ve özgüllük ile kolayca ayırt edebildiğini, makine öğrenmesinin rastgele orman algoritmasının ise sırasıyla % 99,19, % 98,53 ve %99,63'e ulaştığını göstermektedir (Pandya, vd., 2020: 1-2).

Feizabadi (2020) yapmış olduğu çalışmada, hem zaman serilerini hem de önde gelen dışsal göstergeleri kullanan hibrit makine öğrenme tabanlı bir yöntem geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu yeni yöntem geliştirme, ürün talebini tahmin etmek için yapay zekâ kullanımına ilişkin mevcut araştırmaları ilerletmiştir. Bu çalışmayla makine öğrenmesi tabanlı talep tahmin modellerinin benimsenmesi gerektiğini kanıtlamayı da amaçlamıştır. Bunlar hem tedarik zinciri bilginlerini hem de uygulayıcıları için makine öğrenme yöntemlerini araştırmaya ve kullanmaya teşvik etmek için önemli bulgulardır. Aşırı

varyansa karşı makine öğrenmesi yöntemi ve ön yargıya karşı istatistiksel yöntemler, sorunu önlemek için analizde birleştirilmiştir. Kurulan modellerle bir çelik imalat işletmesinin geçmiş verilerinden elde edilen gelişmiş tahmin yöntemleri ve panel verileri kullanılmıştır. Talep tahminine katkıda bulunan, geçmiş verilerin ilişki örgüsünü yakalayabilen tahmin yöntemleri geleneksel zaman serilerinden daha iyi performans göstermiştir (Feizabadi, 2020: 1-3).

Malviya vd. (2020) yaptıkları çalışmada, çeşitli konumlardaki trafo talebini tahmin etmeyi, hava mesafeleri ve optimize edilmiş bakış açısına göre tahsis merkezinin konumunu optimize etmeyi amaçlamışlardır. Veri kümesine dayalı tahminde bulunmak için regresyon, rastgele ağaç, lojistik regresyon, chaid, otomatik sayısal sınıflandırıcı modelleri dahil olmak üzere çeşitli makine öğrenme modellerini deneyerek doğrusal korelasyon, standart sapma ve ortalama mutlak sapmayı dikkate alarak optimum sonuçlar bulmaya çalışmışlardır. Regresyon, otonümerik ve rastgele ağaçlar, yüksek doğrusal korelasyon değerleri (0.9'un üzerinde) bildirirken chaid modelinden elde edilen sonuçların karşılaştırılabilir olmadığı belirlenmiştir. Diğer sonuçların da benzer bir yol izlediği görülmüştür. Ortalama mutlak sapma ve standart sapma değerlerinin düşük olduğu ve sonuçların güvenilir olduğu görülmüştür. Çalışmada bulguların gerçek dünyaya uygulanabilirliğini kanıtlamak için değiştirilmesi gereken bazı basitleştirici varsayımlar yapılmıştır. Örneğin hava mesafesinin, maliyeti etkileyen faktörlerden sadece biri olduğunu ve maliyetin kapsamlı bir resmini sunmadığını belirtmişlerdir (Malviya, vd., 2020: 1-2).

Weingarten ve Spinler (2020) yaptıkları çalışmada, online perakendecilerin geleneksel fiziksel mağazalara kıyasla teslimat sürelerinin dezavantajıyla hâlâ mücadele ettiklerine değinmişlerdir. Büyük veri analitiğinin kullanılmaya başlanmasıyla online perakendecilerin internet sitelerinde topladıkları veri hacminden anlamlı bilgiler çıkarmasının mümkün hale geldiğini ve bu verilerin müşteriler için teslimat sürelerini optimize etmek adına nasıl kullanılabileceğini araştırarak sınırlı araştırmanın olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında ürünlerin önceden gönderilmesi amacıyla müşterilerin online satın alımlarını tahmin eden ve akabinde teslimat sürelerini en aza indiren ileriye dönük gönderim için bir tahmin modeli geliştirmişlerdir. Online satın alımları tahmin etmenin mümkün olup olmadığını ve ne kadar erken mümkün olduğunu test etmek için k-means kümeleme ile birlikte farklı tahmin yöntemleri uygulamışlardır. Elde edilen

sonuçlar, müşteri satın almalarının bir dereceye kadar öngörülebilir olduğunu ancak yanlış gönderilen ürünler nedeniyle ileriye dönük gönderimin yüksek bir maliyete sahip olduğunu göstermiştir. Önerilen tahmin modelinin kolayca uygulanabilir olduğunu ve tahmini gönderimin yanı sıra diğer uygulama alanları için de kullanabileceğini açıklamışlardır (Weingarten ve Spinler, 2020: 1288-1289).

Agrawal ve Kant (2020) yaptıkları çalışmada, farklı kriterler kullanarak bulanık ahp tekniğiyle tedarikçi seçimi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada diğer çok kriterli karar vermek teknikleriyle beraber tedarikçi seçimi problemlerinin rahatlıkla çözüme kavuşturulacağı üzerinde durulmuştur. Çalışmada çelişen kriterlerin varlığında tedarikçi seçimi için bulanık ahp kullanılmıştır. Çalışmada kesin değerler kullanılsa da her zaman bir belirsizlik olacağı için bu belirsizlikten kaçınmak adına dilsel değişkenler kullanılmıştır. Dematel ve bulanık ahp entegre modeli sunulmuştur. Dematelden elde edilen ağırlıklar, tedarikçilerin bulanık ahp ile sıralamasını hesaplamak için kullanılmıştır. Bulanık ahp ile sağlanan sıralamalar doğrulama amacıyla bulanık topsis üzerinden hesaplanan sıralamalar ile karşılaştırılmıştır (Agrawal ve Kant, 2020: 119).

Arslan (2020) yaptığı çalışmada, Keban Baraj Gölü'ne ait 2013 – 2014 yılları arasındaki günlük su seviyesi ölçüm değerleri ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan enerji gayesi, günlük toplam su sarfiyatı ve toplam buharlaşma miktarı değişkenlerini kullanarak bulanık mantık, destek vektör makineleri ve çoklu lineer regresyon yöntemleriyle günlük hazne seviyesi tahmini yapmayı hedeflemiştir. Modeller, ortalama karesel hataların karekökü, ortalama mutlak hata ve determinasyon katsayısı olmak üzere üç istatistiksel performans kriteri baz alınarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen bilgilere göre bulanık mantık, destek vektör makineleri modellerinin, baraj rezervuar seviyesini tahmin etmede başarılı olduğu belirlenmiştir (Arslan, 2020: 4).

Cespon vd. (2020) yaptıkları çalışmada, sürdürülebilir ters tedarik zincirinin yeniden tasarlanması için senaryo tabanlı bir optimizasyon modeli geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada yeniden tasarım problemi için önemli olan arz ve talep girdi parametrelerinin epistemik belirsizliği ve bunların tedarik zinciri performansıyla ilişkilerine özellikle odaklanmışlardır. İki adımlı optimizasyon modeli, bilgi eksikliği sonucu beklenen işletme maliyeti ile çevresel etkiyi tahmin etmede senaryo üretimi için bulanık çıkarım sistemi metodolojisiyle başlamaktadır. Daha sonra ilgili çözümler

kümesini elde etmek için çok amaçlı bir modeli çözen epsilon kısıtlama yönteminde oluşturulan senaryolar kullanılmıştır. İkinci optimizasyon modelini çözdükten sonra elde edilen yeniden tasarım çözümlerinin geçerliliğini, müşteri memnuniyeti yaklaşımını göz önünde bulundurarak analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar önerilen modelin plastik geri dönüşüm tedarik zincirini yeniden tasarlamak için senaryoların dahil edilmesini daha iyi desteklediğini göstermiştir (Cespon, vd., 2020: 1-2).

Nandy ve Singh (2020) yapmış oldukları çalışmada; veri zarflama analizinin tarım sektöründeki verimliliği değerlendirmek için geniş bir uygulama alanına sahip olduğunu belirtmiştir. Kesin girdi ve çıktı verileri ile verimlilik değerlerinin hesaplanabileceğini, bununla birlikte tarımsal üretimde kesinsizlik ve belirsizliğin verilerde farklılıklar oluşturacağını açıklamışlardır. Sonuç olarak çiftçilerden elde edilen verilerin değişkenlik göstereceğini belirterek, kesin olmayan verilerdeki bu durumun bulanık kümelerde temsil edildiğini açıklamışlardır. Çalışmada çiftlik verimliliğini etkileyen değişkenlerin daha iyi değerlendirilmesi ve tahmin edilmesi için bulanık veri zarflama analizi modelini bir doğrusal programlama problemine ve makine öğrenmesi algoritmalarına dönüştürmüşlerdir. Veri zarflama analizinin, iki aşamalı ortak bir yaklaşıma odaklandığını ve verimliliği etkileyen önemli faktörleri bulmak ve verimsizliği en aza indirmek için etkili değişkenleri belirlemenin önem taşıdığını açıklamışlardır. Çalışmada ilk olarak çeltik yetiştiricileri için bulanık veri zarflama analizi, verimlilik tahmini ve sıralaması için uygulanmıştır. İkinci olarak, destek vektör makinesi ve rastgele orman algoritması, verimlilik tahmininde önde gelen temel faktörleri belirlemek için kullanılmıştır. Önerilen çalışma 450 çeltik üreticisi ile gerçekleştirilmiştir. Genel veri zarflama analizi yaklaşımına kıyasla, bulanık veri zarflama analizi modeli etkinliği değerlendirilerek kullanıcıya performansı farklı olasılık düzeylerinde ölçme esnekliği sağlamıştır (Nandy ve Singh, 2020: 229-230).

Gonçalves vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada; iyi talep tahmininin birçok tedarik zincirine bağlı olan işletmelerin iş ve üretim planlama kararlarını kolaylaştıracağını belirtmişlerdir. Çalışmada talep değişkenliklerinin farklı göstergelerini kullanarak, üreticinin bağlı olduğu yerlerin talebini tahmin etmek için çok değişkenli bir yaklaşım sunmuşlardır. Otoregresif entegre hareketli ortalama modelini dışsal girdilerle (arimax) makine öğrenmesi modelleriyle karşılaştırmışlardır. Modeli gerçek bir vaka çalışmasında kullanarak üreticinin bağlı olduğu yerlerin yaşam döngüsü boyunca çok

değişkenli regresyon modelleriyle tahmin ve tedarik zinciri performansını ampirik olarak değerlendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar önerilen çok değişkenli yaklaşımın, geleneksel tek değişkenli yaklaşımlarla karşılaştırıldığında üstün tahmin ve envanter performansı sağladığını göstermiştir. Modelin tek bir aşama için değil, üreticinin bağlı olduğu yerlerin yaşam döngüsü boyunca geçerli olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle yaşam döngüsünün başlangıcındaki talep sinyallerinin arımax modeli tarafından daha iyi tahmin edildiğini ancak daha sonraki yaşam döngüsü aşamalarında makine öğrenmesi tabanlı modellerden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır (Gonçalves, vd., 2020: 2-39).

Gupta ve Saxena (2020) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zincirinin operasyonel yönlerinin doğru şekilde ele alındığı zaman kamçı etkisinin azalacağını belirtmişlerdir. Çalışmada operasyonel ve finansal değişkenlerin kamçı etkisi üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Bir tedarik zincirinde kamçı etkisine neden olan çeşitli operasyonel faktörlerin belirlenerek, bunların üretimdeki değişkenlik üzerinde olan etkilerinin üretici tarafından ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Hindistan ekonomisinin on farklı sektörünü kamçı etkisi temelinde belirleyerek analiz etmişlerdir. Üretimdeki değişimin talepteki değişime oranını kamçı etkisini ölçmek için bir ölçü olarak ele almışlardır. İlk olarak belirlenen değişkenlerin kamçı etkisi üzerindeki etkisini doğrusal regresyon analizi kullanarak analiz etmişler ve daha fazla öngörü elde etmek için kamçı oranındaki değişime göre eşik regresyon modelini uygulamışlardır. Çalışmada kamçı oranının eğiminin önemli ölçüde değiştiği dört eşik bölgesi tanımlanmıştır. Bu dört bölgede kamçı etkisini farklı şekilde etkileyen operasyonel ve finansal değişkenlerin kamçı etkisini nasıl etkilediğine dair faydalı bilgiler sağlanmıştır. Çalışmada kamçı oranının büyüklüğüne vurgu yapılmış, kamçı etkisini hafifletecek stratejilerin benimsenmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu tür etki azaltma stratejilerinin yalnızca ürün türü veya sektör bazında sınırlandırılmaması gerektiğini kamçı oranının eşik bölgesi bazında olması gerektiğini açıklamışlardır (Gupta ve Saxena, 2020: 211-227).

Pabuçcu (2019) yapmış olduğu çalışmada, bulanık mantık, yapay sinir ağları ve destek vektör makinelerinin ülke kredi notu tahmin etmedeki başarılarını araştırmıştır. Ülke kredi puanlarının tahmin edilmesini bir sınıflandırma problemi şeklinde ele almıştır. Seçilen değişkenler, ilgili algoritmalar için girdi olarak kullanılarak bu algoritmaların sınıflandırma başarıları incelenmiştir. Veri seti olarak ülkelere ait 2016-2018 dönemini baz alan üç yıllık güncel veriler kullanılmıştır. Kullanılan algoritmaların parametre seçimi

için birçok deneme yapılmış ve uygun parametre kümeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bilgilere göre, her üç modelin de tahmin başarısı yüksek çıkmış bununla beraber çok güçlü bir sınıflandırma algoritması olan destek vektör makinelerinde en iyi sonuçlar alınmıştır. Sonuç olarak tüm modellerin sınıflandırma başarısının kabul edilebilir seviyede olduğunu, kredi notu tahmininde faydalanabilecek modeller olduklarını belirtmiştir (Pabuçcu, 2019: 42-51).

Junior ve Carpinetti (2019) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zincirlerinin performansının değerlendirme sürecini desteklemek adına scor modeli aracılığıyla önerilen performans ölçütleriyle yapay zekâ yöntemlerinin uygulanmasını önermişlerdir. Ancak yapılan çalışmadaki bu önermeler bazı sınırlamalar getirmektedir. Bu sınırlamalar; mamdani bulanık çıkarımına dayalı sistemler geçmiş performans verilerine dayalı kullanım ortamına uyarlamaya izin vermezken, yapay sinir ağlarına dayalı sistemlerin kesin olmayan veriler ve niteliksel metriklerle başa çıkmak için yeterli olmadığı yönündedir. Bu sınırlamaların üstesinden gelmek için uyarlanabilir ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemleri ile scor metrikleri arasındaki kombinasyona dayalı tedarik zinciri performans değerlendirmesini destekleyen yeni bir yöntem önermişlerdir. Toplamda 56 aday topoloji uygulanmış ve matlab programlama dili kullanılarak değerlendirilmiştir. Her anfis modelinde en uygun topolojik parametreleri seçmek için rastgele alt örnekleme çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Hedef değerler ile her bir anfis modeli tarafından tahmin edilen değerler arasındaki ortalama karesel hata, modelin daha yüksek tahmin doğruluğunu göstermiştir. Eşleştirilmiş örneklere dayalı hipotez testlerinin sonuçları, önerilen anfis modellerinin tedarik zinciri performans değerlendirmesini desteklemek için yeterli olduğunu göstermiştir. Önerilen sistem, yöneticilerin değerlendirme sürecinin sonuçlarına dayalı iyileştirme eylem planları geliştirmelerine yardımcı olmuştur. Önceki yaklaşımlarla karşılaştırıldığında daha fazla tahmin doğruluğu, geçmiş verilere dayalı öğrenme yeteneği, belirsizlik altında karar vermeyi desteklemeye uygunluk, sonuçların daha iyi yorumlanabilirliği gibi avantajlar sunmuştur (Junior ve Carpinetti, 2019: 4-5).

Mehmanpazir vd. (2019) yaptıkları çalışmada, çelik endüstrisindeki arz ve talebin çelik piyasasını hareketlendiren en önemli faktörler arasında yer aldığına değinmişlerdir. Genellikle arz ve talebin karmaşık bir işleve sahip olduğunu, bu nedenle çelik arz ve talebinin modellenmesiyle tahmin edilmesi için doğru ve bilimsel yaklaşımların

kullanılması gerektiğini açıklamışlardır. Çelik arz ve talep fonksiyonlarını belirlemek ile arz ve talep eğilimlerini tahmin etmek için bir yaklaşım sunmuşlardır. İlk olarak İran'daki çelik arz ve talebine ilişkin geçmiş veriler incelenerek etkili en önemli değişkenler belirlenmiştir. Daha sonra çoklu logaritmik regresyon analizi kullanılarak arz ve talep fonksiyonları oluşturulmuştur. Bir regresyon modelinde değişkenleri logaritmik olarak dönüştürmenin, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğu durumları ele almada önemli olduğuna değinmişlerdir. Tahminlerin doğruluğu uygun istatistiksel testlerle kontrol edilmiştir. Elde edilen sonuçlar tahmin edilen fonksiyonların çelik arz ve talep davranışının modellenmesinde uygun olduğunu göstermiştir (Mehmanpazir, vd., 2019: 1-20).

Baryannis vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri risk yönetim stratejileriyle zincirin halkaları üzerinde olumsuz etkisi olan beklenmedik olayları tanımlamış, ölçmüş, azaltmaya çalışmışlardır. Bu stratejilerin uygulanması için hızlı ve uyumlu karar verme yeteneğinin gerektiğini belirtmişlerdir. Bundan dolayı tedarik zinciri risk yönetiminde yapay zekâ yöntemlerinin çok önemli olduğunu açıklamışlardır. Çalışmada yapay zekâ yöntemlerini kullanarak tedarik zinciri risk yönetimiyle ilgili sorunları ele alan literatür kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu amaçla tedarik zinciri riskinin çeşitli tanımları, sınıflandırmaları, belirsizlik gibi ilgili kavramlar üzerine bir araştırma yapılmıştır. Daha sonra ele aldıkları tedarik zinciri risk yönetiminde kullanılan yapay zekâ yöntemine göre mevcut literatürü kategorize etmek için bir haritalama çalışması gerçekleştirmişlerdir. Son olarak eksik yönleri tamamlamak ve gelecekteki araştırmalar için öneriler vermek adına her bir kategorinin kapsamlı analizi yapılmıştır (Baryannis, vd., 2018: 2179-2202).

Priore vd. (2018) yaptıkları çalışmada, değişken ortamlarda zamanla en uygun yenileme politikasını belirlemek için öğrenmeye dayalı bir sistem geliştirmişlerdir. Daha gelişmiş algoritmaların varlığına rağmen kapsamlı bir karar verme anlayışını sağl için tümevarımsal öğrenme kullanmışlardır. Çalışmada belirli bir tedarik zinciri düğümü için en iyi yenileme kuralını periyodik olarak belirlemek için dinamik bir sistem önerilmiştir. Bu durum önceki çalışmalardan önemli bir fark oluşturan hem iç hem de dış faktörleri dikkate alacak şekilde tasarlanmıştır. Yapay zekâ yöntemleri bu sistemin bel kemiğidir. Çok sayıda faktör tarafından etkilenen ve yorumlanması zor olan karmaşık bir sorunu açıklığa kavuşturmak için karar vericilere yardımcı olmak amaçlanmıştır. Bu

süreç simüle edilmiş bir vaka çalışmasında gösterilmiştir. Tümevarım öğrenme algoritması, ortalama %88 doğrulukla bir toptancı için en iyi envanter politikasını seçmiş ve önemli bir envanter yönetim sorununu başarılı bir şekilde çözmüştür. Bu durum işletme maliyetlerini önemli derecede azaltmıştır (Priore, vd., 2018: 1-2).

Bhupuak ve Tooprakal (2018) yaptıkları çalışmada, yol kaybı tahmin hatasını en aza indirmek için k-means kümeleme ve bulanık mantığa dayalı algoritmik bir şema önermişlerdir. Önerilen k-means bulanık şeması, geleneksel yol kaybı modelinin bağımsız kullanımından kaynaklanan tahmin hatasını azaltmak için, alan topografik değişkenliğini ve çoklu yol kaybı tahmin modellerini eş zamanlı olarak kullanmaktadır. Çalışmada bitki örtüsü yoğunluğu, insan yapımı yapılar ve iletim mesafeleri bulanık girdileri, geleneksel yol kaybı ise çıktıyı temsil etmektedir. Deneysel sonuçlar, k-means bulanık şeması yol kaybı tahmin hatasının, sürüş testi ölçümüyle karşılaştırıldığında yalnızca %2,67 olduğunu ve bunun geleneksel modellerden en düşük sonuç olduğunu göstermiştir. K-means bulanık şemasının, farklı topografik özelliklere sahip bölgelerdeki yol kaybını yaklaşık olarak tahmin etmek için yeni bir araç sunduğunu ve aynı zamanda geleneksel tahmin modellerinin bağımsız kullanımından kaynaklanan tahmin hatasını etkili bir şekilde azalttığını açıklamışlardır (Bhupuak ve Tooprakal, 2018: 1989-2002).

Sarkar vd. (2018) yaptıkları çalışmada, tedarik zincirinde bulunan doğru tedarikçilerin seçimine farklı açıdan yaklaşmışlardır. Çalışmada bulanık mantık yöntemi kullanılarak tedarikçi seçimi için çeşitli araçların kullanımıyla bütünleşik bir model önerilmiştir. Tedarikçi seçimi, alternatif tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimi için çok sayıda kriter içerdiğinden çok kriterli karar vermenin bu alanda gerekli bir yaklaşım olduğuna değinmişlerdir. Niteliksel ve niceliksel kriterlerin her ikisinin de mevcut olduğu ve tedarikçi seçimine karar verme sürecinde aynı anda değerlendirilmesi gerektiğinde en iyi tedarikçiyi seçmek ve kriterler dahilinde karşılıklı ilişkiyi bulmak için uygun bir bütünleşik yaklaşımın benimsenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla karma bir ortamda benzersiz entegre çok özellikli karar verme ve matematiksel programlama tabanlı bir model önermişlerdir. Önerilen modelin sonucunu doğrulamak için duyarlılık analizi de yapıldığında teslimat programı ve çevresel işbirliği sırasıyla en önemli ve en az önemli boyutlar olarak belirlenmiştir (Sarkar, vd., 2018: 163-178).

Urfalıoğlu ve Tanrıverdi (2018) yapmış olduğu çalışmada, resmi ve kurumsal işletmelerin, belirsizlik altında riski en aza indirmek için en doğru kararları almayı

hedeflediklerini belirtmiştir. Bu kapsamda, özellikle son zamanlarda karar verme süreçlerinde klasik istatistiksel yöntemler ile beraber gelişen teknolojiden faydalandığını açıklamışlardır. Öngörü yöntemlerinden biri olan anfiste, insanların bilgi ve deneyimlerinden faydalanılarak oluşturulan kural tabanı ve melez öğrenme algoritmaları kullanılıp tahminde bulunmaktadır. Makro ekonomik problemlerin başını çeken enflasyonu, doğru tahmin etmek için 2002 ile 2015 dönemindeki faiz ve döviz kuru (\$) verileri alınarak, anfis ve regresyon analizi kullanılıp enflasyon tahmininde bulunulmuştur. Çalışmadan elde edilen tahminler kapsamında hangi analiz yönteminin daha güçlü ve etkili bir tahminde bulunduğu belirlenmiştir (Urfalıoğlu ve Tanrıverdi, 2018: 120-141).

Jumas vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada, çoklu regresyon analizi ve anfis yöntemlerini kullanarak, bina inşaatları için maliyet tahminini erken yapmak adına kavramsal bir maliyet tahmin modeli geliştirmeyi amaçlamışlardır. Yaptıkları çalışmanın modellerinde 12 değişkenden oluşan ana maliyet faktörleri belirlenmiştir. Çalışmada önerilen modelin avantajlarını belirtmek için Endonezya'nın Batı Sumatra kentindeki 78 devlet binası projesinin maliyet verileri kullanılmıştır. Modellerin çalıştırılmasıyla elde edilen sonuçlar kıyaslandığında anfis modelindeki mape değerinin, regresyon modelinin mape değerine göre %2,8 daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmayla, anfis modelini kullanarak Batı Sumatra, Endonezya'daki devlet inşası projeleri için erken bir aşamada maliyet tahminleri daha iyi yapılır hale gelmiştir (Jumas, vd., 2018: 1-11).

Zhang (2017) yapmış olduğu çalışmada, birçok ekonomi uzmanının makine öğrenmesinden türetilen modelleri kullandığını, aynı zamanda birçok işletmenin potansiyel başarısızlığı önlemek için kılavuz olarak bir iflas tahmin modeli olan sinir ağları kullandığını belirtmiştir. Bununla birlikte yapay sinir ağlarının muazzam miktarda öznetelik faktörünü işleyebilmesine rağmen daha fazla istatistik alındığında sıklıkla hata ile sonuçlandığını belirtmiştir. Çalışmasında makine öğrenmesi yöntemlerinden k-en yakın komşu ve rastgele orman algoritmasını kullanarak iki algoritmanın sonuçlarını karşılaştırmış ve işletmelerin kullanacağı iflas tahmin modeli için en uygun algoritmayı bulmaya çalışmıştır. Çalışma sonunda büyük hesaplamalar gerektiren görevler için bu algoritmaların kullanışlı olduğunu ve henüz çalışılmamış diğer birçok alanda da yaygın olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir (Zhang, 2017: 364-374).

Rençber (2017), yapay sinir ağı, anfis ve çoklu lojistik regresyon yöntemlerinin sınıflandırma performanslarını karşılaştırılmıştır. Birleşmiş Milletler Dünya Gelişmişlik Göstergeleri; çoklu lojistik regresyon, yapay sinir ağı ve anfis yöntemleri kullanılıp İnsani Gelişmişlik Endeksi'ne göre ülkeler sınıflandırılmış ve sağlanan sonuçlar İnsani Gelişmişlik Endeksi ile kıyaslanmıştır. İnsani Gelişmişlik Endeksi'ne göre ülkeler; yaşam beklentisi, gelir ve sağlık göstergeleri baz alınıp gelişmişliklerine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu doğrultuda gerekli elemelerin yapılmasıyla makroekonomi, mikroekonomi, sağlık, lojistik, ticaret, girişimcilik, sosyal hayat ve doğal faktörler olmak üzere sekiz ana konudan oluşan 27 gelişmişlik göstergesi kullanılıp 185 ülke için 2015 yılı insani gelişmişlik endeksi ölçülerek sınıflandırma tahmininde bulunulmuştur. Analiz sonuçlarına bakıldığında, iktisadi açıdan; çalışmada hesaplanan tahmini endekse göre gelişmişliği İnsani Gelişmişlik Endeksi'nden farklı olarak, yedi faktör ve sekiz ana konudan oluşturmaktadır. İstatistiki açıdan ülkeler; çoklu lojistik regresyona göre % 81.6, yapay sinir ağına göre % 87.5 ve anfise göre % 91.36 oranında doğru sınıflandırılma oranlarına sahiptir. Bu kapsamda anfis yönteminin hem yapay sinir ağından hem de çoklu lojistik regresyondan daha başarılı çıktılar verdiği görülmüştür (Rençber, 2017: 7).

Demir (2017), erkek ivesi kuzularının canlı ağırlığını etkileyen bazı vücut ölçülerinden sağlanan verileri kullanarak, çoklu regresyon ve anfis analizlerinde bulunmuş, aldığı sonuçlarla her iki modeli karşılaştırmıştır. Çalışmada Spss paket programını kullanarak çoklu regresyon analizini yapmadan önce veri setinde çoklu bağlantı olup olmadığını incelemiştir. Elde ettiği sonuçlarla bağımsız değişkenlere ilişkin tolerans değerlerinin çok küçük olduğunu ve vıf değerleri 10'dan büyük olduğu için veriler arasında çoklu bağlantı problemi olduğunu belirtmiştir. Bu problemin çözümü için, ncsp programı üzerinde rr yöntemini kullanıp; elde ettiği $k=0.002$ katsayısına karşılık gelen regresyon katsayılarını kullanmıştır. Analiz sonuçları bağımsız değişkenlerin, kuzuların canlı ağırlıklarındaki değişimin ortalama %97'sini açıklama yeterliliğini göstermiştir. Çoklu regresyon modeline alternatif olarak önerilen anfis modelinde de aynı şekilde; değişkenlerin tahminleme durumları incelenip her iki yöntemin kıyaslamasında bulunulmuştur. İnceleme sonucunda anfis tahminleme sonuçlarının çoklu regresyon ile benzer sonuçlar vermesine rağmen, çoklu regresyonda matematiksel bir model elde edilmiş, anfiste ise matematiksel bir modele alternatif olabileceği amaçlanan bulanık küme modelleri elde edilmiştir (Demir, 2017: 5).

Aslan (2017) yapmış olduğu çalışmada, bulanık mantık yöntemi ve abc modelini birlikte kullanarak işletmelerin belirsizlik koşullarında daha hızlı ve yaklaşık değerlerle karar vermelerini sağlamaya çalışmıştır. Bu kapsamda yaptıkları çalışmanın önerdiği modelinde iki farklı disiplin yer almıştır. İşletmenin fiili değışken maliyet kalemleriyle değışken maliyet kalemleri bulanık mantık yöntemi kullanılarak tahmin edilip karşılaştırılmış ve gerçekleştirilen tahmin işlemi fiili değerlere %9'luk bir marjla yaklaşılmıştır (Aslan, 2017: 218).

Gökçe ve Sonugür (2016) yapmış oldukları çalışmada, doğal taş üretim tesisine blok taş olarak gelen hammaddenin ebatlı ham plaka olarak üretilinceye dek yapılan üretim süreçlerinin kontrolünü, kayda alınmasını, planlanmasını, stok yönetimini, doğal taş blokların verimliliklerini ve üretim tahminlerinin yapılmasını hedeflemiştir. Bu hedef doğrultusunda tesisin üretim karakterini gösterecek kurallı ve ilişkisel bir veri tabanı geliştirilip üretimin planlanması ve yönetimi adına tesis yöneticilerine yardımcı olacak bir sistem hazırlanmıştır. Bunun yanında hazırlanan veri tabanındaki bilgiler kullanılıp, anfis ve yapay sinir ağlarıyla iki farklı model geliştirilerek blokların verimlilik ve üretim süre tahmini yapılmıştır. Modelleme ve veri giriş işlemleri tamamlanarak verimlilik tahmin sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar yeterli başarının yapay sinir ağı modelinde ve % 4.9 en yüksek hata oranı ile olduğunu göstermektedir (Gökçe ve Sonugür, 2016: 174-185).

Sharma ve Routroy (2016) yapmış oldukları çalışmada, bir tedarik zincirini etkileyebilecek çeşitli bilgi risklerini belirlemek ve bunları ölçmek için kavramsal bir çerçeve geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda bayes modellemesini kullanarak bir tedarik zincirinde bilgi riski analizi için bir sistem sağlamak istemişlerdir. Bayes metodolojisinin çeşitli risk faktörleri arasındaki nedensel ilişkide karşılaştırma yaptığını ve hem nesnel hem de öznel verileri içerdğini belirtmişlerdir. Bir tedarik zincirindeki çeşitli bilgi riskleri arasında nedensel bir ilişki sunmuşlardır. Çalışmalarında bilgi güvenliği, bilgi sızması ve bilgi paylaşımına karşı isteksizliği işletme geliri üzerinde üç önemli risk faktörü olarak belirtmişlerdir. Bayes ağlarının belirsiz koşullarda modelleme yapabilme yeteneği, risk faktörlerini analiz etmek için mükemmel bir platform sağlamıştır. Bayes ağları, etkiyi incelemek veya çeşitli risk faktörlerini tahmin etmek için daha sağlam bir yöntem sağlamıştır. Bu çalışmanın en büyük katkısı tedarik zincirindeki

bilgi riskleri için nicel bir model geliştirmiş olmasıdır. Bu model yeni bir veri geldiğinde güncellenebilme özelliğine sahiptir (Sharma ve Routroy, 2016: 238-239).

Gokulachandran ve Mohandas (2015) yaptıkları çalışmada, bir kesici takımın ömrünü tahmin etmek ve bu sayede bu kesici takımın bir sonraki planlı değişimine karar vermeyi ve verimliliği artırmayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda iki yumuşak hesaplama tekniğinin kullanımını raporlamışlardır. Bu raporun değerlendirilmesi için nöro-bulanık mantık ve destek vektör regresyonu teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada, Taguchi yaklaşımına dayalı deneyler gerçekleştirilmiş ve takım ömrü değerleri elde edilmiştir. Söz konusu teknikler kullanılarak takım ömrü değerleri tahmin edilmiş ve bu değerler karşılaştırılmıştır. Önerilen yaklaşımlar nispeten basittir ve uygulanabilir Matlab ve Weka gibi yazılımlar kullanılarak kolayca gerçekleştirilebilir niteliktedir (Gokulachandran ve Mohandas, 2015: 270-271).

Ayçın ve Özveri (2015) yaptıkları çalışmada, doğru karar vermenin işletmeler için çok önemli olduğu belirsizlik durumlarında deterministik yöntemlerin, karar verici konumundakilere daima doğru modelleme olanağı veremediğini açıklamışlardır. İnsan yargılarının dilsel değişkenler ve üyelik fonksiyonları aracılığıyla sayısallaştırılmasını esas alan bulanık mantığın, karar verme sürecinde faydalanan kritik bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır. Tedarik zinciri gibi komplike organizasyonlarda karar almanın zor olması ve tedarik zinciri performansının belirlenmesinin güç olması, bu çalışmanın çıkış noktasıdır. Bu kapsamda imalat sektöründe faaliyetlerini devam ettiren bir işletme için, bulanık mantığa dayalı bir tedarik zinciri performans modeli oluşturulup bu model aracılığıyla işletmenin tedarik zinciri performansının tahminlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın modeli, Scor modeli baz alınıp, scor modeli seviye 1, seviye 2 performans metrikleri ile bulanık mantığın entegre edilmesi sonucu elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bulanık mantık ve scor modeli entegresini baz alan bir tahmin modelinin, karar verici konumundakilere tedarik zinciri performansını yönetme sürecinde destek olabilecek bir yöntem olduğunu kanıtlamıştır (Ayçın ve Özveri, 2015: 51-60).

Kim vd. (2015) yaptıkları çalışmada, soğuk tedarik zinciri yönetiminde ür bozulma riskini engellemek için yapay zekâ tabanlı bir yazılımla risk takip ve gözetimi yapmışlardır. Tazelik açısından gıda kalitesine artan ilgi nedeniyle soğuk zincir lojistiğinin çevreye duyarlı ürünlerin dağıtımında öneminin arttığına değinmişlerdir. Soğuk zincir lojistiğinde çok sayıda olası risk durumunun neden olduğu karmaşık risk

yönetimi kurallarının henüz tam olarak ele alınmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle çalışmalarında soğuk zincir lojistiği için bağlama duyarlı gerçek zamanlı risk yönetimi kavramını tanıtarak çeşitli risk durumlarını barındıracak şekilde tasarlanmış akıllı bir risk yönetimi çerçevesi olan i-rmyi önermişlerdir. I-rm olay tabanlı işleme tekniklerini benimseyerek, bilgi edinmeden gerçek zamanlı yanıtlara kadar soğuk zincir lojistiğinde gerekli olan tüm risk yönetimi görevlerinden sorumludur. I-rmnin risk yönetim yeteneğinin etkinliği gerçek dünyadaki bir soğuk zincir lojistiği senaryosuna dayalı olarak uygulanmış ve kanıtlanmıştır (Kim, vd., 2015: 463).

Ho vd. (2015) yaptıkları çalışmada, risk yönetiminin çeşitli belirsizliklerin varlığında tedarik zincirlerinin etkin bir şekilde işletilmesinde önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Birçok araştırmacının risklerin tanımlanması, operasyonel hale getirilmesi ve hafifletilmesi alanlarında katkıda bulunarak tedarik zinciri risk yönetimine odaklandıklarına değinmişlerdir. Çalışmalarında son on yılda tedarik zinciri risk yönetimindeki mevcut literatürü kapsamlı bir şekilde gözden geçirip sentezlemişlerdir. İlk olarak 2003 ve 2013 yılları arasında ortaya çıkan tedarik zinciri risk yönetimi araştırmasını sunup kategorize etmişlerdir. İkinci olarak tedarik zinciri risk tanımları, risk türleri, risk faktörleri ve risk yönetimi/azaltma stratejilerindeki araştırma geliştirmeleriyle ilgili ayrıntılı bir inceleme yapmışlardır. Üçüncü olarak potansiyel boşlukları keşfetmek için tedarik zinciri risk yönetimi literatürünü analiz edip, bu konuda kullanılan yapay zekâ yöntemlerine değinmişlerdir (Ho, vd., 2015: 5031-5033).

Yu ve Goh (2014) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri görünürlüğü ve tedarik zinciri riskinin tedarik zinciri performansı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Operasyonel olarak tedarik zinciri görünürlüğünü tüm tedarik zinciri boyunca harici talep, envanterin miktarı ve konumu, nakliyeyle ilgili maliyet ve diğer lojistik faaliyetlerle zamanında doğru bilgi paylaşımı yapabilmesiyle bağlantılı olarak değerlendirmişlerdir. Tedarik zinciri riskini ise bir tedarik zinciri içinde belirli bir dönemde olumsuz bir olayın meydana gelme olasılığı ve tedarik zinciri performansını etkileyen bu olayın ilişkili sonuçları olarak değerlendirmişlerdir. Birçok aşamayı, hedefi ve paydaşı içeren karar verme sürecinin çok yönlü nitelikleri göz önüne alındığında, tedarik zinciri görünürlüğü ve tedarik zinciri riskini operasyonel bir perspektiften modellemek için bulanık çok amaçlı bir karar verme yaklaşımı kullanmışlardır. Dolayısıyla kullandıkları modelde bütçe, müşteri talebi, üretim kapasitesi ve tedarik

mevcudiyeti kısıtlamaları altında tedarik zinciri görünürlüğünü maksimize, tedarik zinciri riskini ve maliyetleri minimize etmek hedeflenmiştir. Modelin uygulanabilirliğini göstermek için sayısal bir örnek kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar karar vericilerin önce tedarik zinciri riskini azaltma ardından tedarik zinciri görünürlüğünü artırma eğiliminde olduğunu göstermiştir (Yu ve Goh, 2014: 125-130).

Wu vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri dış kaynak kullanımı risk yönetimi için stokastik bulanık çok amaçlı bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmalarında her biri olasılık dağılımı ile stokastik verilerle ifade edilen nicel risk faktörleri (fiyat, kalite, lojistik vb.) ile nitel tedarikçi seçimi risk faktörlerini (ekonomik çevre faktörleri, tedarikçi değerlendirmeleri vb.) dikkate almışlardır. Bu model bulanık bir yapıya sahiptir. Önerilen entegre modeli çözmek için bir algoritma tasarlanmıştır. Yeni model üç aşamalı bir tedarik zinciri örneği için önerilen algoritma kullanılarak çözülmüştür. Hesaplama riskten kaçınma ve satın alma davranışının bir analizini önererek, riskten daha fazla kaçınan bir müşterinin belirsizlik ve risk altında daha az sipariş vermeyi tercih ettiğini göstermiştir (Wu, vd., 2013: 1-2).

Yunusoğlu ve Selim (2013) yapmış oldukları çalışmada, gerçekçi, esnek ve pratik bir şekilde yatırımcı tercihleri ve risk profili dikkate alınarak uygun portföylerin oluşturulmasını amaçlamışlardır. Bu kapsamda portföy yöneticilerine orta vadeli yatırım kararları alırken destek olmak için bulanık kural tabanlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Önerilen uzman sistem, 2002-2010 yılları arasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal-100 Endeksi'nde işlem gören 61 hisse senedinin verileri kullanılarak doğrulanmıştır. Önerilen sistemin performansı, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal-30 Endeksi, farklı risk profilleri ve yatırım süresi uzunlukları açısından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar önerilen uzman sistemin performansının çoğu durumda kıyaslama endeksine göre üstün olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca riskten kaçınan yatırımcı profili ve orta vadeli yatırım süresi durumunda beklentilere paralel olarak uzman sistemin performansının diğer durumlarda gözlenen performanstan nispeten daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Yunusoğlu ve Selim, 2013: 908-920).

Zarandi ve Gamasae (2013) yaptıkları çalışmada, bulanık ortamlarda kamçı etkisini tip-2 bulanık metodolojiyle değerlendirerek azaltmayı amaçlamışlardır. Tedarik zincirindeki kamçı etkisini azaltarak talep tahmini için yeni bir yöntem önermişlerdir. İlk

olarak, Kanada'daki gerçek bir çelik endüstrisinin talep verileri bir aralıklı tip-2 bulanık c regresyon kümeleme algoritması ile gruplandırılmıştır. Ardından talep tahmini için yeni bir aralıklı tip-2 bulanık hibrit uzman sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde öncüllerin toplanması için bulanık ayırık normal formlar ve bulanık birleşik normal formlar kullanılmıştır. Tedarik zincirindeki siparişleri belirlemek için bir aralıklı tip-2 bulanık sipariş politikası geliştirilmiştir. Daha sonra önerilen yöntemin sonuçları literatürdeki tip-1 bulanık uzman sistem ve tip-1 bulanık zaman serileri yöntemiyle kıyaslanmıştır. Alınan sonuçlar kamçı etkisinin önemli ölçüde azaldığını ve sistemin daha az hata ve yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu göstermiştir (Zarandi ve Gamasaee, 2013: 879-899).

Mohamed vd. (2012) yapmış oldukları çalışmada, bulanık mantık, anfis ve istatistiksel yöntem olan çoklu doğrusal regresyon kullanarak eğimin stabilitesini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Çeşitli şev tasarımları için güvenlik faktörlerini hesaplamak amacıyla morgenstern-price, janbu, bishop ve ordinary olmak üzere dört limit denge yöntemi kullanılmıştır. Tahmin için girdi parametresi olarak şev malzemesinin birim ağırlığı, şev açısı, şev yüksekliği, kohezyon katsayısı ve iç sürtünme açısı, çıkış parametresi ise güvenlik faktörleridir. Çoklu doğrusal regresyon; bishop için 0,470, janbu için 0,459, morgenstern-price için 0,470 ve ordinary method için 0,468 regresyon karesi elde ederken anfis, bishop için 0,9996, janbu için 0,9994, morgenstern-price için 0,9995 regresyon karesi, ordinary method için 0,9997 elde edilmiştir. Sonuç anfis'in güvenlik faktörlerini çoklu doğrusal regresyona kıyasla yüksek doğrulukla tahmin edebildiğini göstermiştir (Mohamed, vd., 2012: 68-73).

Arslan (2012) yapmış olduğu çalışmada, işletme kârını hesaplamak için ve en yüksek kârı sağlayan optimal mamul karmasını belirlemek için maliyet-hacim-kâr ile bulanık mantık-bulanık doğrusal programlama entegrasyonu ve kısıtlar teorisi ile bulanık mantık-bulanık doğrusal programlama entegrasyonu ile uygulanabilirliğini göstermeyi hedeflemiştir. Bu hedef kapsamında ilk olarak işletmenin kârı ve en yüksek kârı sağlayacak optimal mamul karması; maliyet-hacim-kâr analizi ve kısıtlar teorisi ilkeleri kapsamında oluşturulmuştur. Daha sonra aynı problem aynı veriler kullanılıp maliyet-hacim-kâr ile bulanık mantık-bulanık doğrusal programlama entegrasyonu ve kısıtlar teorisi ile bulanık mantık-bulanık doğrusal programlama entegrasyonu ile çözümleme yapılmıştır (Arslan, 2012: 6-8).

Doğan (2012) yapmış olduğu çalışmada, yapay sinir ağlarının işletmeler tarafından son zamanlarda bir karar verme yöntemi olarak çoğunlukla kullanıldığını ve bununla birlikte organizasyonlar, belirsizlik içeren problemlerin modellenme ve çözümünde kullanılan bulanık mantık yöntemlerine de sıklıkla başvurulduğunu açıklamıştır. Yapmış olduğu çalışmada işletmeler için kritik bir konu olan talep tahmin problemine yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleriyle çözüm getirmeye çalışmıştır. Çalışmada önerilen model için ilk olarak talebi etkileyen faktörler tespit edilmiş ve bu faktörlere ait verilerle modelin veri tabanı hazırlanmıştır. Yapay sinir ağları ve anfis yöntemlerinin model parametreleri deneme yoluyla optimum şekilde tespit edilmiştir. Her iki yöntemin tahmin performansları karşılaştırmalı olarak incelenerek elde edilen sonuçlar geleneksel yöntemler ile kıyaslanmıştır (Doğan, 2012: 5).

Yücel (2010) yapmış olduğu çalışmada, tedarikçi seçim problemini anfis yöntemiyle çözmeye çalışmıştır. Önerdiği modelde ilk olarak problem için seçilen kriterleri anfis girdi seçimi yöntemi uygulayıp azaltmaktadır. Daha sonra seçilen kriter seti kullanılıp problemin anfis yapısı oluşturulmaktadır. Önerilen model bir tekstil işletmesinde uygulanmıştır. Geliştirilen yaklaşımla sağlanan sonuçlar, çoklu regresyon yöntemiyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Yücel, 2010: 9).

Paul ve Azaem (2011) yaptıkları çalışmada, ürün talebi, kurulum, elde tutma ve malzeme maliyetlerinin bir fonksiyonu olarak optimum mamul stok seviyesini belirlemek için bir yapay sinir ağı modeli geliştirmişlerdir. Model optimum ağ olarak dört girişli, on gizli nöronlu ve bir çıkışlı ileri beslemeli bir geri yayımlı yapay sinir ağı seçmektedir. Model imalat sanayi verileriyle test edilmiş ve elde edilen sonuçlar modelin mamul mal stok seviyesini tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Genel olarak modelin, rekabetçi bir iş ortamında herhangi bir imalat işletmesi için mamul mal envanterinin optimizasyonu için uygulanabileceğini belirtmişlerdir (Paul ve Azaem, 2011: 431-433).

Theodoras (2009) yaptığı çalışmada, bir müşteri hizmetleri stratejisinin nasıl tasarlanacağına ve bunun Yunanistan'daki gıda endüstrisine nasıl uygulanacağına dair bir sistem önermiştir. Bir müşteri hizmetleri stratejisi oluşturmak, pazarlama ve lojistik hizmet unsurlarının değerlendirilmesini, bu unsurlarla ilgili önem performans boşluklarının belirlenmesini ve sunulan hizmetin bölümlere ayrılması gerektiğini belirtmiştir. Hizmet öğelerini değerlendirmek için perakendecilerden öğelerin önemini ve gıda tedarikçilerinin performansını derecelendirmelerini istemiştir. Önem performansı

boşluklarını belirlemek için eşleştirilmiş bir örneklem t-testi kullanmıştır. Çeşitli müşteri hizmetleri öğelerinde önem ve performans arasında istatistiksel farklılıkların mevcut olduğuna değinmiştir. Farklı perakendeci segmentlerini ortaya çıkarmak için k-means ile bir küme analizi uygulamıştır. Kümeleme analizi, birden fazla gıda perakendecisinin yıllık gıda ürünleri alımlarına göre (hipermarketler, süpermarketler ve marketler) önceden sınıflandırılmasının müşteri hizmetlerinin önemine ilişkin derecelendirmelerini etkilediğini göstermiştir. Çalışma, müşteri hizmetlerine dayalı segmentasyon hakkında fikir vermekle beraber önem performans analizi kullanarak müşteri segmentlerinin belirlenmesine yönelik bir yaklaşım sunmuştur (Theodoras, 2009: 64-72).

Tozan ve Vayvay (2009) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zincirinde birimler arasındaki talep bilgisi değişkenliği ve bu değişkenlikteki artışın (kırbaç etkisi) zincirin toplam performansını etkileyen birkaç sistem açığını tetiklediğini belirtmişlerdir. Çalışmada, göreceli orta değişken talep bilgisi altında, tedarik zincirindeki talep değişkenliğinin tavsiye edilen bulanık zaman serileri tahmin modeli ve anfis tabanlı karar sürecinden oluşan melez sisteme verdiği tepki, bir benzetim modeliyle analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler benzetim modelinin başarılı olduğunu göstermiştir (Tozan ve Vayvay, 2009: 20-34).

Jing vd. (2009) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri risk yönetimi perspektifinden gıda tedarik zincirinin güvenlik sorununa yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada geri yayımlı yapay sinir ağı yöntemini kullanarak gıda kalitesi güvenliği için erken uyarı modeli geliştirilmiş ve modelin simülasyon testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar modelin ideal ve uygulanabilir olduğunu doğrulamıştır (Jing, vd., 2009: 545).

Goh vd. (2007) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri güvenlik açıklarına yapılan saldırıların artmasıyla uygun tedarik zinciri risk yönetimini analiz etmek ve anlamak için etkili matematiksel araçların gün geçtikçe önemli hale geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmada arz-talep, döviz kuru ve bozulma gibi riskleri dahil ederek çok aşamalı küresel tedarik zinciri ağı sorunu için çok aşamalı bir stokastik model oluşturmuşlardır. Moreau-Yosida düzenlileştirmesini kullanıp yeni bir çözüm metodolojisi sağlayarak çok aşamalı küresel tedarik zinciri ağı problemini, kâr maksimizasyonu ve risk minimizasyonu hedefleriyle ele almak için bir algoritma tasarlamışlardır (Goh, vd., 2007: 164-165).

Tuş (2006) yapmış olduğu çalışmada, bulanık doğrusal programlama modeliyle işletmelerin üretim planlama çalışmalarını yönetilebilir kılmayı hedeflemiştir. Bu çalışmayla karar problemlerinde olan belirsizlikleri azaltmanın mümkün olduğunu ancak insanın karar verme aşamalarında bulanık mantık ve yöneylem araştırması yöntemlerini etkin bir şekilde kullanması gerektiğini vurgulamıştır. Yapılan çalışma bulanık küme teorisi ile karar verici konumundakine klasik küme teorisinden daha geniş bir hareket ortamı sağlamış, doğrusal programlama modelinin gerçek olayları gösterme becerisine ve uygulanabilirliğine katkıda bulunmuştur (Tuş, 2006: 2-3).

3.3. Literatür Özeti

Tedarik zinciri risk yönetiminde yapay zekâ yöntemleri ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmaların sistematik olarak sınıflandırılması için bir literatür taraması yapılmıştır. Bu sayede farklı disiplinlerle, farklı sektörlerde kullanılan ve çok farklı yöntemlerle incelenen tedarik zincirindeki risklerin yönetiminde faydalanılan yapay zekâ yöntemleri daha iyi açıklanmıştır. Bu doğrultuda incelenen çalışmalar yapısal ve içerik analizleri yapılarak değerlendirilmiştir. Literatür taraması; DergiPark, Google Akademik, Ulusal Tez Merkezi, Scholar Google, Sci-Hub, Science Direct, Elsevier, Taylor&Francis Online, Hindawi, Scientific Research, Emerald Insight, İnformsPubsOnline, SpringerLink, Jstor, Nature çerçevesinde yapılmıştır. Arama yaparken anahtar kelime olarak “tedarik zinciri risk yönetimi”, “tedarik zinciri risk yönetiminde kullanılan yapay zekâ yöntemleri”, “tedarik zinciri risk yönetiminde bulanık mantık kullanımı”, “tedarik zinciri risk yönetiminde anfis kullanımı”, “tedarik zinciri risk yönetiminde makine öğrenmesi kullanımı”, “tedarik zinciri risk yönetiminde bulanık mantık, anfis ve regresyon kullanımı”, “anfis ve regresyon”, “anfis”, “bulanık mantık”, “regresyon” kelimeleri ve bu kelimelerin İngilizceleri yazılmıştır. Bu kapsamda 1965-2023 yılları arasında yayınlanan 302 çalışma incelenmiş ve çalışma yılı, çalışma türü, çalışmaların yapıldığı sektörler, çalışmalarda kullanılan yöntemler ve çalışmaların yapısal özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Tablo 3.1’de 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler ve adetleri verilmiştir:

Tablo 3.1. Çalışmalarda Kullanılan Yöntemler ve Adetleri

Sıra No	Kullanılan Yöntem	Adet	Sıra No	Kullanılan Yöntem	Adet
1	Genetik Algoritma	1	27	Anfis	22
2	Takviyeli Öğrenme	2	28	Ahp	1
3	Analitik Ağ Süreci (ANP)	1	29	Karmaşık Ağ Teorisi	1
4	Bulanık Ahp	3	30	Logaritmik çoklu regresyon	1
5	Diamond model	1	31	Eulerian and Lagrangian yaklaşımı	1
6	Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları	14	32	Scor	2
7	Nesnelerin İnterneti	1	33	Denetimli Makine Öğrenme	2
8	Bulanık Mantık	30	34	Yorumlayıcı Yapısal Modelleme	2
9	Literatür taraması	70	35	Çok amaçlı optimizasyon	2
10	Makine Öğrenmesi	30	36	Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık	1
11	Bulanık Doğrusal Programlama	2	37	Gauss Proses Regresyon	1
12	Denetimsiz Makine Öğrenmesi	2	38	Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık	39
13	Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi	1	39	Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları ve Anfis	1
14	Bayes Ağları	4	40	Bulanık Mantık ve Doğrusal Programlama	1
15	Bulanık Hedef Programlama	1	41	Bulanık Mantık ve Derin Öğrenme	1
16	Yapay Sinir Ağları	5	42	Anfis ve Regresyon	19
17	Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri	1	43	Bulanık Doğrusal Programlama ve Makine Öğrenme	1
18	Yapısal Eşitlik Modeli	2	44	Bulanık Mantık ve Gri Tahmin Modeli	1
19	Parçacık Sürü Optimizasyonu	1	45	Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis	4
20	Stokastik Modelleme	1	46	Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları	3
21	Dematel	1	47	Yapay Sinir Ağları ve Anfis	8
22	Karma Tamsayı Doğrusal Programlama	1	48	Bulanık Zaman Serileri ve Anfis	1
23	Regresyon	2	49	Bulanık Mantık ve Anfis	3
24	Bulanık Kümeleme	2	50	Anfis ve Genetik Algoritmalar	1
25	Güçlü Optimizasyon	2	51	Yarı Denetimli Öğrenim	1
26	Anfis ve Bulanık C ortalamalar	1			

Tablo 3.2’de 1965-2023 yıllarında çalışmaların yapıldığı sektör ve adetleri verilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışmaların Yapıldığı Sektörler ve Adetleri

Sıra No	Sektörler	Adet	Sıra No	Sektörler	Adet
1	İnşaat	6	17	Yazılım	8
2	Lojistik	20	18	Çelik	4
3	İçecek	1	19	Bilişim	11
4	Havacılık ve Uzay	3	20	Kamu	12
5	Demiryolu	1	21	Perakende	7
6	Tarım	8	22	İmalat	22
7	Kimya	10	23	Enerji	13
8	Sağlık	22	24	Gıda	5
9	Eğitim	13	25	Finans	10
10	Genel	65	26	Plastik	1
11	Geri Dönüşüm	3	27	Ekonomi	3
12	Tekstil	8	28	Telekomünikasyon	1
13	Elektronik	12	29	Ağaç Sanayi	3
14	Petrol	7	30	Doğal Taş	5
15	Otomotiv	7	31	Çimento	2
16	Hizmet	8	32	Metal	1

Tablo 3.3’de 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların türleri ve adetleri verilmiştir.

Tablo 3.3. Çalışmaların Türleri ve Adetleri

Sıra No	Çalışma Türü	Adet
1	Bildiri	10
2	Makale	230
3	Yüksek Lisans Tezi	21
4	Doktora Tezi	20
5	Kitap	21
Toplam		302

Tablo 3.4’de 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların yayın yılları ve adetleri verilmiştir.

Tablo 3.4. Çalışmaların Yayın Yılları ve Adetleri

Sıra No	Yayın Yılı	Miktarı	Sıra No	Yayın Yılı	Miktarı
1	1965	1	14	2011	5
2	1999	1	15	2012	13
3	2000	1	16	2013	11
4	2001	4	17	2014	11
5	2002	4	18	2015	22
6	2003	2	19	2016	11
7	2004	6	20	2017	16
8	2005	5	21	2018	17
9	2006	6	22	2019	13
10	2007	4	23	2020	34
11	2008	5	24	2021	33
12	2009	7	25	2022	33
13	2010	7	26	2023	30

Tablo 3.5’de 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların yapısal özellikleri ve adetleri verilmiştir.

Tablo 3.5. Çalışmaların Yapısal Özellikleri ve Adetleri

Sıra No	Yapısal Özellik	Adet
1	Nicel	238
2	Nitel	64
Toplam		302

3.3.1. Bulgular

Literatür taraması kapsamında ulaşılan çalışmalar incelenip, içerik analizleri yapılarak elde edilen bulgular tablolar halinde aşağıda verilmiştir.

3.3.1.1. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılımı

Araştırmanın konusu kapsamında 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmalarda 51 farklı yöntemin ve 32 farklı sektörün olduğu tesoit edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çalışmaların yapıldığı sektörlerle göre dağılımları Tablo 3.6, Tablo 3.7 ve Tablo 3.8’de verilmektedir:

Tablo 3.6. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri-1

Çalışma Yöntemleri	Çalışmanın Yapıldığı Sektörler									
	İnşaat	Lojistik	İçecek	Havacılık ve Uzay	Demiryolu	Tarım	Kimya	Sağlık	Eğitim	Genel
Literatür taraması	3	4						3	1	37
Anfis ve Regresyon	2						3		1	
Takviyeli Öğrenme		2								
Makine Öğrenme		3	1			1	1		1	6
Parçacık Sürü Optimizasyonu		1								
Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama		1								
Bulanık Mantık	1	2					1	3	3	5
Ahp		1								
Eulerian ve Lagrangian yaklaşımı		1								
Yapay Sinir Ağları		1								2
Çok amaçlı optimizasyon		1								
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık		1				2	1	6	5	1
Bulanık Zaman Serileri ve Anfis		1								
Bulanık Mantık ve Anfis		1								
Bulanık Ahp				1						
Yapay Sinir Ağları ve Anfis				1				2		
Anfis				1		2	2	1	1	2
Diamond model					1					
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları						1		2	1	1
Bulanık Mantık ve Gri Tahmin Modeli						1				
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis						1		1		
Bulanık Hedef Programlama							1			
Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları ve Anfis							1			
Denetimsiz Makine Öğrenmesi								1		
Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi								1		
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme								1		
Bulanık Doğrusal Programlama ve Makine Öğrenme								1		
Analitik Ağ Süreci (ANP)										1
Nesnelerin İnterneti										1
Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri										1
Yapısal Eşitlik Modellemesi										2
Stokastik Modelleme										1
Regresyon										2
Karmaşık Ağ Teorisi										1
Güçlü Optimizasyon										1
Bulanık Ahp										1

Tablo 3.7. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri-2

Çalışma Yöntemleri	Çalışmanın Yapıldığı Sektörler										
	Geri Dönüşüm	Tekstil	Elektronik	Petrol	Otomotiv	Hizmet	Yazılım	Çelik	Bilişim	Kamu	Perakende
Bulanık Doğrusal Programlama	1										
Bulanık Mantık	2		3	1		2		1			1
Literatür taraması		2			2	1	1		3	2	2
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme		1									
Scor		1									
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık		1	1	1		2	2		4	4	
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları		1	2								
Anfis ve Regresyon		1		2		2		1		1	
Anfis		1	1		1					1	1
Makine Öğrenme			3	1	2		1	1		1	2
Genetik Algoritma			1								
Bulanık Mantık ve Derin Öğrenme			1								
Bayes Ağları				1	1				1		
Bulanık Kümeleme				1		1					
Dematel					1						
Gauss proses regresyon									1		
Yarı Denetimli Öğrenim							1				
Denetimsiz Makine Öğrenme							1				
Bulanık Mantık ve Anfis							1				
Logaritmik çoklu regresyon								1			
Denetimli Makine Öğrenmesi									1		
Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları							1				
Bulanık Mantık ve Doğrusal Programlama									1		
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis										1	
Anfis ve Genetik Algoritmalar										1	
Yapay Sinir Ağları ve Anfis										1	1

Tablo 3.8. Yöntemlerin Sektörlere Göre Dağılım Adetleri-3

Çalışma Yöntemleri	Çalışmanın Yapıldığı Sektörler										
	İmalat	Enerji	Gıda	Fî nans	Plastik	Eko nomi	Telekoni mikasyon	Ağaç Sanayi	Doğal Taş	Çi mento	Metal
Literatür taraması	4		4				1				
Güçlü Optimizasyon	1										
Anfis ve Bulanık ortalamalar	1										
Bayes Ağları	1										
Yapay Sinir Ağları	1		1								
Makine Öğrenme	1			4					1		
Bulanık Mantık	3							2			
Denetimli Makine Öğrenme	1										
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları	4	1									1
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık	1	5							1	1	
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis	1										
Anfis	1	3		2		1			1		
Scor	1										
Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları		1		1							
Yapay Sinir Ağları ve Anfis		1		1					1		
Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık				1							
Bulanık Ahp					1						
Çok amaçlı optimizasyon						1					
Anfis ve Regresyon	1	2		1		1		1			
Bulanık Doğrusal Programlama									1		
Bulanık Mantık ve Anfis										1	

Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çalışmaların yapıldığı sektörler göre dağılımında; makine öğrenmesi, bulanık mantık ve anfis yöntemi ile literatür taraması yönteminin en çok kullanılan yöntemler olduğu tespit edilirken, imalat ve sağlık alanında faaliyetlerini devam ettiren işletmelerin daha çok olduğu görülmüştür.

3.3.1.2. Yöntemlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan bildiri, makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve kitaplar incelenmiştir. Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yapılan çalışmaların türüne göre dağılımları Tablo 3.9’da verilmektedir:

Tablo 3.9. Yöntemlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Yöntemleri	Çalışma Türleri					
	Bildiri	Makale	Yüksek Lisans Tezi	Doktora Tezi	Kitap	Toplam
Genetik Algoritma		1				1
Takviyeli Öğrenme		2				2
Analitik Ağ Süreci (ANP)		1				1
Bulanık Ahp		1	1		1	3
Diamond model		1				1
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları		9	2	2	1	14
Nesnelerin İnterneti		1				1
Bulanık Mantık	1	24		5		30
Literatür taraması	1	53		1	15	70
Makine Öğrenmesi	2	24	1		3	30
Bulanık Doğrusal Programlama			1	1		2
Denetimsiz Makine Öğrenmesi		2				2
Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi		1				1
Bayes Ağları		2		2		4
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme		2				2
Bulanık Hedef Programlama				1		1
Yapay Sinir Ağları		4			1	5
Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri		1				1
Yapısal Eşitlik Modeli		2				2
Parçacık Sürü Optimizasyonu		1				1
Stokastik Modelleme		1				1
Dematel		1				1
Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama				1		1
Regresyon		2				2
Bulanık Kümeleme		2				2
Güçlü Optimizasyon		2				2
Anfis ve Bulanık C ortalamalar			1			1
Anfis		14	7	1		22
Ahp		1				1
Karmaşık Ağ Teorisi		1				1
Logaritmik çoklu regresyon		1				1
Eulerian and Lagrangian yaklaşımı		1				1
Scor		2				2
Denetimli Makine Öğrenme	1	1				2
Çok amaçlı optimizasyon		2				2
Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık		1				1
Gauss Proses Regresyon	1					1
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık	4	32	3			39
Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları ve Anfis		1				1
Bulanık Mantık ve Doğrusal Programlama		1				1
Bulanık Mantık ve Derin Öğrenme		1				1

Çalışma Yöntemleri	Çalışma Türleri					
	Bildiri	Makale	Yüksek Lisans Tezi	Doktora Tezi	Kitap	Toplam
Anfis ve Regresyon		15	2	2		19
Bulanık Doğrusal Programlama ve Makine Öğrenme		1				1
Bulanık Mantık ve Gri Tahmin Modeli				1		1
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis		3		1		4
Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları		3				3
Yapay Sinir Ağları ve Anfis		4	3	1		8
Bulanık Zaman Serileri ve Anfis		1				1
Bulanık Mantık ve Anfis		3				3
Anfis ve Genetik Algoritmalar				1		1
Yarı Denetimli Öğrenim		1				1

Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yapılan çalışmaların türüne göre dağılımında, makine öğrenmesi, bulanık mantık yöntemleri, anfis ile literatür taraması yönteminin en çok kullanılan yöntemler olduğu tespit edilirken, makale çalışmalarının daha fazla yapıldığı tespit edilmiştir.

3.3.1.3. Yöntemlerin Yıllara Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmalarda hangi yıllarda hangi yöntemlerin kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımları Tablo 3.10’da verilmektedir:

Tablo 3.10. Yöntemlerin Yıllara Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Yöntemleri	Çalışma Yılları					
	1965-2000	2001-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2023
Genetik Algoritma					1	
Takviyeli Öğrenme						2
Analitik Ağ Süreci (ANP)		1				
Bulanık Ahp			1	1		1
Diamond model					1	
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları				4	2	8
Nesnelerin İnterneti						1
Bulanık Mantık	1	2	5	4	9	9
Literatür taraması	2	12	12	15	14	15
Makine Öğrenmesi		1	1	2	7	19
Bulanık Doğrusal Programlama			1		1	
Denetimsiz Makine Öğrenmesi					1	1
Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi						1
Bayes Ağları					1	3
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme				1		1
Bulanık Hedef Programlama			1			
Yapay Sinir Ağları			2	2		1

Çalışma Yöntemleri	Çalışma Yılları					
	1965-2000	2001-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2023
Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri				1		
Yapısal Eşitlik Modeli			1			1
Parçacık Sürü Optimizasyonu						1
Stokastik Modelleme			1			
Dematel					1	
Karma Tamsayı Doğrusal Programlama						1
Regresyon					1	1
Bulanık Kümeleme					1	1
Güçlü Optimizasyon				1		1
Anfis ve Bulanık C ortalamalar					1	
Anfis				2	8	12
Ahp				1		
Karmaşık Ağ Teorisi					1	
Logaritmik çoklu regresyon					1	
Eulerian and Lagrangian yaklaşımı			1			
Scor						2
Denetimli Makine Öğrenme					1	1
Çok amaçlı optimizasyon				1		1
Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık				1		
Gauss Proses Regresyon					1	
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık				5	12	22
Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları ve Anfis						1
Bulanık Mantık ve Doğrusal Programlama						1
Bulanık Mantık ve Derin Öğrenme						1
Anfis ve Regresyon				4	9	6
Bulanık Doğrusal Programlama ve Makine Öğrenme						1
Bulanık Mantık ve Gri Tahmin Modeli						1
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis					1	3
Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları					1	2
Yapay Sinir Ağları ve Anfis				1	3	4
Bulanık Zaman Serileri ve Anfis			1			
Bulanık Mantık ve Anfis					1	2
Anfis ve Genetik Algoritmalar						1
Yarı Denetimli Öğrenim				1		

Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımında, makine öğrenmesi, bulanık mantık yöntemi, anfis ve bunların birlikte kullanıldığı çalışmalar yoğun olarak görülürken, 2000 yılından günümüze artarak gelen bir ilgi olduğu ve en çok 2020-2023 yılları arasında, en az ise 1965-2000 yılları arasında çalışma yapıldığı görülmüştür.

3.3.1.4. Yöntemlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların yöntemlerinin yapısal özelliklere göre dağılımları belirlenmiştir. Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yapısal özelliklere göre dağılımları Tablo 3.11’de verilmektedir:

Tablo 3.11. Yöntemlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Yöntemleri	Yapısal Özellikler		
	Nicel	Nitel	Toplam
Genetik Algoritma	1		1
Takviyeli Öğrenme	2		2
Analitik Ağ Süreci (ANP)	1		1
Bulanık Ahp	2	1	3
Diamond model		1	1
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları	13	1	14
Nesnelerin İnterneti	1		1
Bulanık Mantık	24	6	30
Literatür taraması	23	47	70
Makine Öğrenmesi	26	4	30
Bulanık Doğrusal Programlama	2		2
Denetimsiz Makine Öğrenmesi	2		2
Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi	1		1
Bayes Ağları	4		4
Yorumlayıcı Yapısal Modelleme	2		2
Bulanık Hedef Programlama	1		1
Yapay Sinir Ağları	4	1	5
Makine Öğrenmesi ve Büyük Veri	1		1
Yapısal Eşitlik Modeli	2		2
Parçacık Sürü Optimizasyonu	1		1
Stokastik Modelleme	1		1
Dematel	1		1
Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	1		1
Regresyon	2		2
Bulanık Kümeleme	2		2
Güçlü Optimizasyon	1	1	2
Anfis ve Bulanık C ortalamalar	1		1
Anfis	22		22
Ahp	1		1
Karmaşık Ağ Teorisi	1		1
Logaritmik çoklu regresyon	1		1
Eulerian and Lagrangian yaklaşımı	1		1
Scor	2		2
Denetimli Makine Öğrenme	2		2
Çok amaçlı optimizasyon	2		2
Uzman Sistemler ve Bulanık Mantık	1		1
Gauss Proses Regresyon	1		1
Makine Öğrenme ve Bulanık Mantık	37	2	39
Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları ve Anfis	1		1
Bulanık Mantık ve Doğrusal Programlama	1		1
Bulanık Mantık ve Derin Öğrenme	1		1
Anfis ve Regresyon	19		19

Çalışma Yöntemleri	Yapısal Özellikler		
	Nicel	Nitel	Toplam
Bulanık Doğrusal Programlama ve Makine Öğrenme	1		1
Bulanık Mantık Ve Gri Tahmin Modeli	1		1
Makine Öğrenme, Yapay Sinir Ağları ve Anfis	4		4
Makine Öğrenme ve Yapay Sinir Ağları	3		3
Yapay Sinir Ağları ve Anfis	8		8
Bulanık Zaman Serileri ve Anfis	1		1
Bulanık Mantık ve Anfis	3		3
Anfis ve Genetik Algoritmalar	1		1
Yarı Denetimli Öğrenim	1		1

Çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yapısal özelliklere göre dağılımı incelendiğinde, nicel çalışmaların sayısının nitel çalışmalara göre daha çok olduğu görülmüştür.

3.3.1.5. Sektörlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan bildiri, makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve kitaplar incelenmiştir. Çalışmaların yapıldığı sektörlerin yapılan çalışma türüne göre dağılımları Tablo 3.12’de verilmektedir:

Tablo 3.12. Sektörlerin Çalışma Türlerine Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Sektörü	Çalışma Türü					Toplam
	Bildiri	Makale	Yüksek Lisans Tezi	Doktora Tezi	Kitap	
İnşaat		6				6
Lojistik		16		1	3	20
İçecek		1				1
Havacılık ve Uzay			2		1	3
Demiryolu		1				1
Tarım		6	1	1		8
Kimya		8		2		10
Sağlık	1	18		3		22
Eğitim	1	11	1			13
Genel	1	47	1		16	65
Geri Dönüşüm		2		1		3
Tekstil		6	1	1		8
Elektronik	1	10	1			12
Petrol		6		1		7
Otomotiv		5	1	1		7
Hizmet	1	4	1	2		8
Yazılım		8				8
Çelik		4				4
Bilişim	2	8		1		11
Kamu		7	3	2		12
Perakende	1	5		1		7
İmalat		20	2			22
Enerji	2	5	5	1		13
Gıda		4			1	5
Finans		10				10
Plastik		1				1
Ekonomi		3				3
Telekomünikasyon		1				1
Ağaç Sanayi		2		1		3
Doğal Taş		3	2			5
Çimento		2				2
Metal				1		1

Çalışmaların yapıldığı sektörlerin çalışmaların türüne göre dağılımı incelendiğinde, en çok imalat ve sağlık alanında faaliyet gösteren alanlarda çalışma yapıldığı görülürken, en çok makale çalışmasının yapıldığı görülmüştür.

3.3.1.6. Sektörlerin Yıllara Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmalarda hangi yıllarda hangi sektörlerde çalışma yapıldığı belirlenmiştir. Çalışmaların yapıldığı sektörlerin çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımları Tablo 3.13'te verilmektedir:

Tablo 3.13. Sektörlerin Yıllara Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Sektörü	Çalışma Yılları						Toplam
	1965-2000	2001-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2023	
İnşaat				4	1	1	6
Lojistik		2	4	4	2	8	20
İçecek						1	1
Havacılık ve Uzay					1	2	3
Demiryolu					1		1
Tarım				2	1	5	8
Kimya			1	2	2	5	10
Sağlık			1		8	13	22
Eğitim		1	1	2	4	5	13
Genel	1	8	12	16	15	13	65
Geri Dönüşüm					1	2	3
Tekstil		1		3	2	2	8
Elektronik		2	1	1	1	7	12
Petrol					1	6	7
Otomotiv					3	4	7
Hizmet			2	1	3	2	8
Yazılım	1			1	2	4	8
Çelik				1	2	1	4
Bilişim	1			2	4	4	11
Kamu				2	6	4	12
Perakende				1	2	4	7
İmalat			1	3	6	12	22
Enerji					5	8	13
Gıda		1	2			2	5
Finans				1	2	7	10
Plastik				1			1
Ekonomi					1	2	3
Telekomünikasyon		1					1
Ağaç Sanayi			1		1	1	3
Doğal Taş			1		1	3	5
Çimento						2	2
Metal					1		1

Çalışmaların yapıldığı sektörlerin çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımında, en çok imalat ve sağlık alanı sektörlerinde çalışma yapıldığı tespit edilirken, en çok 2020-2023 yılları arasında en az ise 1965-2000 yılları arasında çalışma yapıldığı görülmüştür.

3.3.1.7. Sektörlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların olduğu sektörlerin, çalışmaların yapısal özelliklere göre dağılımları belirlenmiştir. Çalışmaların yapıldığı sektörlerin, çalışmaların yapısal özelliklere göre dağılımları Tablo 3.14’te verilmektedir:

Tablo 3.14. Sektörlerin Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Sektörü	Yapısal Özellikler		
	Nicel	Nitel	Toplam
İnşaat	3	3	6
Lojistik	18	2	20
İçecek	1		1
Havacılık ve Uzay	2	1	3
Demiryolu		1	1
Tarım	6	2	8
Kimya	10		10
Sağlık	22		22
Eğitim	10	3	13
Genel	29	36	65
Geri Dönüşüm	3		3
Tekstil	6	2	8
Elektronik	11	1	12
Petrol	7		7
Otomotiv	6	1	7
Hizmet	7	1	8
Yazılım	8		8
Çelik	4		4
Bilişim	8	3	11
Kamu	10	2	12
Perakende	6	1	7
İmalat	21	1	22
Enerji	13		13
Gıda	5		5
Finans	9	1	10
Plastik	1		1
Ekonomi	3		3
Telekomünikasyon		1	1
Ağaç Sanayi	3		3
Doğal Taş	5		5
Çimento	2		2
Metal	1		1

Çalışmaların yapıldığı sektörlerin yapısal özelliklere göre dağılımında, en çok çalışmanın imalat ve sağlık sektörlerinde yapıldığı tespit edilirken, nicel çalışmaların sayısının nitel çalışmalara göre daha çok olduğu görülmüştür.

3.3.1.8. Çalışma Türlerinin Yıllara Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında hangi yıllarda hangi tür çalışmaların yapıldığı belirlenmiştir. Çalışma türlerinin yapıldığı yıllara göre dağılımları Tablo 3.15'te verilmektedir:

Tablo 3.15. Çalışma Türlerinin Yıllara Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Türleri	Çalışma Yılları						
	1965-2000	2001-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019	2020-2023	Toplam
Bildiri		1	1	1	5	2	10
Makale	3	12	17	35	56	107	230
Yüksek Lisans Tezi		1	2		10	8	21
Doktora Tezi			3	3	6	8	20
Kitap		2	4	8	2	5	21
Toplam	3	16	27	47	79	130	302

Çalışma türlerinin çalışmaların yapıldığı yıllara göre dağılımında, en çok makale çalışmasının yapıldığı tespit edilirken, 2000 yılından günümüze artarak gelen bir ilgi olduğu ve en çok 2020-2023 yılları arasında, en az ise 1965-2000 yılları arasında çalışma yapıldığı görülmüştür.

3.3.1.9. Çalışma Türlerinin Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların türlerinin yapısal özelliklere göre dağılımları belirlenmiştir. Yapılan çalışma türlerinin yapısal özelliklere göre dağılımları Tablo 3.16'da verilmektedir:

Tablo 3.16. Çalışma Türlerinin Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri

Çalışma Türleri	Yapısal Özellikler		
	Nicel	Nitel	Toplam
Bildiri	9	1	10
Makale	180	50	230
Yüksek Lisans Tezi	21		21
Doktora Tezi	20		20
Kitap	8	13	21
Toplam	238	64	302

Yapılan çalışmaların yapısal özelliklere göre dağılımında, en çok makale çalışmasının yapıldığı tespit edilirken, nicel çalışmaların sayısının nitel çalışmalara göre fazla olduğu görülmüştür.

3.3.1.10. Yayın Yıllarının Yapısal Özelliklere Göre Dağılımı

Araştırmanın konusuyla alakalı 1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların yapısal özelliklere göre dağılımları belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların yayınlandığı yılların yapısal özelliklere göre dağılımları Tablo 3.17’de verilmektedir:

Tablo 3.17. Yayın Yıllarının Yapısal Özelliklere Göre Dağılım Adetleri

Yayın Yılları	Yapısal Özellikler		
	Nicel	Nitel	Toplam
1965-2000	2	1	3
2001-2004	4	12	16
2005-2009	17	10	27
2010-2014	33	14	67
2015-2019	66	13	79
2020-2023	116	14	130
Toplam	238	64	302

Çalışmaların yapıldığı yılların yapısal özelliklere göre dağılımında, en çok 2020-2023 yıllarında, en az ise 1965-2000 yılları arasında çalışma yapıldığı tespit edilirken, nicel çalışmaların sayısının nitel çalışmalara göre fazla olduğu görülmüştür.

3.3.2. Literatür Değerlendirmesi

Tedarik zincirlerinde meydana gelen kırılmaların yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemleriyle tahmin edilmesi konusunun daha iyi anlaşılması adına literatür taramasının yapıldığı bu bölümde çalışmalar sistematik olarak gruplandırılmıştır. Bu kapsamda ulaşılan çalışmaların yapısal ve içerik analizleri yapılarak değerlendirilmelerde bulunulmuştur.

1965-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların incelendiği literatür taramasının 302 çalışmasındaki bilgilere göre, tez konusuyla alakalı olarak 51 farklı yöntem kullanılarak çalışma yapıldığı tespit edilmektedir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, araştırmada kullanılan yöntemler açısından ilk sırada 70 adet çalışmayla literatür taraması, ikinci sırada 39 adet çalışmayla makine öğrenme yöntemi ve bulanık mantık yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmalar, üçüncü ve dördüncü sırada 30’ar adet çalışmayla özellikle son yıllarda daha çok kullanılan makine öğrenmesi yöntemi ile bulanık mantık yöntemi yer almaktadır. İki farklı yöntem kullanılarak kıyaslama yapılan

çalışmalarda ise anfis ve regresyon yöntemleri öne çıkmaktadır. Tez konusu ile ilgili olarak 32 farklı sektörde çalışma yapıldığı tespit edilmektedir. Analiz sonuçlarına bakıldığında, araştırmanın yapıldığı sektörler olarak ilk sırada 65 adet çalışmayla tüm sektörlerle hitap edilmekte, ikinci sırada 22’şer adet çalışmayla sağlık ve imalat sektörü, üçüncü sırada 20 adet çalışmayla lojistik sektörü gelmektedir. Literatür taraması yapılırken çalışma konusuyla alakalı olarak 1965-2023 yılları arasında bildiriler, makaleler, yüksek lisans tezleri, doktora tezleri ve kitaplar incelenmiştir. Bu kapsamda 10 adet bildiri, 230 adet makale, 21 adet yüksek lisans tezi, 20 adet doktora tezi ve 21 adet kitap incelenmiştir. Literatür taraması kapsamında çalışmalara bakıldığında 238 adet nicel, 64 adet nitel çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda 2020-2023 döneminde 130 adet çalışma sayısı en yüksek rakam olarak belirlenmiştir.

Literatür taramasındaki çalışmalar incelendiğinde, makine öğrenmesi yöntemleri, anfis ve bulanık mantık yöntemlerinin bu alanda yapılan çalışmalara öncülük ettiği tespit edilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmamızda bu yöntemlerin kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan çalışmalar detaylı incelendiğinde tedarik zincirindeki kırılma risklerinin yapay zekâ yöntemleriyle tahmini tek sektör özelinde gerçekleştirilmiş, aynı çalışmada farklı sektörlerde yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmamızla beraber farklı sektör ve lokasyonlarda yer alan işletmeler için ortak risk metodolojisinin kurulacak olması çalışmaya özgünlük katmaktadır. Çalışmayı özgün kılan başka bir özelliği ise bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve makine öğrenmesi yöntemi olan regresyon gibi farklı yapay zekâ uygulamalarının aynı çalışmada kullanılarak karşılaştırılması ve performans çıktısına göre değerlendirilmiş olmasıdır. Literatür incelendiğinde konu özelinde yapılan çalışmalarda veri kaynağı olarak müşteri şikayetleri, uzman görüşleri kullanılmış, bu çalışmada ise uzman görüşlerine ek olarak kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları kullanılmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmanın özgün olması ve literatürdeki önemli bir eksikliğin giderilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİYLE TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY İŞLETMELERİNDE BİR UYGULAMA

Yapılan bu çalışmada detaylı bir literatür çalışması yapıldıktan sonra saha uygulaması için farklı sektörlerde hizmet veren Kızılay İşletmeleri verileri kullanılmıştır. Uygulama çalışmamızın detaylı anlatıldığı kısımlar devam eden bölümlerde verilmiştir.

4.1. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı; işletmelerin tedarik zincirlerinde oluşabilecek kırılmaların önceden tahmin edilmesine yönelik bir model önerisi sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda farklı sektörlerde yer alan işletmelerin tedarik zincirlerindeki ortak riskleri belirlemek ve analiz etmek, ortak risklerin tedarik zincirlerindeki kırılma olasılıklarını tahmin etmek, bu ortak risklere karşı uygun stratejiler geliştirmek hedeflenmektedir. Bu kapsamda Kızılay İşletmelerinde saha uygulaması yapılarak bu amaç doğrultusunda uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin tedarik zinciri üst düzey yöneticileriyle görüşmeler yapılmış, kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları incelenerek her işletme özelinde riskler belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu riskler içinden ortak riskler filtrelenerek tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine sunulup, tedarik zincirlerindeki meydana gelme olasılık ve etki değerleri puanlandırılmıştır. Bu veriler üzerinden bulanık mantık yapay zekâ yöntemi kullanılarak sağlanan çıktılar, anfis ve regresyon yöntemlerinde gerçekleşen değer olarak kullanılıp anfis ve regresyon yönteminde risklerin tedarik zincirinde kırılma olasılıkları tahmin edilmiştir. Anfis ve regresyon yöntemlerinin uygunluk değerleri çeşitli istatistiki performans ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan bulanık mantık, anfis ve regresyon yöntemlerinin matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak, kullanıcı arayüz tasarımı oluşturulup dinamik bir sistem modeli geliştirilmiştir. Bu yapay zekâ uygulamalarıyla hazırlanan modellerin çalıştırılmasıyla her riskin meydana gelmesi durumunda tedarik zincirinin kırılma olasılığı belirlenmiş ve bu kırılma olasılığına karşı uygulanması gereken strateji türü önerilmiştir.

Geliştirilen bu model sayesinde, farklı sektörlerde yer alan işletmelerin tedarik zincirinde kırılma riski henüz gerçekleşmeden tedarik zinciri yöneticilerine önceden haber vermek mümkün olmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmanın bir erken uyarı sistemi olarak kullanılması planlanmaktadır.

4.2. Çalışmanın Problemleri ve Modeli

Günümüzde yaşanan gelişmeler sonucunda tedarik zincirlerinin kırılmadan yönetilebilir ve sürdürülebilir olması işletmelerin devamlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda beş farklı sektöre hizmet veren Kızılay İşletmeleri tedarik zincirleri detaylı bir şekilde araştırılmıştır. Bu çerçevede beş ana araştırma problemi belirlenmiştir.

Problem 1: Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalar hangi risklerle ilişkilendirilebilir?

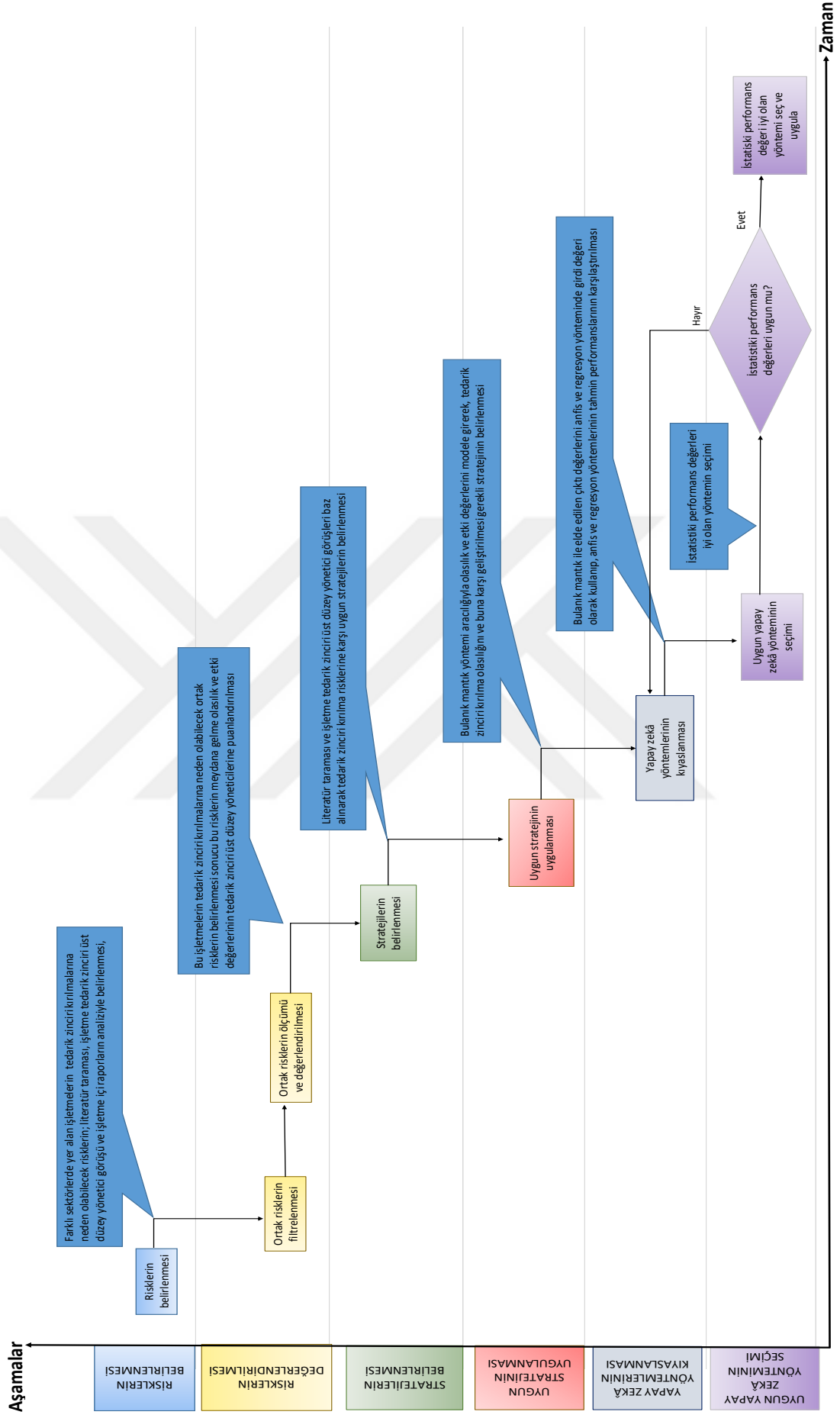
Problem 2: Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalara yol açan ortak riskler nelerdir?

Problem 3: Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalara yol açan ortak riskler nasıl önceliklendirilebilir?

Problem 4: Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde bir risk meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı nasıl hesaplanabilir?

Problem 5: Kızılay İşletmeleri tedarik zincirindeki kırılmaya neden olan riskin olasılık ve etki derecesinin büyüklüğü dikkate alındığında gerçekleşen riske karşı hangi stratejiler uygulanmalıdır?

Kızılay İşletmeleri tedarik zincirindeki araştırmalar sonucunda tespit edilen problemlerden yola çıkarak benzer sektörlerde faaliyetlerine devam eden işletmelerin de faydalanabileceği uygun bir model geliştirilmiştir. Bu problemler çerçevesinde uygulama sürecinde izlenen adımlara yönelik olarak hazırlanan ve benzer sektörlerde faaliyet gösteren tüm işletmelerin faydalanabileceği model Şekil 4.1.'de verilmektedir:



Şekil 4.1. Uygulama Çalışması Modeli

Tedarik zincirlerinin yaşanan olaylardan dolayı kırılgan yapıda olması bu alana yönelik önemli çalışmaların yapılmasına dayanak oluşturmuştur. Tedarik zincirlerindeki kırılmaları önlemek, oluşabilecek kayıpları minimize etmek amacıyla önemli yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamalarından faydalanılmaktadır. Önemi giderek artan yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemlerini özümseyerek, işletme tedarik zincirleri yönetiminde aktif bir şekilde kullanmak işletmelerin devamlılığı açısından zorunlu bir hâl almıştır. Çalışma kapsamında önerilen bu model çalışması beş farklı sektöre hizmet veren Kızılay İşletmelerinde önemli yapay zekâ yöntemlerini kullanarak başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

4.3. Uygulama Yapılan İşletmeler Hakkında Genel Bilgiler

Kızılay İşletmeleri, Kızılay'ın insani yardım faaliyetlerine düzenli kaynak sağlaması ve ihtiyaçlarına çözüm üretmesi için kurulmuştur. Kızılay İşletmeleri, Kızılay adına sosyal etki yatırımcılığında bulunmaktadır. Odağında insana fayda olan alanlarda faaliyetlerini devam ettirmekte ve iştirakleriyle beraber ürettiği kaliteli ürün ve hizmetlerle Kızılay misyonuna uygun, kalıcı ve sürdürülebilir şekilde hizmet etmektedirler. Bu faaliyetlerle gelir sağlanmakta ve bütün kazançların tamamını Kızılay'a aktarmaktadırlar. Kızılay İşletmeleri; insanın ve toplumun güçlü kılınması, afetlerden ve yoksulluktan doğan insan ıstırapının azaltılması için kurulmuştur. Bu işletmeler Kızılay'ın en büyük destekçisi konumunda olup aralıksız faaliyetlerini sürdürmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/hakkimizda/sirket-profil/> 15.12.2023).

Bu çalışma Kızılay İşletmeleri bünyesinde bulunan, beş farklı sektöre hizmet veren, farklı lokasyonlarda faaliyetlerini devam ettiren beş farklı işletme özelinde gerçekleştirilmiştir. Bu işletmeler; Kızılay Lojistik, Kızılay İçecek, Kızılay Sağlık, Kızılay Çadır & Tekstil, Kızılay Sistem Yapı'dır. Bu işletmelerin seçilmesinin nedenlerini; üretim ve hizmet sektörlerinde faaliyette bulunmaları ile Kızılay İşletmeleri arasında en yüksek ciroya ulaşmaları şeklinde açıklayabiliriz.

4.3.1. Kızılay Lojistik A.Ş.

Kızılay Lojistik, Kızılay'ın faaliyetlerine lojistik destek sağlama ve mali kaynak oluşturma hedefiyle 2020 yılı Temmuz ayında kurulmuştur. Kızılay Lojistik, bir Kızılay

İşletmesi olarak sektörde faaliyetlerini devam ettirmektedir. Kızılay'ın yüz elli yılı aşkın ve güçlü alt yapısıyla hem dernek hem de diğer müşterileri için operasyonel mükemmellik ilkelerine uygun lojistik planlama, depo ve nakliye hizmetleri vermektedir. Bulunduğu sektörde işlem hacmini her geçen gün artıran Kızılay Lojistik müşterilerine en uygun maliyette ve zamanda hizmetlerini sağlamaktadır. Kızılay Lojistik gelenekselleşen hızlı faaliyet yeteneği ve inovatif sürekli iyileştirme uygulamalarıyla geçmişten geleceğe en verimli, etkili ve güvenilir lojistik operasyon örneklerini kesintisiz şekilde sunmaktadır (<https://www.kizilaylojistik.com.tr/kurumsal/hakkimizda/sirket-profil/> 15.12.2023).

Kızılay Lojistik başta Kızılay olmak üzere, kamu kurumlarına, ulusal ve uluslararası yardım kuruluşlarına ve diğer müşterileri için tedarik zinciri süreçlerinde gereken bütün alanlarda verimli, etkin, sürekli geliştirilen entegre lojistik hizmetleri sunmaktadır. Kızılay'ın beş kıtaya yayılmış, iyilik ve yardım faaliyetlerine kaynak sağlamaktadır. Kızılay Lojistik 2022 yılında 7.835 teslim noktasına 4.799.887 kilometre mesafe katederek 141.925.043 kilogram malzeme taşımıştır. Kızılay Lojistik devam eden kan lojistik operasyonları altyapısı üzerine sağlık lojistiği operasyonlarını inşa etmeyi planlamaktadır. 2022 yılında 18 bölge kan merkezi, 85 kan alma birimi, 68 kan bağış merkezi ve 1.144 hastaneye hizmet vermektedir. Kızılay Lojistik filosunda 1.000 araç ve 28 mikro dağıtım aracı bulunmaktadır. 2022 yılında 4.322 tırla Suriye'ye buğday sevkiyatı, 2.000 kutu, 100 palet, 17.000 hijyen kitini Polonya Lublin yardım sevkiyatı, 60.000 koli Ukrayna Kızılhaç, 3.000 koli Bulgaristan Kızılhaç olmak üzere uluslararası lojistik operasyonlarını yürütmüştür. 2022 yılında yurt içinde 32 adet insani yardım lojistik merkezi, 2 adet ticari operasyon merkezi, 18 adet bölge kan merkezi, 5 adet ikinci el tekstil operasyonları merkezi ile 35.166 palet kapasitesine ulaşmıştır. Bünyesinde 436 çalışanı bulunan Kızılay Lojistik işgücü istihdamına 2023 yılında devam etmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/medya/dokumanlar/> 15.12.2023).

4.3.2. Kızılay İçecek A.Ş.

Kızılay İçecek, zengin hâle getirdiği ürün portföyü, ar-ge ve inovasyon yatırımlarıyla; sağlıklı içecekler sektöründe lider içecek işletmesi olma vizyonuyla yerel ve global faaliyetlerine devam eden bir Kızılay İşletmesidir. Kazanılan gelirlerin tamamı Kızılay'a aktarılmakta ve insani yardım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Kızılay İçecek, güçlü kurumsal yapısıyla, ileri teknolojiye sahip fabrikalarıyla, sürekli kalite anlayışıyla,

ar-ge çalışmalarıyla ve yaptığı yeni yatırımlarla içecek sektörünün önde gelen işletmeleri arasında bulunmaktadır. Üretim kalitesini ve doğallığını asla bozmayan Afyonkarahisar ve Erzincan kaynaklarından aldığı muhteşem mineral kaynağını 25 adet düzenli, 2 adet müşteriye özel ve 2 dönemsel üretim olmak üzere 29 farklı lezzette tüketicilerine ulaştırmaktadır. Ürün çeşitleri arasında doğal aromalı maden suyu, meyveli maden suyu, sade maden suyu, maden suyundan üretilen gazoz ve limonata yer almaktadır (<https://www.kizilayicecek.com.tr/kurumsal/hakkimizda/sirket-profil/> 15.12.2023).

Kızılay İçecek, 2022 yılı itibariyle Afyonkarahisar ve Erzincan işletmelerinde 6 üretim hattıyla yılda 1.5 milyar şişe kapasitesini kullanarak 5 kıtaya ihracat yapmakta ve güçlü dağıtım ağıyla 150.000 noktaya hizmet vermektedir. Kızılay İçecek bünyesinde var olan çeşitli maden suyu ürünleri Türkiye'nin ulusal ve yerel tüm market zincirlerinde, indirim marketlerinde ve bakkal kanalında tüketiciyle buluşmaktadır. Aynı zamanda kanallara özel geliştirdiği ürün yelpazesıyla müşterilerinin özel ürün ihtiyaçlarını da karşılamaktadır. Özelleştirilmiş ürünler hazırlanan iş ortaklarından bazıları; A101, Migros, Bim'dir. Kızılay İçecek İşletmesinin tedarik zinciri uygulamaları temelinde sürdürülebilirlik, verimlilik ve kapsayıcılık yer almaktadır. Tedarik zinciri çalışmaları, izlenebilirlik ve bütünlük anlayışı ile son ürün kalitesi ve güvenliğini sağlamak adına uçtan uca yürütülmektedir. 250 üstü onaylı tedarikçi ile iş birliği ve alternatif tedarikçi yaratma ve fırsat alımları sayesinde maliyet optimizasyonunu sağlamaktadır. Günde 100 araç ve üzeri mamul sevkiyatı gerçekleştiren işletme, günde 60 araç ve üzeri hammadde kabulü ve Kızılay Lojistik iş birliği ile 10.000 farklı noktaya ulaşım sağlamaktadır. 2022 yılında 283 çalışanı bulunan Kızılay İçecek İşletmesi, 2023 yılında yeni işgücü istihdamlarında bulunarak faaliyetlerini artırarak büyümeye devam etmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/medya/dokumanlar/> 15.12.2023).

4.3.3. Kızılay Sağlık A.Ş.

Kızılay Sağlık, gelişmiş tıbbi donanımıyla ve eğitimli personeliyle hastaların kendini güvende hissedebileceği, hasta haklarına saygılı bir ortamda, bilgili, güler yüzlü, özveri ile çalışan kadrosuyla; kaliteden ödün vermeden, modern teşhis ve tedavi yöntemlerini kullanan bir sağlık kuruluşudur. Hasta-çalışan memnuniyetini ön planda tutan, yasal mevzuatlar çerçevesinde sürekli iyileşen ve gelişen bir sağlık hizmeti sunan Kızılay İşletmesi olarak faaliyetlerini kesintisiz bir şekilde devam ettirmektedir.

Kazanılan gelirlerin tamamı Kızılay’a aktarılmakta ve insani yardım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. (<https://www.kizilaysaglik.com.tr/kurumsal/hakkimizda/biz-kimiz/> 15.12.2023).

Kızılay Sağlık; 4 tam donanımlı hastane, iki tıp merkezi, 200’ü hekim olmak toplam 1.500’e yakın çalışanıyla müşterilerine hizmet sunmaktadır. Kızılay Sağlık, vizyonu ve toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda yatırımlarına belirlenen plan çerçevesinde devam etmektedir. Bünyesinde bulunan İstanbul Kartal Hastanesi, Konya Hastanesi, Kayseri Hastanesi, İstanbul Kağıthane Hastanesi, İstanbul Bakırköy Tıp Merkezi, İstanbul Altıntepe Tıp Merkezi ile yılda ortalama yedi yüz elli bin kişiye güvenilir sağlık hizmetleri sağlamak ve yılda yaklaşık yirmi iki bin cerrahi müdahale gerçekleştirebilmektedir. 2022 yılında 887.798 ayakta hasta sayısı, 25.355 yatan hasta sayısı, 21.120 ameliyat sayısına ulaşmıştır. Yerli medikal ekipman tedarikçileri arasında ülkemizin bu alanda öncü olan Bıçakçılar, Nüve, Üzümcü, Meissa gibi işletmeler bulunurken ABD, Almanya ve Çin gibi ülkelerden de ithal edilen tıbbi cihazlar bulunmaktadır. Kızılay Sağlık, özel hastane hizmetlerini ulaşılabilir fiyat politikasıyla insanlık hizmetine sunmakta ve alanında öncü olmak için faaliyetlerini sürdürmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/medya/dokumanlar/> 15.12.2023).

4.3.4. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.

Kızılay Çadır & Tekstil; çadır, kişisel koruyucu ekipman ve tekstil alanında gereksinim duyulan ürünleri en üst kalite standartlarında ve yenilikçi bir bakışla üretip, en hızlı şekilde çözümler sunmaktadır. Afetlerden etkilenen insanlara barınma alanında da yardım etmek hedefiyle Kızılay tarafından 1954 yılında kurulan çadır dikim tesisi yıllar içinde büyümüş, Kızılay’ın çadır üretim yetenekleri her geçen gün artmıştır. Sektördeki uzmanlık ve teknolojisini geliştirip ürün portföyünde ve satış kanallarında çeşitlendirmeler yapmıştır. Ankara ve Erzincan üretim merkezlerinde kendi faaliyet alanında gereksinim duyulan ürünleri en üst kalite standartlarında ve yenilikçi bir bakışla üreterek en hızlı şekilde çözümler sunmaktadır. Kızılay Çadır & Tekstil bir Kızılay İşletmesidir. Çadır ve tekstil faaliyetlerinden kazanılan gelirlerin tamamı Kızılay’a aktarılmakta ve bu gelirler insani yardım faaliyetlerinde kullanılmaktadır (<https://www.kizilaycadirtekstil.com.tr/hakkimizda/kurumsal/sirket-profil/> 15.12.2023).

Kızılay Çadır & Tekstil; Ankara’da bulunan çadır üretim işletmesi ve Erzincan’da bulunan bakım onarım tesisiyle, yurt içi ve yurt dışı insani yardım çalışmalarında uzun süreli kullanılan üst kalite afet çadırlarının temel üreticisi konumundadır. Bireysel yatırımcılara ulaşmak için hayvancılık çadırı, son tüketiciye ulaşabilmek için kamp çadırı, otel, restoran, büyük kurumlar ve siteler için mermerli şemsiye ve mola çadırı, Umke için kampet, Türkiye Diyanet Vakfı için hava kanallı mescit çadırı, Afad ve yurtiçi/yurtdışı STK’lar için ise afet çadırının yeni versiyonu ve mülteci çadırı üretimleri başlamıştır. Tekstile özel bünyesinde tasarımcı ekibiyle kurumların ihtiyaçları paralelinde koleksiyon çalışmaları sunmaktadır. Bu kapsamda Kızılay Derneği’nin kıyafetlerinin yanında IFRC, Türkiye Diyanet Vakfı, Yeşilay, Eti Maden, Acil Sağlık ve Umke’nin de kıyafetleri tasarlanıp üretilerek teslim edilmiştir. Zamanla kazandığı bilgi birikimi ve sahip olduğu modern ve yüksek kapasiteli tesisleriyle ülkemize ve dünyaya yeni, modern çadır modelleri sunarak sektörde kayda değer derecede konuma sahiptir. Hammadde tedarikçileri arasında tekstil sektörüne yön veren ülkemizin güzide işletmeleri ile Hindistan, Çin gibi dünya ekonomisine yön veren ülkeler bulunmaktadır. Yılda 360.000 adet afet çadırı, 18.000 adet mülteci shelter çadırı, 9.000 adet çardak çadırı, 1.800 adet hava kanallı çadır, 600 adet hayvancılık çadırı, 750 adet hava kanallı mescit çadırı, 3.000 adet outdoor çadırı, 600 adet sera çadırı üretim kapasitesine sahip işletme, bu ürünleri savaşlardan ve afetlerden etkilenen insanlara ulaştırmanın yanında kullanıcılara özgü bireysel satış da yapmaktadır. 2022 yılında bünyesinde 135 adet çalışanı olan işletme, işgücü istihdamlarına 2023 yılında da artarak devam etmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/medya/dokumanlar/> 15.12.2023).

4.3.5. Kızılay Sistem Yapı A.Ş.

Kızılay Sistem Yapı, yeni nesil yapı ve sistemler geliştirmek için kurulan, daha güvenli ve mutlu yaşam koşulları için erişilebilir ve yenilikçi barınma sistemleri geliştirip üreten bir Kızılay İşletmesidir. Kazandığı gelirlerin tamamı Kızılay’a aktarılmakta ve insani yardım faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Kızılay Sistem Yapı, geliştirilmiş ön üretimli sistemler ve yeni nesil yapı çözümleri üretmek hedefiyle kurulmuştur. Barınma alanında daha konforlu ve mutlu yaşam koşullarına sahip olunması için sosyal barınma sistemlerini tasarlamakta ve üretmektedir. Ana üretim kalemleri konteyner, prefabrik ve hafif çelik binadır. Ayrıca sektöre çevre dostu ve yenilikçi bir bakış getirmeyi

hedeflemektedir. Endüstriyel, ticari, meskun ve sosyal amaçlı kullanım alanlarına göre esnek ve modüler yapılar tasarlayan işletme; Malatya’da en güncel teknolojik imkanlar ile kurulan fabrikasında, ar-ge alanında yaptığı yatırımlarıyla sektörde rakiplerinden ayrılmaktadır. Yıllık bir milyon m² hafif çelik ve ön üretimli (prefabrik) yapı ile yıllık yetmiş iki bin adet konteyner üretim kapasitesiyle sektörün öncü işletmelerindendir (<https://www.kizilaysistemyapi.com.tr/hakkimizda/kurumsal/sirket-profil/> 15.11.2022).

Kızılây Sistem Yapı hammadde tedarikçileri içinde Rusya ve Çin gibi dünya devlerinin yanı sıra iç piyasada Erdemir, Tosalı, Hekim Holding gibi önemli tedarikçiler vardır. Ürettiği ürünleri Katar, Suriye, İngiltere, Macaristan gibi ülkelere ihracat etmesinin yanında, ülkemizde son dönemde ivme kazanan hızlı tren şantiyeleri, doğalgaz çıkarmak için gerekli olan mobilizasyon şantiyeleri, Toki’nin deprem konutları, köy evleri ve bireysel olarak konut yapmak isteyen iç piyasadaki müşterilerine hizmet vermektedir. 2022 yılı itibarıyla bünyesinde 173 adet çalışanı bulunan işletme işgücü istihdamlarına 2023 yılında da artarak devam etmektedir (<https://www.kizilayyatirim.com.tr/kurumsal/medya/dokumanlar/> 15.12.2023).

4.4. Mevcut Durum Analizi ve Ortak Risklerin Belirlenmesi

Uygulama çalışmasında ilk olarak farklı sektörde yer alan Kızılây İşletmelerinin tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşleri, işletme içi dokümanlar ve literatür kapsamında yapılan araştırmalar dikkate alınarak her işletme özelinde riskler belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu riskler içinden ortak riskler seçilmiştir. Seçilen 110 adet ortak riskin 36 tanesi literatür araştırmasından, 58 tanesi tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşünden ve 16 tanesi de işletme içi dokümanlardan belirlenmiştir. Bu ortak risklerin meydana gelme olasılık ve etki değerleri literatürde yer alan skala baz alınarak tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine puanlandırılmıştır. Bu veriler üzerinden bulanık mantık yapay zekâ yöntemi kullanılarak sağlanan çıktılar, anfis ve regresyon yöntemlerinde gerçekleşen değer olarak kullanılıp anfis ve regresyon yönteminde risklerin tedarik zincirinde kırılma olasılıkları tahmin edilmiştir. Anfis ve regresyon yöntemlerinin uygunluk değerleri çeşitli istatistikî performans ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan bulanık mantık, anfis ve regresyon yöntemlerinin matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak, kullanıcı arayüz tasarımı oluşturulup dinamik bir sistem modeli geliştirilmiştir.

Uygulama çalışmasında ilk olarak Kızılay Lojistik A.Ş. İşletmesi Lojistik Operasyon Müdürü ile birtakım görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede incelenen işletme içi rapor türleri ve sayıları Tablo 4.1.'de verilmektedir:

Tablo 4.1. Kızılay Lojistik A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti

RAPOR TÜRÜ	ADET	ANAHTAR KELİME	TESPİT EDİLEN RİSKLER
Faaliyet Raporları	2	Filo, dijitalleşme, sürdürülebilirlik, kur, yönetim, işbirliği	Araçlar, dijital dönüşümün yetersizliği, ekolojik dönüşüm ve sürdürülebilirlik, kur dalgalanmaları, şirket üst yönetim istikrarı, uluslararası işbirlikleri
Döf Raporları	8	Eğitim, bilinç, yönetim sistemi, küçük çaplı kazalar, alan	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği, standardizasyonun olmaması, düşük seviyede bilgi paylaşımı, hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar, depo alanlarının yetersizliği
Müşteri Şikayet Raporları	7	Ürün hasarı, eksik malzeme sevki, reklam faaliyetlerinin az olması	Kalifiye işgücü eksikliği, kalite oranlarındaki değişkenlik, kritik hata türleri, pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği

Bu raporların incelenmesi, işletme lojistik operasyon müdürü görüşünün alınması ve literatürdeki risklerin eklenmesiyle işletme özelinde 126 adet risk belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu riskler işletme özelinde mi yoksa genel bir risk mi diye gruplandırılmıştır. Kızılay Lojistik A.Ş.'de belirlenen risk ve risk türleri Tablo 4.2.'de verilmektedir:

Tablo 4.2. Kızılay Lojistik A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri

NO	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
1	Ani talep şokları	Genel
2	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	Genel
3	Gümrük gecikmeleri	Genel
4	Kur dalgalanmaları	Genel
5	Küresel enerji darlığı	Genel
6	Ekonomik krizler	Genel
7	İşletme üst yönetim istikrarı	Genel
8	Ticaret politikaları	Genel
9	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	Genel
10	Kalifiye işgücü eksikliği (ağır vasıta sürücüleri vb.)	Genel
11	Bilgi ve haberleşme kesintileri	Genel
12	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	Genel
13	Çatışma ve politik huzursuzluk	Genel
14	İthalat/ihracat sınırlamaları	Genel

NO	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
15	Terörizm	Genel
16	Yolsuzluk	Genel
17	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	Genel
18	Doğal afetler	Genel
19	Pandemiler	Genel
20	Kötü hava şartları	Genel
21	Salgın hastalıklar	Genel
22	Bütçe gücü	Genel
23	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	Genel
24	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
25	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	Genel
26	Ürün veya hizmet kalite yönetim sisteminin etkinliği	Genel
27	Sonsuz kapasite varsayımı	Özel
28	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	Genel
29	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	Genel
30	Boykotlar	Genel
31	Kirlilik (hava, su, toprak)	Genel
32	Enerji fiyatları değişkenliği	Genel
33	Finansal krizler	Genel
34	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	Genel
35	Değişkenlerin fazla olması	Genel
36	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği	Genel
37	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	Genel
38	Standardizasyon olmaması	Genel
39	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	Genel
40	Yavaş bilgi akışı	Genel
41	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	Genel
42	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	Genel
43	Rekabet kurumu	Genel
44	Karbon emisyonu	Genel
45	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik	Genel
46	İşçilik endeksi (işçilik maliyet)	Genel
47	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	Genel
48	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	Genel
49	Hammaddede dışa bağımlılık	Genel
50	Uluslararası işbirlikleri	Genel
51	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	Genel
52	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	Genel
53	Tedarikçiye yakınlık	Genel
54	Tedarik edilen malzeme kalemleri	Genel
55	Tedarikçi sayısı	Genel

NO	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
56	Müşteriye yakınlık	Genel
57	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	Genel
58	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	Genel
59	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	Genel
60	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	Genel
61	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	Genel
62	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	Genel
63	Kalite oranlarındaki değişkenlik (sunulan hizmet kalitesi)	Genel
64	Tedarikçi kalitesi	Genel
65	Kritik hata türleri	Genel
66	Teslimat sürelerinin etkinliği	Genel
67	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	Genel
68	Teknolojik riskler	Genel
69	Tahmin ve planlama riskleri	Genel
70	Ücret kesinti riskleri	Genel
71	Envanter riskleri	Genel
72	Tarım lojistiği	Özel
73	Canlı hayvan lojistiği	Özel
74	Yaz aylarındaki ani fiyat artışları	Özel
75	Navlun krizi	Genel
76	Depo kiralarnın yükselmesi	Özel
77	Tedarik zinciri arz talep planlaması	Genel
78	Dijital dönüşümün yetersizliği	Genel
79	Blockchain teknolojisinin aktif olarak kullanılmaması	Özel
80	Isı dalgaları, kuraklıklar	Genel
81	Trafik ve rut yönetimi	Özel
82	Küresel iklim değişikliği	Genel
83	Turbo marketing etkisi	Özel
84	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	Genel
85	Tesis yetersizliği	Genel
86	Sigortacılık taşıma yapma zorunluluğu	Özel
87	Müşterilerin insourching anlayışını benimsemesi	Özel
88	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	Genel
89	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	Genel
90	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	Genel
91	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Genel
92	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	Genel
93	Ürün depo muhafaza sistemlerindeki yetersizlik	Özel
94	Pazarlamada çekme sisteminin uygulanması	Özel
95	Dağıtım kanallarında aracı seçimi	Genel
96	Hasar yönetimi	Özel

NO	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
97	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	Genel
98	Üçüncü şahıslara verilen zararlar/mali mesuliyet sigortası	Özel
99	Uzun termin süreleri	Genel
100	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	Genel
101	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	Genel
102	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	Genel
103	Çevre kazaları	Genel
104	Yetersiz esneklik	Genel
105	Kritik malzemelerin yetersizliği	Genel
106	Tedarikçi güvenilirliği	Genel
107	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	Genel
108	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılmaması vb.)	Genel
109	Depo alanlarının yetersizliği	Genel
110	Ürün taşımacılık muhafaza sistemlerindeki yetersizlik (perishable cargo)	Özel
111	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
112	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	Genel
113	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	Genel
114	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	Genel
115	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	Genel
116	Kızılay dernek bakış açısı	Genel
117	Tüketici davranışları	Genel
118	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	Genel
119	Beklenmedik sipariş iptalleri	Genel
120	İşletmenin itibarsızlaşması	Genel
121	Siber saldırılar	Genel
122	Yanlış ortak seçimi	Genel
123	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	Genel
124	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	Genel
125	Yabancı sermayenin gelmemesi	Genel
126	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	Genel

Uygulama çalışmasında ikinci sırada Kızılay İçecek A.Ş. İşletmesi Tedarik Zinciri Direktörü ile birtakım görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede incelenen işletme içi rapor türleri ve sayıları Tablo 4.3.'te verilmektedir:

Tablo 4.3. Kızılay İçecek A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti

RAPOR TÜRÜ	ADET	ANAHTAR KELİME	TESPİT EDİLEN RİSKLER
Faaliyet Raporları	2	Makine parkuru, dijitalleşme, onaylı tedarikçi sürdürülebilirlik, kur, yönetim, işbirliği, ar-ge merkezi	Araçların yetersiz olması, üretim teknolojisi, dijital dönüşümün yetersizliği, tedarikçi güvenirliliği, ekolojik dönüşüm ve sürdürülebilirlik, kur dalgalanmaları, şirket üst yönetim istikrarı, uluslararası işbirlikleri, ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar
Döf Raporları	11	Eğitim, bilinç, yönetim sistemi, kayıt	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği, standardizasyonun olmaması, düşük seviyede bilgi paylaşımı, hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar
Kalite İyileştirme Raporları	6	Tedarik edilen malzeme kalite kontrolleri, Kalite proses takibi	Tedarikçi kalitesi, kalite oranlarındaki değişkenlik
Müşteri Şikayet Raporları	9	Talep türü, ürün hasarı, eksik malzeme sevki	Müşteri taleplerindeki değişkenlik, kalifiye işgücü eksikliği, kalite oranlarındaki değişkenlik

Bu raporların incelenmesi, işletme tedarik zinciri direktörü görüşünün alınması ve literatürdeki risklerin eklenmesiyle işletme özelinde 122 adet risk belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu riskler işletme özelinde mi yoksa genel bir risk mi diye gruplandırılmıştır. Kızılay İçecek A.Ş.’de belirlenen risk ve risk türleri Tablo 4.4.’te verilmektedir:

Tablo 4.4. Kızılay İçecek A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri

NO	KIZILAY İÇECEK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
1	Ani talep şokları	Genel
2	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	Genel
3	Gümrük gecikmeleri	Genel
4	Kur dalgalanmaları	Genel
5	Küresel enerji darlığı	Genel
6	Ekonomik krizler	Genel
7	İşletme üst yönetim istikrarı	Genel
8	Ticaret politikaları	Genel
9	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	Genel
10	Kalifiye işgücü eksikliği	Genel
11	Bilgi ve haberleşme kesintileri	Genel
12	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	Genel
13	Çatışma ve politik huzursuzluk	Genel
14	İthalat/ihracat sınırlamaları	Genel
15	Terörizm	Genel
16	Yolsuzluk	Genel

NO	KIZILAY İÇECEK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
17	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	Genel
18	Doğal afetler	Genel
19	Pandemiler	Genel
20	Kötü hava şartları	Genel
21	Salgın hastalıklar	Genel
22	Bütçe gücü	Genel
23	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	Genel
24	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	Genel
25	Kirlilik (hava, su, toprak)	Genel
26	Isı dalgaları, kuraklıklar	Genel
27	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	Genel
28	Envanter riskleri	Genel
29	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	Genel
30	Dağıtım kanallarında aracı seçimi	Genel
31	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	Genel
32	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	Genel
33	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	Genel
34	Boykotlar	Genel
35	Enerji fiyatları değişkenliği	Genel
36	Finansal krizler	Genel
37	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	Genel
38	Değişkenlerin fazla olması	Genel
39	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği	Genel
40	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	Genel
41	Standardizasyon olmaması	Genel
42	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	Genel
43	Yavaş bilgi akışı	Genel
44	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	Genel
45	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	Genel
46	Tedarikçi kalitesi	Genel
47	Rekabet kurumu	Genel
48	Karbon emisyonu	Genel
49	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik	Genel
50	İşçilik endeksi (işçilik maliyet)	Genel
51	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	Genel
52	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	Genel
53	Hammaddede dışa bağımlılık	Genel
54	Uluslararası işbirlikleri	Genel
55	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	Genel
56	Navlun krizi	Genel
57	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	Genel

NO	KIZILAY İÇECEK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
58	Ücret kesinti riskleri	Genel
59	Tesis yetersizliği	Genel
60	Teknolojik riskler	Genel
61	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	Genel
62	Tedarikçiye yakınlık	Genel
63	Tedarik edilen malzeme kalemleri	Genel
64	Tedarikçi sayısı	Genel
65	Mikrobiyolojik tehlikeler (bakteri, virüs, parazit)	Özel
66	Fiziksel tehlikeler (yabancı maddeler vb.)	Özel
67	Tahmin ve planlama riskleri	Genel
68	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	Genel
69	Kimyasal tehlikeler (doğal toksinler, pestisitler, büyüme hormonları)	Özel
70	Küresel iklim değişikliği	Genel
71	Küresel gıda ticareti	Özel
72	Tedarik zinciri arz talep planlaması	Genel
73	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
74	Hijyen, gıda güvenliği ve sağlık	Özel
75	Müşteriye yakınlık	Genel
76	Üretim teknolojisi	Özel
77	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	Genel
78	Uzun termin süreleri	Genel
79	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	Genel
80	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	Genel
81	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	Genel
82	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	Genel
83	Ürün veya kalite yönetim sisteminin etkinliği	Genel
84	Kalite oranlarındaki değişkenlik	Genel
85	Kritik hata türleri	Genel
86	Dijital dönüşümün yetersizliği	Genel
87	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	Genel
88	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılmaması vb.)	Genel
89	Depo alanlarının yetersizliği	Genel
90	Çevre kazaları	Genel
91	Yetersiz esneklik	Genel
92	Kritik malzemelerin yetersizliği	Genel
93	Tedarikçi güvenilirliği	Genel
94	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	Genel
95	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Genel
96	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	Genel
97	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	Genel
98	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	Genel

NO	KIZILAY İÇECEK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
99	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	Genel
100	Teslimat sürelerinin etkinliği	Genel
101	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	Genel
102	Perakendeciler ile anlaşmazlık	Özel
103	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
104	Hammadde olarak kullanılan doğal kaynakların tükenmesi ya da bozulması	Özel
105	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	Genel
106	Tarım bakanlığı/sağlık bakanlığı onay belgesi	Özel
107	Sanayide kullanılan tarım ürünlerinin üretiminde yaşanabilecek sorunlar	Özel
108	Tüketici davranışları	Genel
109	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	Genel
110	Beklenmedik sipariş iptalleri	Genel
111	İşletmenin itibarsızlaşması	Genel
112	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	Genel
113	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	Genel
114	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	Genel
115	Kızılay dernek bakış açısı	Genel
116	Siber saldırılar	Genel
117	Yanlış ortak seçimi	Genel
118	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	Genel
119	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	Genel
120	Tarımda plansız üretim	Özel
121	Yabancı sermayenin gelmemesi	Genel
122	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	Genel

Uygulama çalışmasında üçüncü sırada Kızılay Sağlık A.Ş. İşletmesi Lojistik Birim Yöneticisi ile birtakım görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede incelenen işletme içi rapor türleri ve sayıları Tablo 4.5.'te verilmektedir:

Tablo 4.5. Kızılay Sağlık A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti

RAPOR TÜRÜ	ADET	ANAHTAR KELİME	TESPİT EDİLEN RİSKLER
Faaliyet Raporları	2	Sürdürülebilirlik, yönetim, meslek	Ekolojik dönüşüm ve sürdürülebilirlik, şirket üst yönetim istikrarı, kalifiye işgücü eksikliği
Döf Raporları	14	Eğitim, bilinç, yönetim sistemi, kayıt	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği, standardizasyonun olmaması, düşük seviyede bilgi paylaşımı, hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar,
Kalite İyileştirme Raporları	6	Tedarik edilen malzeme kalite kontrolleri, sterilizasyon	Tedarikçi kalitesi, tıbbi ürünlerdeki yüksek sterilizasyon
Müşteri Şikayet Raporları	7	Şikayet, yanlış bilgi, haberleşme	Kalifiye işgücü eksikliği, kritik hata türleri, yavaş bilgi akışı

Bu raporların incelenmesiyle işletme özelinde 120 adet risk belirlenip, bu riskler işletme özelinde mi yoksa genel bir risk mi diye gruplandırılmıştır. Kızılay Sağlık A.Ş.’de belirlenen risk ve risk türleri Tablo 4.6’da verilmektedir:

Tablo 4.6. Kızılay Sağlık A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri

NO	KIZILAY SAĞLIK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
1	Ani talep şokları	Genel
2	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	Genel
3	Gümrük gecikmeleri	Genel
4	Kur dalgalanmaları	Genel
5	Küresel enerji darlığı	Genel
6	Ekonomik krizler	Genel
7	İşletme üst yönetim istikrarı	Genel
8	Ticaret politikaları	Genel
9	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	Genel
10	Kalifiye işgücü eksikliği	Genel
11	Bilgi ve haberleşme kesintileri	Genel
12	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	Genel
13	Çatışma ve politik huzursuzluk	Genel
14	İthalat/ihracat sınırlamaları	Genel
15	Terörizm	Genel
16	Yolsuzluk	Genel
17	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	Genel
18	Doğal afetler	Genel
19	Pandemiler	Genel
20	Kötü hava şartları	Genel
21	Salgın hastalıklar	Genel
22	Bütçe gücü	Genel
23	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	Genel
24	Tahmin ve planlama riskleri	Genel
25	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	Genel
26	Navlun krizi	Genel
27	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
28	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	Genel
29	Küresel iklim değişikliği	Genel
30	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	Genel
31	Kirlilik (hava, su, toprak)	Genel
32	Isı dalgaları, kuraklıklar	Genel
33	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	Genel
34	Envanter riskleri	Genel
35	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	Genel
36	Dağıtım kanallarında aracı seçimi	Genel
37	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	Genel

NO	KIZILAY SAĞLIK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
38	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	Genel
39	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	Genel
40	Boykotlar	Genel
41	Enerji fiyatları değişkenliği	Genel
42	Finansal krizler	Genel
43	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	Genel
44	Değişkenlerin fazla olması	Genel
45	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği	Genel
46	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	Genel
47	Standardizasyon olmaması	Genel
48	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	Genel
49	Yavaş bilgi akışı	Genel
50	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	Genel
51	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	Genel
52	Rekabet kurumu	Genel
53	Karbon emisyonu	Genel
54	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik	Genel
55	İşçilik endeksi (işçilik maliyet)	Genel
56	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	Genel
57	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	Genel
58	Hammaddede dışa bağımlılık	Genel
59	Uluslararası işbirlikleri	Genel
60	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	Genel
61	Hastalık türlerinin, sıklıklarının ve tedavi sürelerinin tahmininde yaşanan zorluklar	Özel
62	Tedavi için ihtiyaç duyulan ürünlerin tahmininde yaşanan zorluklar	Özel
63	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	Genel
64	HBYS sisteminin tam etkin kullanılamaması	Özel
65	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılmaması vb.)	Genel
66	Depo alanlarının yetersizliği	Genel
67	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	Genel
68	Tedarikçiye yakınlık	Genel
69	Tedarik edilen malzeme kalemleri	Genel
70	Tedarikçi sayısı	Genel
71	Müşteriye yakınlık	Genel
72	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	Genel
73	Uzun termin süreleri	Genel
74	Tıbbi ürünlerin standart kodlara sahip olmaması	Özel
75	Ücret kesinti riskleri	Genel
76	Tesis yetersizliği	Genel
77	Teknolojik riskler	Genel
78	Tedarik zinciri arz talep planlaması	Genel
79	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	Genel

NO	KIZILAY SAĞLIK A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
80	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	Genel
81	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	Genel
82	İnsan yaşamına doğrudan etkide bulunulması	Özel
83	Hareketsiz demirbaş stoklarının az olması	Özel
84	Tıbbi ürün lojistiğinin ayrıştırılmış olması	Özel
85	Tıbbi ürünlerdeki yüksek sterilizasyon	Özel
86	Tüketici (hasta) güvenliğinin sağlanamaması	Özel
87	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	Genel
88	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Genel
89	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	Genel
90	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	Genel
91	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	Genel
92	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	Genel
93	Dijital dönüşümün yetersizliği	Genel
94	Ürün veya kalite yönetim sisteminin etkinliği	Genel
95	Kalite oranlarındaki değişkenlik	Genel
96	Kritik hata türleri	Genel
97	Kritik malzemelerin yetersizliği	Genel
98	Çevre kazaları	Genel
99	Yetersiz esneklik	Genel
100	Tedarikçi kalitesi	Genel
101	Tedarikçi güvenilirliği	Genel
102	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	Genel
103	Teslimat sürelerinin etkinliği	Genel
104	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	Genel
105	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
106	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	Genel
107	Tüketici davranışları	Genel
108	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	Genel
109	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	Genel
110	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	Genel
111	Kızılay dernek bakış açısı	Genel
112	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	Genel
113	Beklenmedik sipariş iptalleri	Genel
114	İşletmenin itibarsızlaşması	Genel
115	Siber saldırılar	Genel
116	Yanlış ortak seçimi	Genel
117	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	Genel
118	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	Genel
119	Yabancı sermayenin gelmemesi	Genel
120	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	Genel

Uygulama çalışmasında dördüncü sırada Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. İşletmesi Genel Müdür Yardımcısı ile birtakım görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede incelenen işletme içi rapor türleri ve sayıları Tablo 4.7.'de verilmektedir:

Tablo 4.7. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti

RAPOR TÜRÜ	ADET	ANAHTAR KELİME	TESPİT EDİLEN RİSKLER
Faaliyet Raporları	2	Sürdürülebilirlik, yönetim,	Ekolojik dönüşüm ve sürdürülebilirlik, şirket üst yönetim istikrarı
Döf Raporları	10	Eğitim, bilinç, yönetim sistemi, kayıt	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği, standardizasyonun olmaması, düşük seviyede bilgi paylaşımı, hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar,
Kalite İyileştirme Raporları	7	Tedarik edilen malzeme kalite kontrolleri, kalite proses takibi, hata etkisi	Tedarikçi kalitesi, kalite oranlarındaki değişkenlik, kritik hata türleri
Müşteri Şikayet Raporları	6	Şikayet, yanlış bilgi, reklam faaliyetlerinin az olması	Kalifiye işgücü eksikliği, kritik hata türleri, pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği

Bu raporların incelenmesiyle işletme özelinde 117 adet risk belirlenip, bu riskler işletme özelinde mi yoksa genel bir risk mi diye gruplandırılmıştır. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de belirlenen risk ve risk türleri Tablo 4.8.'de verilmektedir:

Tablo 4.8. Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri

NO	KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
1	Ani talep şokları	Genel
2	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	Genel
3	Gümrük gecikmeleri	Genel
4	Kur dalgalanmaları	Genel
5	Küresel enerji darlığı	Genel
6	Ekonomik krizler	Genel
7	İşletme üst yönetim istikrarı	Genel
8	Ticaret politikaları	Genel
9	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	Genel
10	Kalifiye işgücü eksikliği	Genel
11	Bilgi ve haberleşme kesintileri	Genel
12	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	Genel
13	Çatışma ve politik huzursuzluk	Genel
14	İthalat/ihracat sınırlamaları	Genel
15	Terörizm	Genel
16	Yolsuzluk	Genel

NO	KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
17	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	Genel
18	Doğal afetler	Genel
19	Pandemiler	Genel
20	Kötü hava şartları	Genel
21	Salgın hastalıklar	Genel
22	Bütçe gücü	Genel
23	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	Genel
24	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	Genel
25	Kirlilik (hava, su, toprak)	Genel
26	Isı dalgaları, kuraklıklar	Genel
27	Ücret kesinti riskleri	Genel
28	Tesis yetersizliği	Genel
29	Teknolojik riskler	Genel
30	Tedarik zinciri arz talep planlaması	Genel
31	Tahmin ve planlama riskleri	Genel
32	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	Genel
33	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
34	Navlun krizi	Genel
35	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	Genel
36	Küresel iklim değişikliği	Genel
37	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	Genel
38	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	Genel
39	Envanter riskleri	Genel
40	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	Genel
41	Dağıtım kanallarında aracı seçimi	Genel
42	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	Genel
43	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	Genel
44	Boykotlar	Genel
45	Enerji fiyatları değişkenliği	Genel
46	Finansal krizler	Genel
47	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	Genel
48	Değişkenlerin fazla olması	Genel
49	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği	Genel
50	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	Genel
51	Standardizasyon olmaması	Genel
52	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	Genel
53	Yavaş bilgi akışı	Genel
54	Dijital dönüşümün yetersizliği	Genel
55	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	Genel
56	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	Genel

NO	KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
57	Rekabet kurumu	Genel
58	Karbon emisyonu	Genel
59	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik	Genel
60	İşçilik endeksi (işçilik maliyet)	Genel
61	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	Genel
62	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	Genel
63	Hammaddede dışa bağımlılık	Genel
64	Çevre kazaları	Genel
65	Uluslararası işbirlikleri	Genel
66	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	Genel
67	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	Genel
68	Tedarikçiye yakınlık	Genel
69	Tedarik edilen malzeme kalemleri	Genel
70	Tedarikçi sayısı	Genel
71	Müşteriye yakınlık	Genel
72	Üretim teknolojisi	Özel
73	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	Genel
74	Uzun termin süreleri	Genel
75	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	Genel
76	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	Genel
77	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	Genel
78	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	Genel
79	Ürün veya hizmet kalite yönetim sisteminin etkinliği	Genel
80	Kalite oranlarındaki değişkenlik	Genel
81	Kritik hata türleri	Genel
82	Kritik malzemelerin yetersizliği	Genel
83	Yükleme konteyner krizi	Özel
84	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	Genel
85	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılamaması vb.)	Genel
86	Depo alanlarının yetersizliği	Genel
87	Yetersiz esneklik	Genel
88	Tedarikçi kalitesi	Genel
89	Tedarikçi güvenilirliği	Genel
90	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	Genel
91	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	Genel
92	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	Genel
93	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	Genel
94	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	Genel
95	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Genel

NO	KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
96	Teslimat sürelerinin etkinliği	Genel
97	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	Genel
98	Pamuk tarlalarına zararlı böcek istilası	Özel
99	Tasarımların tercih edilmemesi	Özel
100	Yabancı sermayenin gelmemesi	Genel
101	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	Genel
102	İnsani yardım faaliyetlerinde etkin olma çabasıyla stoğa üretim	Özel
103	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
104	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	Genel
105	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	Genel
106	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	Genel
107	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	Genel
108	Kızılay dernek bakış açısı	Genel
109	Tüketici davranışları	Genel
110	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	Genel
111	Beklenmedik sipariş iptalleri	Genel
112	İşletmenin itibarsızlaşması	Genel
113	Siber saldırılar	Genel
114	Yanlış ortak seçimi	Genel
115	Tarımda plansız üretim	Özel
116	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	Genel
117	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	Genel

Uygulama çalışmasında beşinci sırada Kızılay Sistem Yapı A.Ş. İşletmesi Fabrika Müdürü ile birtakım görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmede incelenen işletme içi rapor türleri ve sayıları Tablo 4.9.'da verilmektedir:

Tablo 4.9. Kızılay Sistem Yapı A.Ş. İncelenen Rapor Türü ve Adeti

RAPOR TÜRÜ	ADET	ANAHTAR KELİME	TESPİT EDİLEN RİSKLER
Faaliyet Raporları	2	Sürdürülebilirlik, yönetim,	Ekolojik dönüşüm ve sürdürülebilirlik, şirket üst yönetim istikrarı
Döf Raporları	10	Eğitim, bilinç, yönetim sistemi, kayıt	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği, standardizasyonun olmaması, düşük seviyede bilgi paylaşımı, hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar,
Kalite İyileştirme Raporları	7	Tedarik edilen malzeme kalite kontrolleri, kalite proses takibi, hata etkisi	Tedarikçi kalitesi, kalite oranlarındaki değişkenlik, kritik hata türleri
Müşteri Şikayet Raporları	11	Şikayet, yanlış bilgi, reklam faaliyetlerinin az olması	Kalifiye işgücü eksikliği, kritik hata türleri, pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği

Bu raporların incelenmesiyle işletme özelinde 124 adet risk belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu riskler işletme özelinde mi yoksa genel bir risk mi diye gruplandırılmıştır. Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de belirlenen risk ve risk türleri Tablo 4.10'da verilmektedir:

Tablo 4.10. Kızılay Sistem Yapı A.Ş. Tedarik Zinciri Riskleri

NO	KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
1	Ani talep şokları	Genel
2	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	Genel
3	Gümrük gecikmeleri	Genel
4	Kur dalgalanmaları	Genel
5	Küresel enerji darlığı	Genel
6	Ekonomik krizler	Genel
7	İşletme üst yönetim istikrarı	Genel
8	Ticaret politikaları	Genel
9	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	Genel
10	Kalifiye işgücü eksikliği	Genel
11	Bilgi ve haberleşme kesintileri	Genel
12	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	Genel
13	Çatışma ve politik huzursuzluk	Genel
14	İthalat/ihracat sınırlamaları	Genel
15	Terörizm	Genel
16	Yolsuzluk	Genel
17	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	Genel
18	Doğal afetler	Genel
19	Pandemiler	Genel
20	Kötü hava şartları	Genel
21	Salgın hastalıklar	Genel
22	Bütçe gücü	Genel
23	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	Genel
24	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	Genel
25	Sonsuz kapasite varsayımı	Özel
26	İnşaat tipi, yeri ve koşulları (toprak, iklim, işçi, enerji olanakları vb.)	Özel
27	Kirlilik (hava, su, toprak)	Genel
28	Isı dalgaları, kuraklıklar	Genel
29	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	Genel
30	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	Genel
31	Boykotlar	Genel
32	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	Genel
33	Envanter riskleri	Genel
34	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	Genel

NO	KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
35	Dağıtım kanallarında aracı seçimi	Genel
36	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	Genel
37	Enerji fiyatları değişkenliği	Genel
38	Finansal krizler	Genel
39	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	Genel
40	Değişkenlerin fazla olması	Genel
41	İşgücünün kullanılabilirliği ve verimliliği	Genel
42	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	Genel
43	Standardizasyon olmaması	Genel
44	İnşaat yapılacak boş yerlerin olmaması	Özel
45	Karmaşık materyal akışı sonucu yüksek çeşitlilik	Özel
46	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	Genel
47	Yavaş bilgi akışı	Genel
48	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	Genel
49	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	Genel
50	Geçici yerleşim	Özel
51	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	Genel
52	Rekabet kurumu	Genel
53	Çelik sektörü	Özel
54	Karbon emisyonu	Genel
55	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik	Genel
56	İşçilik endeksi (işçilik maliyet)	Genel
57	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	Genel
58	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	Genel
59	Hammaddede dışa bağımlılık	Genel
60	Uluslararası işbirlikleri	Genel
61	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	Genel
62	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	Genel
63	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	Genel
64	Tedarikçiye yakınlık	Genel
65	Tedarik edilen malzeme kalemleri	Genel
66	Tedarikçi sayısı	Genel
67	Müşteriye yakınlık	Genel
68	İnşaat sektöründeki düşük maliyet kaygısı	Özel
69	Ücret kesinti riskleri	Genel
70	Tesis yetersizliği	Genel
71	Teknolojik riskler	Genel
72	Tedarik zinciri arz talep planlaması	Genel
73	Tahmin ve planlama riskleri	Genel
74	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	Genel
75	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	Genel

NO	KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
76	Navlun krizi	Genel
77	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	Genel
78	Küresel iklim değişikliği	Genel
79	Üretim teknolojisi	Özel
80	İnşaat sektöründe proje bazlı üretimin işbirlikleri ve partnerlik kurulmasına olanak sağlanması	Özel
81	İnşaat sektöründeki siparişe göre üretim sisteminin tedarik zincirini farklılaştırması	Özel
82	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	Genel
83	İnşaat maliyetlerine kıyasla ihalelerdeki birim maliyetlerin sabit kalması	Özel
84	Uzun termin süreleri	Genel
85	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	Genel
86	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	Genel
87	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	Genel
88	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	Genel
89	Ürün veya hizmet kalite yönetim sisteminin etkinliği	Genel
90	Kalite oranlarındaki değişkenlik	Genel
91	Kritik hata türleri	Genel
92	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	Genel
93	Dijital dönüşümün yetersizliği	Genel
94	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktılarının zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılmaması vb.)	Genel
95	Depo alanlarının yetersizliği	Genel
96	Kritik malzemelerin yetersizliği	Genel
97	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	Genel
98	Çevre kazaları	Genel
99	Yetersiz esneklik	Genel
100	Tedarikçi kalitesi	Genel
101	Tedarikçi güvenilirliği	Genel
102	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Özel
103	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	Genel
104	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	Genel
105	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	Genel
106	Teslimat sürelerinin etkinliği	Genel
107	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	Genel
108	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	Genel
109	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	Genel
110	Tüketici davranışları	Genel
111	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	Genel
112	Beklenmedik sipariş iptalleri	Genel
113	İşletmenin itibarsızlaşması	Genel
114	Siber saldırılar	Genel
115	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	Genel
116	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	Genel

NO	KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş. TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLERİ	RİSK TÜRÜ
117	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	Genel
118	Kızılay dernek bakış açısı	Genel
119	Yanlış ortak seçimi	Genel
120	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	Genel
121	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	Genel
122	Yabancı sermayenin gelmemesi	Genel
123	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	Genel
124	İnsani yardım faaliyetlerinde etkin olma çabasıyla stoğa üretim	Özel

Beş işletme için risk ve türlerinin belirlenmesiyle çalışmanın problemlerinden “Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalar hangi risklerle gösterilebilir?” sorusunun cevabına ulaşılmaktadır. Beş işletme için risk ve türleri belirlendikten sonra bu riskler incelenmiş ve risk türü genel olanlar ortak risk grubuna alınmıştır. Beş işletme için ortak risklerin belirlenmesiyle çalışmanın problemlerinden “Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalara yol açan ortak riskler nelerdir?” sorusunun cevabına ulaşılmaktadır.

Uygulama çalışmasında işletmelerdeki ortak risklerin olasılık ve etki derecelendirme puanlama aralıkları L tipi risk matrisi yöntemiyle belirlenmiştir. Bu yöntemde riskin iki temel özelliği olan olasılık ve etki, risk analistleri tarafından belirlenen ölçeklerde puanlandırılmaktadır. Olasılık değişkeni, bir olayın belirli bir zamanda gerçekleşme ihtimaliyken; etki ise bu olay gerçekleştiğinde meydana gelebilecek sonuçtur (Çeliktas ve Ünlü, 2018: 485).

Risk olasılık ve etki değerlerini gösteren puanların belirlenmesi için farklı puan tabloları değerlendirilebilmektedir. Çünkü işletmeler farklı puan tabloları geliştirebildikleri gibi aynı zamanda bu işletmelerin geçmiş verilerine bakılarak farklı puan tabloları oluşturulabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, risklerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlaması açısından 2-10 puan skala ölçeği kullanılmıştır. Olasılık için 2 puanı, bir riskin gerçekleşme ihtimalinin neredeyse olmadığını ifade ederken; 10 puanı ise riskin gerçekleşmesinin neredeyse kesin olduğunu ifade etmektedir. Etki olarak bakıldığında 2 puanı riskin gerçekleşmesinin doğuracağı sonucun etkisinin herhangi bir kayıp oluşturmayacağı; 10 puanı ise bu sonucun çok önemli olduğu anlamı taşımaktadır. Olasılık derecelendirme puanlamaları Tablo 4.11.’de verilmekteyken, etki derecelendirme puanları Tablo 4.12.’de verilmektedir (Arıkan, 2014: 30).

Tablo 4.11. Olasılık Derecelendirme Puanlamaları

OLASILIK DERECELENDİRME PUANLAMALARI	
2	Çok küçük, risk beklenmemekte, olma olasılığı çok zayıf, hiç yok gibi durumlar,
4	Küçük, risk olasılığı çok az, yılda bir kez tekrarlanabilmekte,
6	Orta derece, risk az da olsa var, yılda birkaç kez veya altı ayda bir tekrarlanabilmekte,
8	Yüksek, risk var, ayda, haftada bir sıklıkta tekrarlanabilmekte,
10	Çok yüksek, risk her gün, her an olabilir.

Kaynak: Arıkan (2014)'ten türetilmiştir.

Tablo 4.12. Etki Derecelendirme Puanlamaları

ETKİ DERECELENDİRME PUANLAMALARI	
2	Çok hafif, zararsız, herhangi bir kayıp olmamakta,
4	Hafif, kayda değer bir zarar ve kayıp yoktur,
6	Orta derece, zarar var ancak telafisi mümkün olabilmekte,
8	Ciddi, önemli zarar ve kayıp olmakta,
10	Çok ciddi, telafisi mümkün olamayacak kadar büyük zararlar olmakta.

Kaynak: Arıkan (2014)'ten türetilmiştir.

Daha sonra belirlenen ortak riskler, beş işletmenin tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine sunulmuş ve tedarik zincirlerindeki meydana gelme olasılık ve etki değerleri Tablo 4.11. ve Tablo 4.12'de verildiği gibi 2 ve 10 değerleri arasında puanlandırılmıştır.

Risklerin meydana gelme olasılık değeri ve meydana geldikten sonra yaratacağı etki değeri çarpılarak risk puanı elde edilmektedir (Çelikaş ve Ünlü, 2018: 489). Riskler bazında risk puanları toplanarak, toplam risk puanı bulunmuş ve bu risklerin işletmeler bazında ağırlıklı ortalama yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu ağırlıklı ortalama yüzdeleri daha sonra işletmelerde meydana gelmesi muhtemel ortak risklerin işletmeler üzerinde oluşturacağı etki kıyaslamasında temel alınacaktır.

Kullanıcılara nitel bir değerlendirme imkânı veren risk matrisi yönteminde, risk faktörleri tanımlandığından dolayı avantaj sağlamaktadır. Bu yöntemde dezavantaj ise risklerin tekil değerlendirilmesidir. Risk yapısı, kullanıcı tarafından bütün olarak değerlendirilmekte ve nihai bir risk değerine ulaşılmaktadır (Arıkan, 2014: 31).

Beş farklı Kızılay İşletmesinde ortak risklerle ilgili yapılan çalışmalar Tablo 4.13.'te verilmektedir:

NO	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş.				KIZILAY İÇECEK A.Ş.				KIZILAY SAĞLIK A.Ş.				KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş.				KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş.			
		OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)
41	Kritik hata türlerinin fazla olması	6	8	48	20,69%	6	8	48	20,69%	4	10	40	17,24%	8	8	64	27,59%	4	8	32	13,79%
42	Kritik malzemelerin yetersizliği	2	8	16	5,88%	6	8	48	17,65%	8	8	64	23,53%	8	8	64	23,53%	10	8	80	29,41%
43	Kur dalgallamaları	6	6	36	11,25%	8	8	64	20,00%	10	8	80	25,00%	10	8	80	25,00%	10	6	60	18,75%
44	Küresel enerji darlığı	6	6	36	16,67%	6	8	48	22,22%	6	6	36	16,67%	8	8	64	29,63%	4	8	32	14,81%
45	Küresel iklim değişikliği	6	8	48	22,22%	6	8	48	22,22%	4	8	32	14,81%	8	10	80	37,04%	4	2	8	3,70%
46	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	10	6	60	20,00%	8	8	64	21,33%	8	8	64	21,33%	8	8	64	21,33%	8	6	48	16,00%
47	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	6	6	36	21,43%	4	8	32	19,05%	2	2	4	2,38%	6	8	48	28,57%	6	8	48	28,57%
48	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	8	6	48	17,65%	10	8	80	29,41%	8	6	48	17,65%	8	8	64	23,53%	8	4	32	11,76%
49	Müşteriye yakın olma	6	8	48	16,67%	6	8	48	16,67%	8	8	64	22,22%	8	8	64	22,22%	8	8	64	22,22%
50	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	8	8	64	23,19%	8	8	64	23,19%	6	6	36	13,04%	6	8	48	17,39%	8	8	64	23,19%
51	Navlun krizi	6	8	48	20,69%	6	8	48	20,69%	4	10	40	17,24%	8	8	64	27,59%	4	8	32	13,79%
52	Nükleer/kimyasal/biyolojik silahlar	2	10	20	16,67%	2	10	20	16,67%	2	10	20	16,67%	4	10	40	33,33%	2	10	20	16,67%
53	Pandemiler	2	10	20	15,15%	2	10	20	15,15%	2	10	20	15,15%	4	10	40	30,30%	4	8	32	24,24%
54	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	8	8	64	22,22%	6	8	48	16,67%	8	8	64	22,22%	8	8	64	22,22%	8	6	48	16,67%
55	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	6	6	36	13,85%	6	8	48	18,46%	8	8	64	24,62%	8	8	64	24,62%	6	8	48	18,46%
56	Rekabet kurumu	4	8	32	17,39%	4	8	32	17,39%	6	6	36	19,57%	6	8	48	26,09%	6	6	36	19,57%
57	Salgın hastalıklar	2	10	20	11,90%	2	10	20	11,90%	8	8	64	38,10%	4	10	40	23,81%	4	6	24	14,29%
58	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	4	6	24	9,84%	6	8	48	19,67%	8	6	48	19,67%	6	10	60	24,59%	8	8	64	26,23%
59	Sipariş işleme ve habertleşme sistemlerindeki eksiklikler	6	6	36	20,93%	6	8	48	27,91%	4	4	16	9,30%	6	6	36	20,93%	6	6	36	20,93%
60	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	6	10	60	28,30%	4	8	32	15,09%	6	6	36	16,98%	6	8	48	22,64%	6	6	36	16,98%
61	Standardizasyon olmaması	8	6	48	20,00%	4	8	32	13,33%	8	8	64	26,67%	6	8	48	20,00%	6	8	48	20,00%
62	İşletme üst yönetimin istikrarı	4	6	24	15,00%	4	8	32	20,00%	4	4	16	10,00%	4	10	40	25,00%	6	8	48	30,00%
63	Tahmin ve planlama riskleri	6	6	36	18,75%	8	6	48	25,00%	6	6	36	18,75%	6	6	36	18,75%	6	6	36	18,75%
64	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	4	6	24	16,67%	4	8	32	22,22%	4	4	16	11,11%	6	6	36	25,00%	6	6	36	25,00%

NO	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş.				KIZILAY İÇCEK A.Ş.				KIZILAY SAĞLIK A.Ş.				KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş.				KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş.			
		OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)
65	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	10	8	80	28,17%	10	8	80	28,17%	6	6	36	12,68%	8	8	64	22,54%	4	6	24	8,45%
66	Taahhütler altyapısı yetersizliği	10	6	60	38,46%	4	8	32	20,51%	4	4	16	10,26%	4	8	32	20,51%	4	4	16	10,26%
67	Tedarik edilen malzeme kalemleri	4	8	32	11,59%	8	8	64	23,19%	6	6	36	13,04%	8	8	64	23,19%	10	8	80	28,99%
68	Tedarik zinciri arz talep planlaması	6	6	36	12,33%	6	8	48	16,44%	8	8	64	21,92%	8	8	64	21,92%	10	8	80	27,40%
69	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	2	6	12	6,38%	4	8	32	17,02%	8	6	48	25,53%	6	8	48	25,53%	6	8	48	25,53%
70	Tedarikçi güvenliliğinin az olması	2	6	12	5,77%	8	8	64	30,77%	6	6	36	17,31%	6	8	48	23,08%	6	8	48	23,08%
71	Tedarikçi kalitesinin az olması	6	6	36	15,52%	8	8	64	27,59%	6	6	36	15,52%	6	8	48	20,69%	6	8	48	20,69%
72	Tedarikçi sayısının yetersiz olması	8	8	64	26,23%	4	8	32	13,11%	6	6	36	14,75%	6	8	48	19,67%	8	8	64	26,23%
73	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	6	6	36	15,79%	8	8	64	28,07%	4	4	16	7,02%	6	8	48	21,05%	8	8	64	28,07%
74	Tedarikçiye yakın olmamak	2	8	16	6,67%	8	8	64	26,67%	4	4	16	6,67%	10	8	80	33,33%	8	8	64	26,67%
75	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	6	6	36	16,67%	6	8	48	22,22%	4	8	32	14,81%	8	8	64	29,63%	6	6	36	16,67%
76	Teknolojik riskler	4	6	24	10,71%	8	8	64	28,57%	6	6	36	16,07%	8	8	64	28,57%	6	6	36	16,07%
77	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	2	10	20	7,69%	6	10	60	23,08%	6	6	36	13,85%	8	10	80	30,77%	8	8	64	24,62%
78	Terörizm	4	10	40	26,32%	2	10	20	13,16%	6	6	36	23,68%	4	10	40	26,32%	2	8	16	10,53%
79	Tesis yetersizliği	6	8	48	26,67%	4	8	32	17,78%	6	6	36	20,00%	6	8	48	26,67%	2	8	16	8,89%
80	Teslimat sürelerinin etkinliği	4	4	16	7,14%	8	8	64	28,57%	4	8	32	14,29%	8	8	64	28,57%	6	8	48	21,43%
81	Ticaret politikalarında yapılan yanlışlıklar	4	8	32	18,60%	4	8	32	18,60%	6	6	36	20,93%	6	8	48	27,91%	4	6	24	13,95%
82	Uluslararası işbirlikleri	4	8	32	16,67%	4	8	32	16,67%	6	8	48	25,00%	6	8	48	25,00%	4	8	32	16,67%
83	Uzun termin süreleri	6	6	36	13,04%	8	8	64	23,19%	6	8	48	17,39%	8	10	80	28,99%	6	8	48	17,39%
84	Ücret kesinti riskleri	2	6	12	8,57%	6	8	48	34,29%	4	4	16	11,43%	4	8	32	22,86%	4	8	32	22,86%
85	Ürün kalite yönetim sisteminin etkinliği	6	8	48	17,65%	8	8	64	23,53%	4	4	16	5,88%	8	8	64	23,53%	10	8	80	29,41%
86	Yavaş bilgi akışı	10	8	80	26,67%	10	6	60	20,00%	8	6	48	16,00%	8	8	64	21,33%	6	8	48	16,00%
87	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	2	4	8	4,35%	8	8	64	34,78%	4	6	24	13,04%	8	8	64	34,78%	4	6	24	13,04%

NO	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	KIZILAY LOJİSTİK A.Ş.				KIZILAY İÇECEK A.Ş.				KIZILAY SAĞLIK A.Ş.				KIZILAY ÇADIR & TEKSTİL A.Ş.				KIZILAY SİSTEM YAPI A.Ş.			
		OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)	OLASILIK	ETKİ	RİSK PUANI	AĞIRLIKLIL ORTALAMA (%)
88	Yetersiz esneklik	8	8	64	22,86%	8	8	64	22,86%	8	6	48	17,14%	8	10	80	28,57%	4	6	24	8,57%
89	Yolsuzluk	2	8	16	12,50%	2	10	20	15,63%	6	6	36	28,13%	4	10	40	31,25%	2	8	16	12,50%
90	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	6	10	60	28,85%	4	8	32	15,38%	6	6	36	17,31%	6	8	48	23,08%	4	8	32	15,38%
91	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	6	8	48	21,05%	6	8	48	21,05%	6	6	36	15,79%	6	8	48	21,05%	6	8	48	21,05%
92	Bütüncül üretim planlamasındaki zayıflıklar	8	8	64	24,62%	8	8	64	24,62%	2	10	20	7,69%	8	8	64	24,62%	6	8	48	18,46%
93	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	8	6	48	18,75%	8	6	48	18,75%	8	6	48	18,75%	8	8	64	25,00%	6	8	48	18,75%
94	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	8	6	48	22,64%	6	8	48	22,64%	4	4	16	7,55%	8	8	64	30,19%	6	6	36	16,98%
95	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	4	8	32	13,33%	6	8	48	20,00%	4	8	32	13,33%	8	8	64	26,67%	8	8	64	26,67%
96	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	8	8	64	28,07%	6	8	48	21,05%	4	4	16	7,02%	8	8	64	28,07%	6	6	36	15,79%
97	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	6	6	36	26,47%	2	6	12	8,82%	2	8	16	11,76%	6	6	36	26,47%	6	6	36	26,47%
98	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	2	6	12	12,00%	6	8	48	48,00%	2	8	16	16,00%	4	4	16	16,00%	2	4	8	8,00%
99	İşletme masş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	4	6	24	23,08%	4	8	32	30,77%	4	4	16	15,38%	4	6	24	23,08%	4	2	8	7,69%
100	Kızılay demek bakış açısı	10	4	40	12,50%	10	2	20	6,25%	10	8	80	25,00%	10	10	100	31,25%	10	8	80	25,00%
101	Tüketici davranışlarının değişkenliği	8	8	64	25,81%	8	8	64	25,81%	6	6	36	14,52%	6	8	48	19,35%	6	6	36	14,52%
102	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine, araç arızası, grevler, iş kazaları vb.)	10	6	60	19,48%	10	6	60	19,48%	6	10	60	19,48%	10	8	80	25,37%	6	8	48	15,58%
103	Beklenmedik sipariş iptalleri	8	8	64	28,57%	6	8	48	21,43%	4	8	32	14,29%	8	8	64	28,57%	2	8	16	7,14%
104	İşletmenin itibarsızlaşması	4	10	40	23,81%	4	10	40	23,81%	4	8	32	19,05%	4	10	40	23,81%	2	8	16	9,52%
105	Siber saldırılar	6	10	60	25,86%	6	10	60	25,86%	6	8	48	20,69%	6	8	48	20,69%	2	8	16	6,90%
106	Yanlış ortak seçimi	4	10	40	25,04%	2	10	20	12,82%	2	2	4	2,56%	6	10	60	38,46%	4	8	32	20,51%
107	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	6	6	36	16,67%	8	8	64	29,63%	6	6	36	16,67%	6	8	48	22,22%	4	8	32	14,81%
108	Liman kapasitesi ve dıkanlılık	8	8	64	25,00%	6	8	48	18,75%	4	8	32	12,50%	8	8	64	25,00%	6	8	48	18,75%
109	Yabancı sermayenin gelmemesi	6	8	48	30,77%	4	8	32	20,51%	4	4	16	10,26%	6	8	48	30,77%	2	6	12	7,69%
110	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	10	6	60	23,44%	10	6	60	23,44%	6	6	36	14,06%	8	8	64	25,00%	6	6	36	14,06%

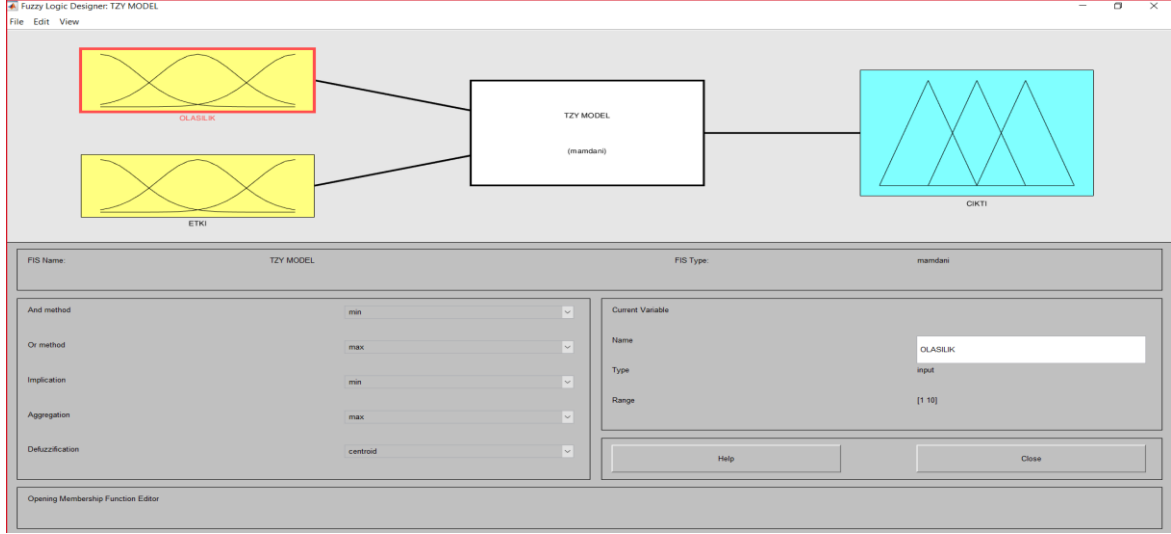
4.5. Risklerin Değerlendirilmesinde Bulanık Mantık Yönteminin Kullanımı

Risk yapı olarak belirsizlik anlamına gelmektedir. Riskin meydana gelme olasılığı ve etki düzeyinin çarpımından alacağı değer; zaman, çevre vb. durumlardan dolayı farklı durum ve boyutlarda şekil alabilmektedir. Riskin sadece bir doğru veya eğri üzerinde bulunan kesin bir rakamsal değerle tanımlanması mümkün değildir. Risk bazı durumlarda tahmin edilenin altında bazı durumlarda üstünde gerçekleşebilmektedir. Bu sebeple riskin en alt ve en üst sınırlar aralığında bulunan bölgede farklı değer alabileceği bilinmelidir. Bu kapsamda risk belirsizlik anlamına geldiğinden; risk değerlendirmesinde bulanık sayılardan faydalanmak doğru bir yaklaşım olacaktır. Riskin meydana gelme olasılığının bir ihtimal ve riskin neden olacağı etkinin bir tahmin olmasından dolayı riskin bulanık sayılarla ele alınması doğru bir yaklaşımdır. Bulanık sayılarla hesaplanan risk değerinin gerçekçi sonuçlar vermesi bu tarz çalışmalarda bulanık mantık kullanımının doğru bir tercih olacağına işaret etmektedir (Umarusman ve Seldüz, 2018: 112).

Kızılay İşletmeleri tedarik zincirlerinde belirlenen ortak risklerin meydana gelme olasılıkları ve etkileri belirsizlik taşıdığı için bu riskler meydana geldiğinde oluşturacağı çıktılar da belirsizlik taşımaktadır. Aynı risk beş farklı işletme için farklı zamanlarda meydana gelebilmekte ve etki dereceleri birbirinden farklı olabilmektedir. Aynı çıktıyı vermesi muhtemel olmadığı için işletmeler içinde bulunduğu durumun şartlarını göz önünde bulundurarak farklı stratejiler benimsemektedirler. Bu süreç için öncelikle olasılık ve etkiden oluşan giriş verileri belirlenmiştir. Bu veriler matlab fuzzy logic designer toolbox kullanılarak üçgen üyelik fonksiyonlarıyla bulanıklaştırılmıştır. Daha sonra modelin kural tabanına 25 adet kural yazılarak, mamdani yöntemi ve ağırlık merkezi yöntemiyle durulaştırma yapıp çıktı değerleri elde edilmiştir.

4.5.1. Bulanık Risk Modelinin Oluşturulması

Kızılay İşletmelerinde belirlenen 110 adet ortak riskin bulanık risk değerlendirilmesinin yapılabilmesi için Şekil 4.2.'de verilen model hazırlanmıştır. Bu model giriş ve çıkış verileri, kuralların bulunduğu kural tabanı, bulanıklaştırma ve durulaştırma adımları tanımlanarak oluşturulmuştur. Bulanık mantık yapay zekâ yöntemi için ilgili literatür taraması yapıldıktan sonra matlab programlama dilinde fuzzy logic designer toolbox kullanımına karar verilmiştir (Ergün, 2023: 56).



Şekil 4.2. Fuzzy Logic Designer Model Çalışması

Bulanık mantık yönteminin kullanıldığı FIS editörde kullanıcılar üyelik fonksiyonlarını ve kural setini kendileri belirlemektedir. Bu nedenle bu yöntem uzman görüşüne dayanan bir yapı teşkil etmektedir. Modelde mamdani çıkarım yöntemi kullanılmasının nedeni bu yöntemin bu tür çalışmalarda en çok kullanılan bulanık çıkarım yöntemi olması, giriş ve çıkış değerlerinin bulanık değerler olması, insan algısına daha yakın olması, tasarımının kolay ve yorumlanabilirliğinin daha fazla olma durumudur. Mamdani çıkarım yönteminde giriş ve çıkışlar bulanık değer olmaktadır. Giriş değerlerinin tetiklediği kurallara göre üyelik değerleri hesaplanmaktadır. Daha sonra hesaplanan değerler kuralların içerisinde bulunan “ve/veya” mantıksal bağlaçlarına göre maksimum ya da minimum operatörüne verilmektedir. Eğer kural içerisinde bulunan olgular birbirine “ve” ile bağlıysa hesaplanan üyelik değeri minimum operatörüne verilir, ‘veya’ ile bağlıysa maksimum operatörüne verilmektedir. Hesaplanan uygunluk değerleri, tetiklenen kurallar için maksimum/minimum operatörüne verilmekte ve alınan değerler yine kurallarda bulunan sonuç değerinin dilsel değerleriyle eşleştirilmektedir. Mamdani çıkarımında son olarak elde edilen üyelik değerlerinin sonuç kümeleri üzerinde (düşük, orta, yüksek) kestiği alanlar hesaplanıp bu alanlar toplanmakta ve bulunan toplam alan değeri daha sonra durulaştırma yöntemleri aracılığıyla bulanık değerlerden istenilen aralıktaki değerlere ölçeklenmektedir. Durulaştırma işlemi ağırlık merkezi metoduyla hesaplanarak çıktılar elde edilmektedir (Özek ve Sinecen, 2004: 355).

Çalıştırılan modelde iki girdi parametresi kullanılmış ve tek çıktı elde edilmiştir. Girdi parametrelerinden birincisi işletmeler özelinde risklerin meydana gelme olasılığıyken, ikincisi risklerin meydana geldiğinde tedarik zincirine olan etkisini ifade etmektedir. Modelin çıktısı ise belirlenen olasılık ve etki sonucunda işletme tedarik zincirinin kırılma olasılığı ve buna karşı uygulaması gereken strateji türüdür.

4.5.2. Bulanıklaştırma

Her riskin olasılık ve etki değerleriyle sistem girdileri oluşturulmuştur. Bu giriş değerleri risklere ilişkin belirlenen kesin sayılar olmakta ve üçgen üyelik fonksiyonlarıyla bulanıklaştırılarak dilsel değişkenlere dönüştürülmüş durumdadır. Tablo 4.14. ve Tablo 4.15.'te olasılık ve etki bulanık giriş kümelerinin dilsel değişkenlere dönüştürülmüş halleri verilmektedir. Bulanık değerler kısmındaki değerler, daha önceki kısımda verilen risk puanlama yöntemindeki değerler baz alınıp oluşturulmuştur. Model çıktı kümelerinin dilsel değişkenlere dönüştürülmüş halleri Tablo 4.16.'da belirtilmiştir.

Tablo 4.14. Birinci Girdi Tanım ve Aralıkları

OLASILIK TANIMI	OLASILIK ARALIĞI
Çok Küçük (CK)	[1 1 2 4]
Küçük (K)	[2 4 4 6]
Orta (O)	[4 6 6 8]
Büyük (B)	[6 8 8 10]
Çok Büyük (CB)	[8 10 10 10]

Kaynak: Ergün (2023)'ten türetilmiştir.

Tablo 4.15. İkinci Girdi Tanım ve Aralıkları

ETKİ TANIMI	ETKİ ARALIĞI
Çok Hafif (CH)	[1 1 2 4]
Hafif (H)	[2 4 4 6]
Orta (O)	[4 6 6 8]
Ciddi (C)	[6 8 8 10]
Çok Ciddi (CC)	[8 10 10 10]

Kaynak: Ergün (2023)'ten türetilmiştir.

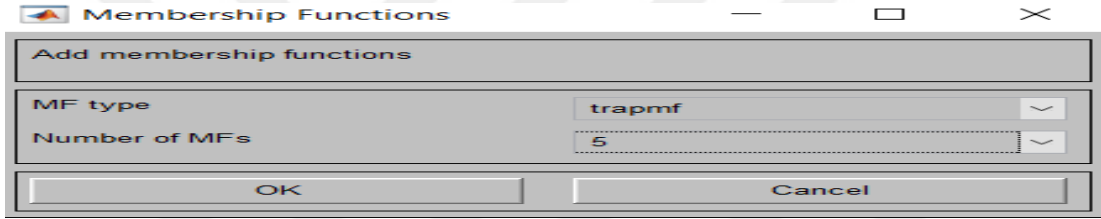
Tablo 4.16. Çıktı Tanım ve Aralıkları

STRATEJİ TANIMI	STRATEJİ ARALIĞI
Ertele	[0 2 4]
Kontrol	[2 4 6]
Takip	[4 6 8]
Transfer	[6 8 10]
Çeviklik	[8 9 10]

Kaynak: Ergün (2023)'ten türetilmiştir.

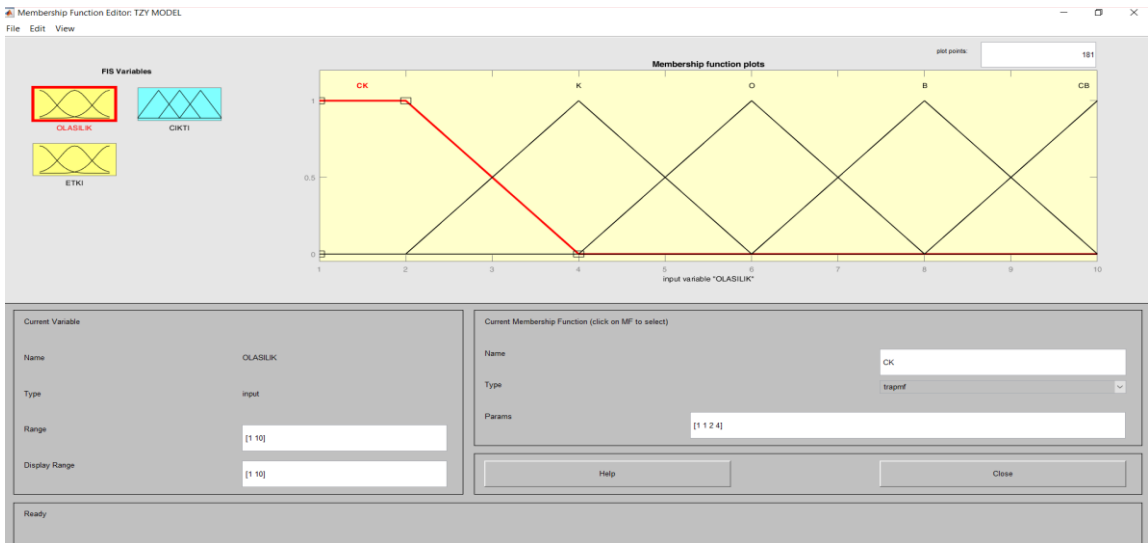
4.5.3. Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması

Matlab programlama dilinde model grafiğini seçtiğimiz ekran görseli Şekil 4.3.'te gösterilmektedir. Fonksiyon tipi olarak trapmf tipi seçilmiştir. Fuzzy logic toolboxta tepe ve çukur nokta sayısı eşleşmeyen grafikler aynı anda çalışmamaktadır. Üyelik fonksiyonu 0 ile 3 aralığı etki değerlerinin tedarik zincirinde değişiklik oluşturmayacağı varsayımından dolayı grafikteki 0 ile 3 aralığı trapmf grafiği ile sabit tutulmuştur. Geri kalan 4 aralık için tepe nokta sayısı bir olarak alındığı için; trapmf grafiğindeki tepe noktaları aynı değer girilerek trapmf grafiği tripmf grafiğine dönüştürülmüştür. Model fonksiyonunda 5 tane tepe noktası (CK, K, O, B, CB) belirlendiğinden üyelik fonksiyonu değeri Şekil 5.3'te gösterildiği gibi 5 olarak seçilmiştir. Bundan sonraki aşamada matlab programlama dili farklı üyelik fonksiyonu değeri girilmesine izin vermediğinden dolayı K, O, B, CB ortanca değerleri aynı tutularak tepe nokta değerleri girilmiştir.



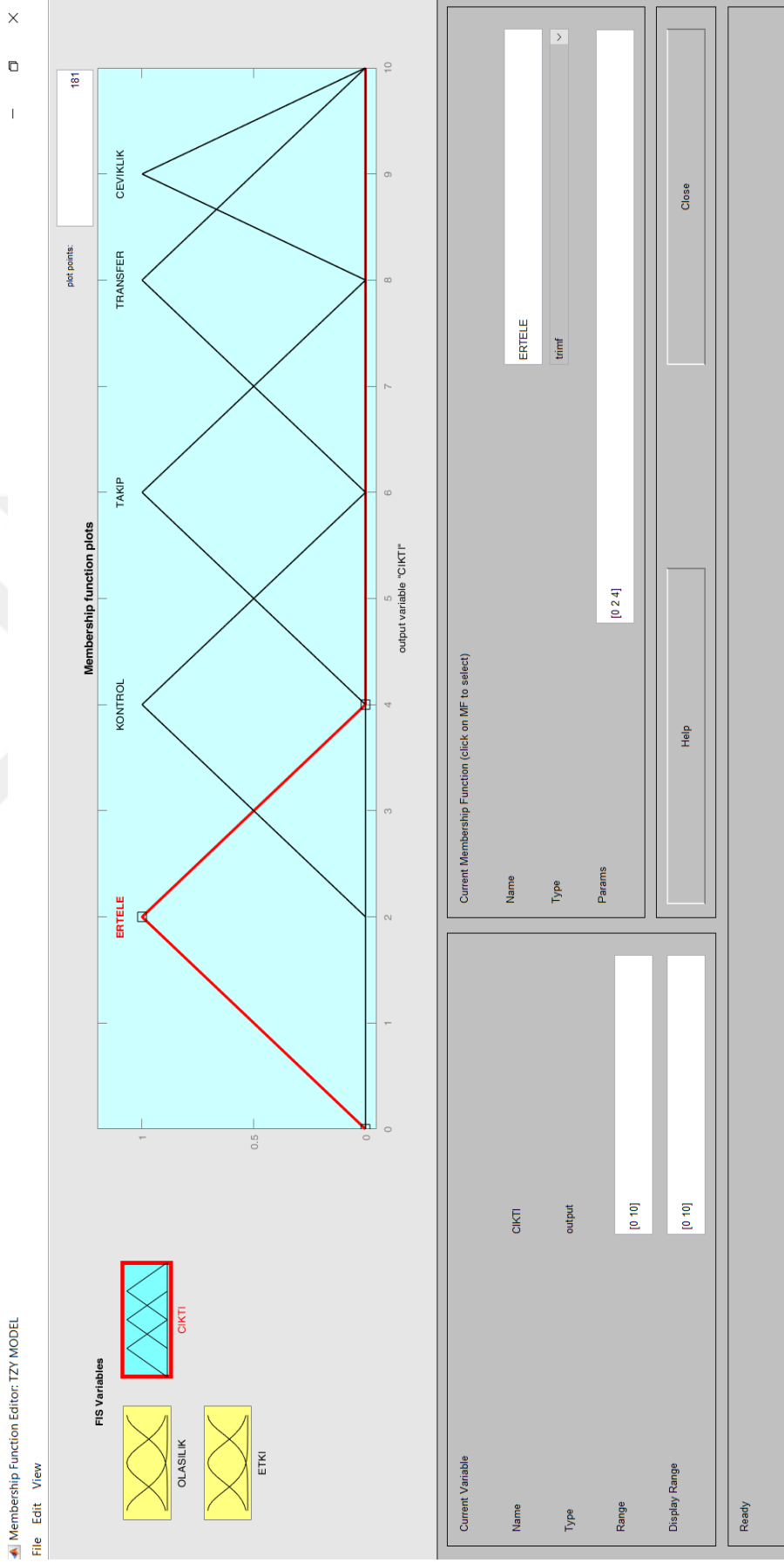
Şekil 4.3. Bulanık Mantık Model Üyelik Fonksiyonu Değeri

Modelin 1. girdisi olan olasılık değerine ait 1. aralığın üyelik fonksiyonunda tanımlanması Şekil 4.4.'teki gibidir. Birinci girdi olasılık değerine ait olan 2. aralık üyelik fonksiyonunda tanımlaması Ek-2'de, diğer girdi ve aralık üyelik fonksiyonu tanımlamaları sırasıyla Ek-3- Ek-10 arasında verilmiştir.



Şekil 4.4. Birinci Girdi Birinci Aralık Üyelik Fonksiyonu

Modelin çıkıtısı olan tedarik zincirlerindeki kırılmalara karşı uygulanacak erteleme stratejisine ait aralığın üyelik fonksiyonunda tanımlanması Şekil 4.5.'teki gibidir. Diğer çıkıtlar olan kontrol, takip, çeviklik stratejilerine ait aralıkların üyelik fonksiyonlarındaki tanımlamaları sırasıyla Ek-11, Ek-12, Ek-13, Ek-14 'te verilmektedir:



Şekil 4.5. Erteleme Stratejisine Ait Üyelik Fonksiyonu

4.5.4. Kural Tabanının Oluşturulması

Matlab fuzzy logic designer toolbox kural penceresi olan rule editor kısmında sistem için 25 kural tanımlanarak oluşturulmuştur. Bu kurallar, risklerin belirlenmesi ve puanlanması kısmında destek veren tedarik zinciri yöneticileri tarafından da onaylanmıştır. Kurallar yazılırken if-then koşulu arasında and bağlacı kullanımı baz alınmıştır (Ergün, 2023:61).

Kural tablosu baz alınarak tüm kombinasyonlar değerlendirilmiş ve 25 adet kural seti belirlenmiştir. Bu matriste satır değerleri riskin meydana gelme olasılığını, sütun değerleri risk meydana geldiğinde tedarik zincirine olan etkisini ifade etmektedir. Matriste yer alan olasılık ve etki değerlerinin kesişiminde risk meydana geldikten sonra hangi stratejinin uygulanacağı ifade edilmektedir. Bu kapsamda kurallar “if... and... then...” komutu kullanılarak oluşturulmuştur. Tanımlanan kurallar Tablo 4.17.’deki gibi oluşturulmuştur:

Tablo 4.17. Kural Tablosu

KURAL TABLOSU						
OLASILIK/ETKİ		ÇOK HAFİF	HAFİF	ORTA	CİDDİ	ÇOK CİDDİ
		2	4	6	8	10
ÇOK KÜÇÜK	2	ERTELE	ERTELE	KONTROL	KONTROL	ÇEVİKLİK
KÜÇÜK	4	ERTELE	ERTELE	KONTROL	KONTROL	ÇEVİKLİK
ORTA	6	KONTROL	KONTROL	TRANSFER	TRANSFER	ÇEVİKLİK
BÜYÜK	8	TAKİP	TAKİP	TRANSFER	ÇEVİKLİK	ÇEVİKLİK
ÇOK BÜYÜK	10	TAKİP	TAKİP	TRANSFER	ÇEVİKLİK	ÇEVİKLİK

Kaynak: Umarusman ve Seldüz (2018)’ten türetilmiştir.

Umarusman ve Seldüz (2018)’ün yapmış oldukları çalışmadan yola çıkılarak kendi kural tabanımız oluşturulmuştur. Bu kurallardan bazılarına aşağıda yer verilmektedir.

- ✓ Kural 1: Eğer olasılık “çok küçük” ve etki “çok hafif” ise; riski “ertele”,
- ✓ Kural 8: Eğer olasılık “küçük” ve etki “orta” ise; riski “kontrol” et,
- ✓ Kural 14: Eğer olasılık “orta” ve etki “ciddi” ise; riski “transfer” et,
- ✓ Kural 21: Eğer olasılık “çok büyük” ve etki “hafif” ise; riski “takip” et,
- ✓ Kural 25: Eğer olasılık “çok büyük” ve etki “çok ciddi” ise; riski “çeviklik” ile bertaraf etmeye çalışmak gerekmektedir.

Modelde oluşturulan kural tabanının matlab çıktısı Şekil 4.6.’da verilmektedir:

Rule Editor: TZY MODEL

File

Edit

View

Options

1. If (OLASILIK is CK) and (ETKI is CH) then (CIKTI is ERTELE) (1)

2. If (OLASILIK is CK) and (ETKI is H) then (CIKTI is ERTELE) (1)

3. If (OLASILIK is CK) and (ETKI is O) then (CIKTI is KONTROL) (1)

4. If (OLASILIK is CK) and (ETKI is C) then (CIKTI is KONTROL) (1)

5. If (OLASILIK is CK) and (ETKI is CC) then (CIKTI is CEVKKLIK) (1)

6. If (OLASILIK is K) and (ETKI is CH) then (CIKTI is ERTELE) (1)

7. If (OLASILIK is K) and (ETKI is H) then (CIKTI is ERTELE) (1)

8. If (OLASILIK is K) and (ETKI is O) then (CIKTI is KONTROL) (1)

9. If (OLASILIK is K) and (ETKI is C) then (CIKTI is KONTROL) (1)

10. If (OLASILIK is K) and (ETKI is CC) then (CIKTI is CEVKKLIK) (1)

11. If (OLASILIK is O) and (ETKI is H) then (CIKTI is KONTROL) (1)

12. If (OLASILIK is O) and (ETKI is O) then (CIKTI is KONTROL) (1)

13. If (OLASILIK is O) and (ETKI is C) then (CIKTI is TRANSFER) (1)

14. If (OLASILIK is O) and (ETKI is CC) then (CIKTI is TRANSFER) (1)

15. If (OLASILIK is B) and (ETKI is CH) then (CIKTI is CEVKKLIK) (1)

16. If (OLASILIK is B) and (ETKI is H) then (CIKTI is TAKIP) (1)

17. If (OLASILIK is B) and (ETKI is O) then (CIKTI is TRANSFER) (1)

18. If (OLASILIK is B) and (ETKI is C) then (CIKTI is CEVKKLIK) (1)

19. If (OLASILIK is B) and (ETKI is CC) then (CIKTI is CEVKKLIK) (1)

21. If (OLASILIK is CB) and (ETKI is CH) then (CIKTI is TAKIP) (1)

if

and

OLASILIK is

ETKI is

CIKTI is

CK

K

O

B

CB

none

CH

H

O

C

CC

none

☐ not

☐ not

Connection

☐ or
 ☒ and

Weight:

1

Delete rule

Add rule

Change rule

Help

Close

Renamed FIS to "TZY MODEL"

Şekil 4.6. Kural Seti

147

4.5.5. Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma

Matlab fuzzy logic designer toolboxta bulanık çıkarım ve durulaştırma işleminde mamdani yöntemi kullanılmıştır. Mamdani yönteminde çıktı, bulanık bir sonuç kümesi olmaktadır. Bu yüzden bulanık sonuç kümesi olan tedarik zincirinde kırılma olasılığı ve uygulanması gereken strateji türünün durulaştırılarak nicel bir sayı haline dönüştürülmelidir. Durulaştırma işleminde kullanılacak yöntem, bulanık çıkarım ekranında bulunan durulaştırma açılır menüsü aracılığıyla “ağırlık merkezi” olarak tercih edilmiştir. Bulanık kural tabanındaki kuralların işlenmesi için “and” metodunda “min”, “veya” metodunda ise “max” yöntemi tercih edilmiştir (Ergün, 2023: 63).

Elde edilen sonuçlarla oluşan üç boyutlu risk matrisi ise Şekil 5.8’de verilmektedir. Üç boyutlu risk matrisi incelenirken; riskin aldığı sayısal değerler Tablo 4.18.’deki gibi ifade edilmektedir.

Tablo 4.18. Çıktı Değer Karşılaştırması

DEĞER	TEDARİK ZİNCİRİ KIRILMA OLASILIĞI (%)	UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ
$0 \leq \text{Çıktı Değeri} \leq 3$	0	ERTELE
$3 < \text{Çıktı Değeri} \leq 4.4$	1-29	KONTROL
$4.4 < \text{Çıktı Değeri} \leq 6.7$	30-76	TAKİP
$6.7 < \text{Çıktı Değeri} < 7.8$	77-95	TRANSFER
$7.8 \leq \text{Çıktı Değeri} \leq 10$	100	ÇEVİKLİK

Kaynak: Umarusman ve Seldüz (2018)’ten türetilmiştir.

Çıktı değeri [0 3] aralığında olursa tedarik zincirinin kesin olarak kırılmayacağı, [7,8 10] aralığında olması durumunda tedarik zincirinin kesin olarak kırılacağı varsayılmıştır. Çıktı değerinin (3 7,8) aralığında olması durumunda işletmelerin hangi strateji izleyeceği belirsizlik taşımaktadır. Bu belirsizlik ise bulanık mantık yöntemiyle çözülmüştür. (3 7,8) aralığında çıktı değeri veren modelde tedarik zinciri kırılma olasılık yüzdeleri hesaplanırken a değeri; 3 olan fuzzy logic başlangıç değerini, b değeri; 7,8 olan fuzzy logic bitiş değerini, c ise modelin çalıştırılması sonucu verdiği çıktı değeri olarak kabul edildiğinde tedarik zincirinin kırılma olasılık yüzde hesabı Denklem 4.1’deki

$$\left(\frac{100}{b-a}\right) * (c - a) \quad (4.1)$$

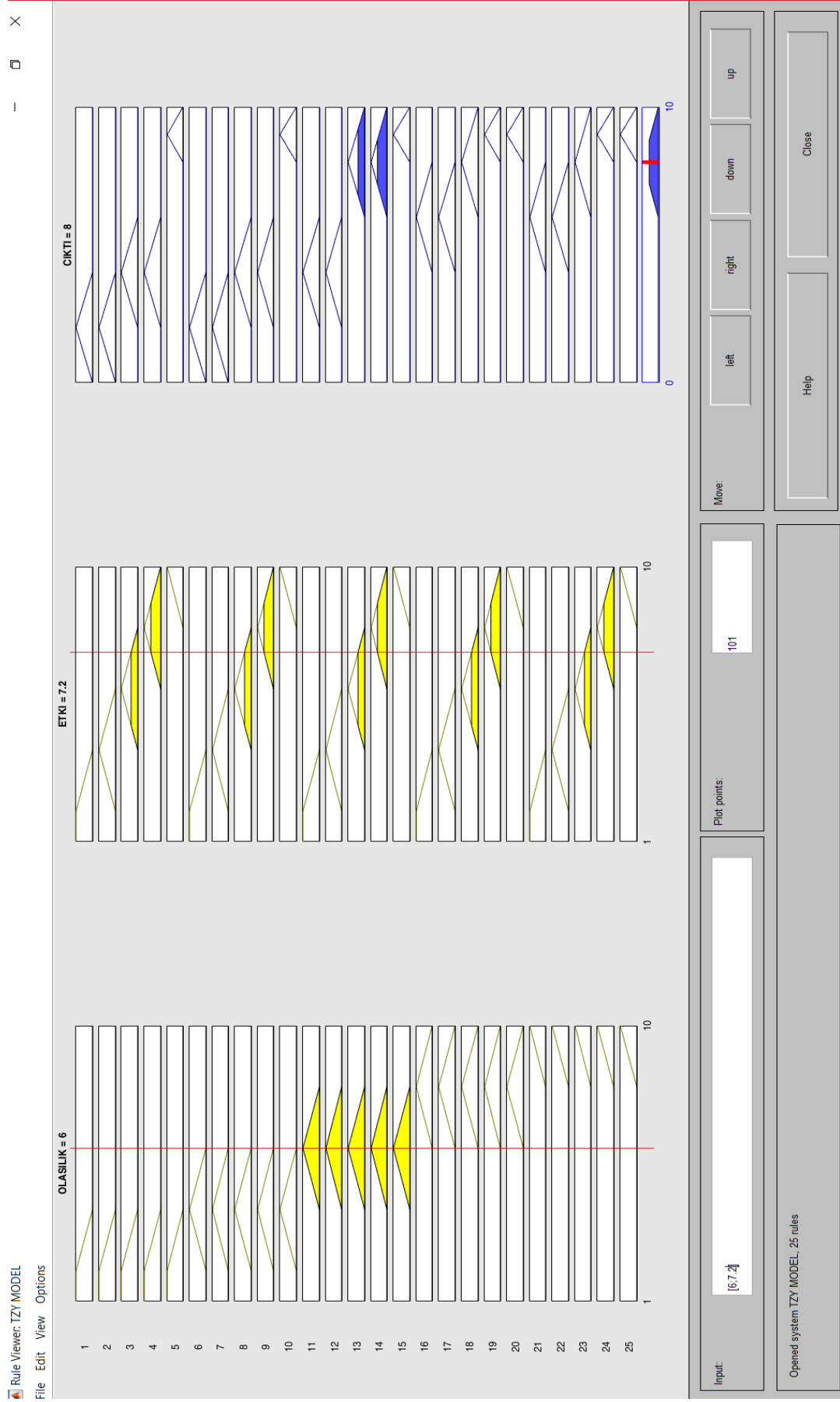
formülasyonla bulunmaktadır. Bulanık mantık fuzzy logic designer toolbox kullanılarak belirlenen risklerin tedarik zincirinde oluşturabilecekleri kırılma olasılıklarına cevap olarak geliştirilmesi gereken stratejilerden birer örnek seçilerek ilgili model aşağıdaki gibi çalıştırılmıştır.

Ortak risk metodolojisiinde birinci risk olan ani talep şoklarının, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6 7,2] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 8 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili fuzzy logic toolbox görselleri Şekil 4.7. ve Şekil 4.8’de verilmektedir. Çıktı değeri 8 olduğu için ani talep şokları riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini tamamen kıracağı öngörülmüş ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. Ani talep şokları riski, meydana geldiğinde işletmeler genelinde tedarik zincirinin kırılma kümesine üyeliği %100’dür. İşletmeler bazlı bakıldığında ani talep şokları riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08’dir. Bu değerler kıyaslandığında ani talep şokları riskinin Kızılay Lojistik A.Ş, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de en yüksek yüzdeye sahip olduğundan bu işletmelerde tedarik zincirini daha erken kıracağı görülmüştür. Daha sonra Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de tedarik zincirinin kırılacağı görülmüştür.

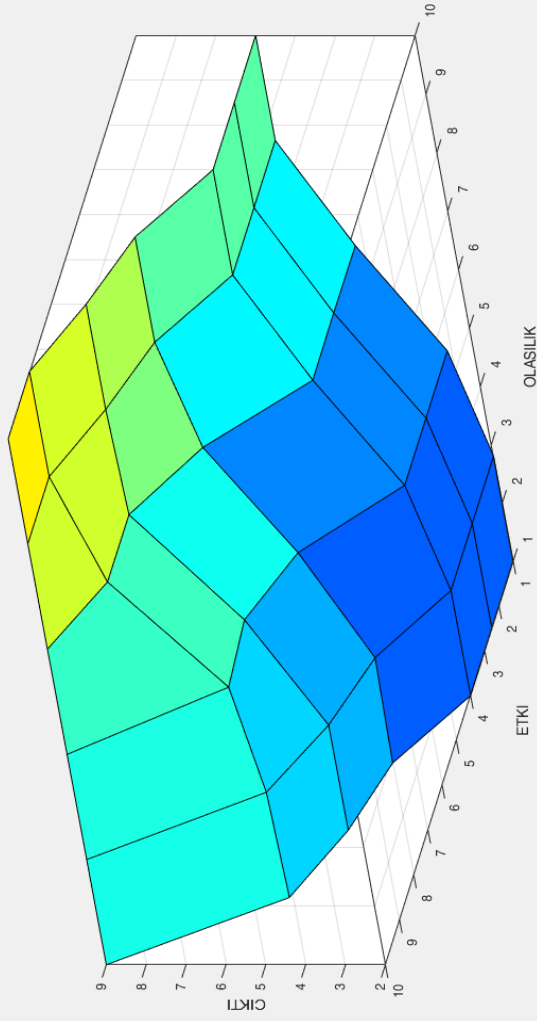
Kızılay İşletmeleri tedarik zincirlerinde belirlenen ortak risklerin beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalamasının input değeri olarak modele girilmesiyle fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değerinin hesaplanması ve tedarik zinciri kırılma olasılığının tahmin edilmesi sonucu çalışmanın problemlerinden “Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde bir risk meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı nasıl hesaplanabilir?” sorusunun cevabına ulaşılmaktadır. Bu aşamada uygulanacak stratejinin belirlenmesiyle çalışmanın problemlerinden “Kızılay İşletmeleri tedarik zincirindeki kırılmaya neden olan riskin olasılık ve etki derecesinin büyüklüğü dikkate alındığında, tedarik zincirinde gerçekleşen risklere karşı hangi stratejiler uygulanmalıdır?” sorusunun cevabına ulaşılmaktadır.

Ortak risk metodolojisiinde üçüncü risk olan bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyetin, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [3,6 6] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 4 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili fuzzy logic toolbox görselleri Ek-15 ve

Ek-16'da verilmektedir. Çıktı değeri 4 olduğu için bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin meydana geldiğinde tedarik zinciri kırılmaz kümesine üyeliği %79,17'dir ve bu durumda kontrol stratejisinin uygulanması önerilmektedir. Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riski, meydana geldiğinde işletmeler genelinde tedarik zincirinin kırılma kümesine üyeliği %20,83'dir. İşletmeler bazlı bakıldığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %33,33; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %29,63; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %14,81'dir. Bu değerler kıyaslandığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin ağırlıklı ortalama yüzdesi Kızılay Lojistik A.Ş.'de en yüksek değere sahip olduğundan bu riskin tedarik zincirinde değişikliğe neden olup olmayacağı en kısa sürede bu işletmede gözlemlenecektir. Tedarik zincirinde yaşanacak değişiklikler daha sonra sırasıyla Kızılay Sağlık A.Ş., Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de gözlemlenecektir.



Şekil 4.7. Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



X (input):	OLASILIK	Y (input):	ETKI	Z (output):	CIKTI	Evaluate
X Mesh Points:	6	Y Mesh Points:	7			
Ref. Input:		Plot points:	101	Help		
Ready						

Şekil 4.8. Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi

Ortak risk metodolojisiinde yedinci risk olan bütçe gücünün yetersizliğinin, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6,4 8] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 8,02 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili fuzzy logic toolbox görselleri Ek-17 ve Ek-18’de verilmektedir. Çıktı değeri 8,02 olduğu için bütçe gücünün yetersizliği riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini tamamen kıracağı öngörülmüş ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. Bütçe gücünün yetersizliği riski, meydana geldiğinde işletmeler genelinde tedarik zincirinin kırılma kümesine üyeliği %100’dür. İşletmeler bazlı bakıldığında bütçe gücünün yetersizliği riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %13,85; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %6,15; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %24,62; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %30,77; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %24,62’dir. Bu değerler kıyaslandığında; bütçe gücünün yetersizliği riskinin Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de tedarik zincirini daha erken kıracağı gözlemlenmektedir. Tedarik zincirinde yaşanacak kırılmalar daha sonra sırasıyla, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay Lojistik A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisiinde altmış dördüncü risk olan taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [4,8 6] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 5,73 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili fuzzy logic toolbox görselleri Ek-19 ve Ek-20’de verilmektedir. Çıktı değeri 5,73 olduğu için taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin meydana geldiğinde tedarik zinciri kırılmaz kümesine üyeliği %43,13’tür ve bu durumda takip stratejisinin uygulanması önerilmektedir. Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riski, meydana geldiğinde işletmeler genelinde tedarik zincirinin kırılma kümesine üyeliği %56,87’dir. İşletmeler bazlı bakıldığında taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %16,67; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %22,22; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %25; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %25’tir. Bu değerler kıyaslandığında taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin

ağırlıklı ortalama yüzdesi Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de en yüksek değere sahip olduğundan bu riskin tedarik zincirinde değişikliğe neden olup olmayacağı en kısa sürede bu işletmede gözlemlenecektir. Tedarik zincirinde yaşanacak değişiklikler daha sonra sırasıyla Kızılay İçecek A.Ş., Kızılay Lojistik A.Ş., Kızılay Sağlık A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisiinde doksan dokuzuncu risk olan işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizliğin, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [4 5.2] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 3.16 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili fuzzy logic toolbox görselleri Ek-21 ve Ek-22’de verilmektedir. Çıktı değeri 3.16 olduğu için işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik riski meydana geldiğinde işletmeler genelinde tedarik zincirinin kırılmama kümesine üyeliği %96,67 ve kontrol stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %23,08; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %30,77; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %15,38; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %23,08; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %7,69’dur. İlk olarak Kızılay İçecek A.Ş.’de değişiklikler gözlemlenecektir.

Kızılay İşletmelerinde ortak risk olarak belirlenen 110 adet risk literatür çalışmasında da bahsedildiği gibi 7 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Literatür taraması detaylı bir şekilde yapılan bu risklerin 7 ana başlıkta sınıflandırılması bu risklerin kıyaslanması açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda veri setindeki riskler baz alınarak oluşturulan risk sınıflarına ait risklerin matlab programlama dili fuzzy logic designer toolboxına input olarak girilen olasılık ve etki ortalaması sonucu elde edilen çıktı değerleri Tablo 4.19.’da verilmektedir:

Tablo 4.19. Risklerin Sınıflandırılması

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	FUZZY LOGIC TOOLBOX ÇIKTISI
1	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Ani talep şokları	6	7,2	8
2	EKONOMİK RİSKLER	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	6,4	7,2	8,02
3	JEOPOLİTİK RİSKLER	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet,	3,6	6	4
4	TEKNOLOJİK RİSKLER	Bilgi ve haberleşme kesintileri	2,4	6,4	4
5	JEOPOLİTİK RİSKLER	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	5,2	7,2	6,27
6	JEOPOLİTİK RİSKLER	Bojkotlar	2,4	6,8	4
7	EKONOMİK RİSKLER	Bütçe gücünün yetersizliği	6,4	8	8,02
8	JEOPOLİTİK RİSKLER	Çatışma ve politik huzursuzluk	4,4	6	5,09
9	ÇEVRESEL RİSKLER	Çevre kazalarının olması	3,6	7,2	4
10	OPERASYONEL RİSKLER	Dağıtım kanallarında aracı seçiminin iyi yapılamaması	5,2	6,4	6,27
11	OPERASYONEL RİSKLER	Değişkenlerin fazla olması	7,6	7,2	8,21
12	JEOPOLİTİK RİSKLER	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	5,6	7,6	6,91
13	EKONOMİK RİSKLER	Depo alanlarının yetersizliği	5,6	6,8	6,8
14	OPERASYONEL RİSKLER	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	6,4	7,6	8,02
15	OPERASYONEL RİSKLER	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılamaması)	6,8	6,8	8,07
16	OPERASYONEL RİSKLER	Dijital dönüşümün yetersizliği	6,4	6,8	8,02
17	ÇEVRESEL RİSKLER	Doğal afetler	4,4	6,8	5,2
18	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	5,6	6,8	6,8
19	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	6	6,4	8
20	ÇEVRESEL RİSKLER	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik parametrelerindeki yetersizlik	5,2	6,4	6,27
21	EKONOMİK RİSKLER	Ekonomik krizlerin olması	6	8,4	8,02
22	EKONOMİK RİSKLER	Enerji fiyatları değişkenliği	8	7,6	8,47
23	OPERASYONEL RİSKLER	Envanter risklerinin fazla olması	6,4	7,6	8,02
24	EKONOMİK RİSKLER	Finansal krizler	7,2	7,6	8,21
25	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	6	7,6	8
26	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammaddede dışa bağımlılık	4,8	6,8	5,73

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	FUZZY LOGIC TOOLBOX ÇIKTISI
27	ÇEVRESEL RİSKLER	Isı dalgaları, kuraklıkların yaşanması	3,2	6	4
28	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	4,8	6	5,73
29	EKONOMİK RİSKLER	İşçilik endeksi (işçilik maliyet) yüksek olması	5,6	6,8	6,8
30	EKONOMİK RİSKLER	Gümrük gecikmeleri	7,2	7,6	8,21
31	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	8	7,2	8,21
32	JEOPOLİTİK RİSKLER	İthalat/ihracat sınırlamaları	4,4	6,8	5,2
33	OPERASYONEL RİSKLER	Kalifiye işgücü eksikliği	6,8	8	8,07
34	OPERASYONEL RİSKLER	Kalite oranlarındaki değişkenlik	7,6	7,2	8,21
35	OPERASYONEL RİSKLER	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	6	7,6	8
36	ÇEVRESEL RİSKLER	Karbon emisyonu	4,8	5,6	5,19
37	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	5,6	6	6,91
38	EKONOMİK RİSKLER	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	6,8	9,2	8,21
39	ÇEVRESEL RİSKLER	Kirlilik (hava, su, toprak) artması	2,4	5,2	3,16
40	ÇEVRESEL RİSKLER	Kötü hava şartlarının olması	6	6,8	8
41	OPERASYONEL RİSKLER	Kritik hata türlerinin fazla olması	5,6	8,4	6,93
42	EKONOMİK RİSKLER	Kritik malzemelerin yetersizliği	6,8	8	8,07
43	EKONOMİK RİSKLER	Kur dalgalanmaları	8,8	7,2	8,21
44	JEOPOLİTİK RİSKLER	Küresel enerji darlığı	6	7,2	8
45	ÇEVRESEL RİSKLER	Küresel iklim değişikliği	5,6	7,2	6,8
46	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	8,4	7,2	8,21
47	EKONOMİK RİSKLER	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	4,8	6,4	5,73
48	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	8,4	6,4	8,02
49	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteriye yakın olmama	7,2	8	8,21
50	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	7,2	7,6	8,21
51	EKONOMİK RİSKLER	Navlun krizi	5,6	8,4	6,93
52	JEOPOLİTİK RİSKLER	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	2,4	10	9
53	ÇEVRESEL RİSKLER	Pandemiler	2,8	9,6	6,69
54	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	7,6	7,6	8,47

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
55	OPERASYONEL RİSKLER	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	6,8	7,6	8,07
56	YASAL RİSKLER	Rekabet kurumu	5,2	7,2	6,27
57	ÇEVRESEL RİSKLER	Salgın hastalıklar	4	8,8	5,38
58	OPERASYONEL RİSKLER	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	6,4	7,6	8,02
59	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	5,6	6	6,91
60	JEOPOLİTİK RİSKLER	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	5,6	7,6	6,91
61	OPERASYONEL RİSKLER	Standardizasyon olmaması	6,4	7,6	8,02
62	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme üst yönetim istikrarı	4,4	7,2	5,2
63	OPERASYONEL RİSKLER	Tahmin ve planlama riskleri	6,4	6	8
64	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	4,8	6	5,73
65	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	7,6	7,2	8,21
66	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	5,2	6	6,27
67	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik edilen malzeme kalemleri	7,2	7,6	8,21
68	OPERASYONEL RİSKLER	Tedarik zinciri arz talep planlaması	7,6	7,6	8,47
69	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	5,2	7,2	6,27
70	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi güvenilirliğinin az olması	5,6	7,2	6,8
71	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi kalitesinin az olması	6,4	7,2	8,02
72	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi sayısının yetersiz olması	6,4	7,6	8,02
73	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	6,4	6,8	8,02
74	JEOPOLİTİK RİSKLER	Tedarikçiye yakın olmamak	6,4	7,2	8,02
75	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	6	7,2	8
76	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik riskler	6,4	6,8	8,02
77	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	6	8,8	8,07
78	JEOPOLİTİK RİSKLER	Terörizm	3,6	8,8	5,38
79	EKONOMİK RİSKLER	Tesis yetersizliği	4,8	7,6	5,73
80	OPERASYONEL RİSKLER	Teslimat sürelerinin etkinliği	6	7,2	8
81	YASAL RİSKLER	Ticaret politikalarında yapılan yanlışlıklar	4,8	7,2	5,73
82	JEOPOLİTİK RİSKLER	Uluslararası işbirlikleri	4,8	8	5,73

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	FUZZY LOGIC TOOLBOX ÇIKTISI
83	OPERASYONEL RİSKLER	Uzun termin süreleri	6,8	8	8,07
84	EKONOMİK RİSKLER	Ücret kesinti riskleri	4	6,8	4
85	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün kalite yönetim sisteminin etkinliği	7,2	7,2	8,21
86	OPERASYONEL RİSKLER	Yavaş bilgi akışı	8,4	7,2	8,21
87	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	5,2	6,4	6,27
88	OPERASYONEL RİSKLER	Yetersiz esneklik	7,2	7,6	8,21
89	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yolsuzluk	3,2	8,4	4,88
90	OPERASYONEL RİSKLER	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	5,2	8	6,27
91	OPERASYONEL RİSKLER	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	6	7,6	8
92	OPERASYONEL RİSKLER	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	6,4	8,4	8,02
93	OPERASYONEL RİSKLER	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	7,6	6,8	8,07
94	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	6,4	6,4	8,02
95	OPERASYONEL RİSKLER	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	6	8	8
96	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	6,4	6,8	8,02
97	EKONOMİK RİSKLER	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	4,4	6,4	5,09
98	YASAL RİSKLER	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	3,2	6	4
99	EKONOMİK RİSKLER	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	4	5,2	3,16
100	JEOPOLİTİK RİSKLER	Kızılay dernek bakış açısı	10	6,4	8,02
101	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tüketici davranışlarının değişkenliği	6,8	7,2	8,07
102	OPERASYONEL RİSKLER	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine,araç arızası, grevler, iş kazaları)	8,4	7,6	8,47
103	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Beklenmedik sipariş iptalleri	5,6	8	6,91
104	OPERASYONEL RİSKLER	İşletmenin itibarsızlaşması	3,6	9,2	5,98
105	TEKNOLOJİK RİSKLER	Siber saldırılar	5,2	8,8	6,36
106	OPERASYONEL RİSKLER	Yanlış ortak seçimi	3,6	8	4
107	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	6	7,2	8
108	JEOPOLİTİK RİSKLER	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	6,4	8	8,02
109	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yabancı sermayenin gelmemesi	4,4	6,8	5,2
110	OPERASYONEL RİSKLER	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	8	6,4	8,02

Risk sınıflarında yer alan risklerin sayıları ve bu sınıflardaki çıktı değer ortalamaları Tablo 4.20.'de verilmektedir:

Tablo 4.20. Risk Sınıflandırma ve Çıktı Değerleri

RİSK SINIFI	RİSK SAYISI	FUZZY LOGIC TOOLBOX ÇIKTI ORTALAMASI	UYGULACAK STRATEJİ TÜRÜ
EKONOMİK RİSKLER	17	6,92	TRANSFER
TEKNOLOJİK RİSKLER	4	6,60	TAKİP
JEOPOLİTİK RİSKLER	16	6,29	TAKİP
ÇEVRESEL RİSKLER	10	5,47	TAKİP
OPERASYONEL RİSKLER	35	7,67	TRANSFER
TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	25	7,41	TRANSFER
YASAL RİSKLER	3	5,33	TAKİP

Kızılay İşletmeleri tedarik zincirlerinde belirlenen ortak risklerin sınıflandırılıp, fuzzy logic toolbox çıktı ortalama değerleri göz önüne alınarak önem sırasına göre alınmasıyla çalışmanın problemlerinden “Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde kırılmalara yol açan ortak riskler nasıl önceliklendirilebilir?” sorusunun cevabına ulaşılmaktadır.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, en yüksek çıktı ortalama değerine sahip olan operasyonel risk kümesine karşılık transfer stratejisine daima hazırlıklı olmalıdır. Transfer stratejisini benimsemeden önce bütün operasyonel işlemlerinde takip ve kontrol stratejisini mümkün olduğunca en iyi şekilde gerçekleştirmelidir. Kızılay İşletmeleri operasyonel işlemlerde doğabilecek hatalara karşı proaktif davranış göstererek süreçlerini daima kontrol altında tutmalıdır. Üst düzey yönetim tüm faaliyetlerde, iş sürecinde ve ürünlerde operasyonel risk yönetim sürecinin tutarlı ve etkin bir hâlde uygulanmasından ve sürdürülmesinden sorumlu olarak oluşabilecek zararları minimize etmelidir.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, ikinci sırada çıktı ortalama değerine sahip olan tedarik zinciri risk kümesine karşılık transfer stratejisine daima hazırlıklı olmalıdır. Transfer stratejisini benimsemeden önce bütün tedarik zinciri işlemlerinde takip ve kontrol stratejisini mümkün olduğunca en iyi şekilde gerçekleştirmelidir. Kızılay İşletmeleri tedarik zincirinde meydana gelebilecek aksaklıklar işletmeleri ciddi zararlara uğratabileceğinden tedarik zincirleri sürekli olarak

izlenmelidir. Tedarik zincirinde yer alan tedarikçi ve müşteriler iyi analiz edilerek bu paydaşlarla sağlam ilişkiler kurulmalıdır.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, üçüncü sırada çıktı ortalama değerine sahip olan ekonomik risk kümesine karşılık transfer stratejisine daima hazırlıklı olmalıdır. Transfer stratejisini benimsemeden önce bütün mali işlerinde takip ve kontrol stratejisini mümkün olduğunca en iyi şekilde gerçekleştirmelidir. Kızılay İşletmeleri mali varlıklarını koruyabilmek ve sektördeki sürdürülebilirliğini sağlamak için ödeme planlama ve yöntemlerini iyi yapmalıdır. Bu şekilde sektörde oluşabilecek küresel veya küçük çaptaki ekonomik krizlere karşı etkili ve modern yöntemlerle cevap verebilmelidir.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, dördüncü sırada çıktı ortalama değerine sahip olan teknolojik risk kümesine karşılık takip stratejisine daima hazırlıklı olmalıdır. Teknolojik riskler göz önüne alındığında Kızılay İşletmelerinin üretim ve hizmet, satış ve pazarlama, veri güvenliği ve veri aktarımı gibi bütün birimlerine yayılmış olan bir risk kümesinden bahsedilmektedir. Kızılay İşletmelerinin pazardaki potansiyel müşterilerini elinde tutabilmesi, tedarikçileri arasında tercih edilebilir olabilmesi ve sektörlerinde lider işletmelerinin uzun ömürlülüğünü sağlayabilmesi için imalat ve hizmet teknolojilerine ciddi yatırımlar yapması elzemdir.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, beşinci sırada çıktı ortalama değerine sahip olan jeopolitik risk kümesine karşılık takip stratejisine daima hazırlıklı olmalıdır. Jeopolitik riskler göz önüne alındığında Kızılay İşletmeleri, her işletme gibi dünya gündemi uluslararası krizlerden ve sorunlardan geçilmez hâldeyken jeopolitik gelişmeleri daha iyi göğüslemenin yollarını aramalıdır. Geniş bir yelpazede faaliyetlerini, ideolojilerini, hedeflerini ve çıkarlarını artırmak için uluslararası sistemde rekabet eden Kızılay İşletmeleri rekabet yarışı içerisinde kendini en doğru şekilde konumlandırmaya, bir yandan da tüzel kuruluşlar olarak politik şekilde hareket etmeye mecburdur. Bu kapsamda Kızılay İşletmeleri kurumsal anlatımını iyi kurgulamalı, kriz anında doğru karar alma ve hızlıca harekete geçmek için yönetim kurulunu önemli küresel gelişmelerden düzenli olarak haberdar etmeli, operasyonel devamlılığın sağlamak için kısa, orta ve uzun vadeli bir risk yönetimi felsefesi benimsemeli, paydaşlarını kriz çözüm süreçlerine dahil etmeli, jeopolitik gelişmelere daha hazırlıklı olmak için çeşitli senaryolar çalışmalıdır.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, altıncı sırada çıktı ortalama değerine sahip olan çevresel risk kümesine karşılık takip stratejisini benimsemelidir. Kızılay İşletmeleri çevresel risklere karşı önlem almak adına ilgili kurum ve kuruluşlardan özellikle bölgede bulunan üniversitelerden destek almalı, işletmelerin neden oldukları çevresel kirliliklerin önlenmesinde ilgili eğitim kurumlarından atık yönetimi çalışmaları hakkında bilgi almalı ve çalışmalara gerekli özeni göstermelidir. Çevre sorunlarını önlemek için çevreyi koruyup geliştirmeye yönelik ar-ge çalışmalarına önem vermeli, yatırım kararları alırken sadece kârlılığı değil, aynı zamanda çevresel faktörleri de önemle dikkate almalıdır. Sürdürülebilir çevrenin yanı sıra sosyal çevreden kaynaklabilecek her türlü zarar için Kızılay İşletmeleri sağduyulu ve hümanist davranışlar benimsemelidir.

Kızılay İşletmeleri yedi ana risk başlığı altında sınıflandırıldığında, son sırada çıktı ortalama değerine sahip olan yasal risk kümesine karşılık takip stratejisini benimsemelidir. Ürün ve hizmet sunduğu müşterilerinin, bünyesinde istihdam ettiği personellerinin yasal hak ve özgürlüklerini koruyacak şekilde ticarete iş ahlakını en yüksek düzeyde tutmalıdır. Haksız rekabeti oluşturacak herhangi bir davranışta bulunmamalı ve fırsat eşitliğini sağlamalıdır. Sektörlerinde güvenilir intiba bırakan Kızılay İşletmeleri yasal kanunlar çerçevesinde faaliyetlerini devam ettirmelidir.

4.6. Risklerin Değerlendirilmesinde Anfis Yönteminin Kullanımı

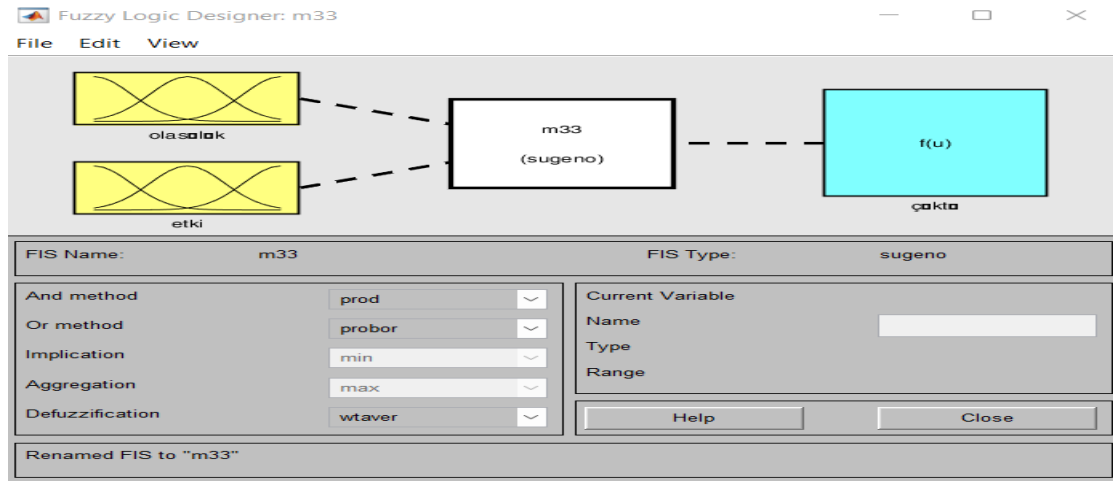
Uygulama çalışmamızda bulanık mantık ile elde ettiğimiz verilerden yararlanarak, tahmin etme yapay zekâ yöntemlerinden olan anfis ve regresyon analizini kullanıp, hangi tekniğin daha iyi tahminlerde bulunduğu istatistiksel performans kriterleri kullanılarak karar verilmiştir. Literatür taraması kapsamında anfis ve regresyon yöntemlerinin tahmin etme problemlerinde başvurulan yöntemler olduğu tespit edilmiş ve bu iki yöntemin birlikte kullanıldığı çalışmalara literatür kısmını anlattığımız bölümde yer verilmiştir. Bu kapsamda uygulama yapılan işletmelerin tedarik zincirlerinde meydana gelmesi muhtemel risklerin, tedarik zinciri üzerinde kırılma olasılıklarının tahmin edilebilirliği anfis ve regresyon analizi ile test edilmektedir.

Anfis yapay zekâ yöntemi için ilgili literatür taraması yapıldıktan sonra matlab programlama dilinde neuro-fuzzy designer kullanımına karar verilmiştir. Anfiste mevcut girdi çıktı veri setine göre modelde temel olan veriler eğitilmekte ve kural seti uzman

görüşüne dayanmadan sistem tarafından oluşturulmaktadır. Bulanık mantık ile arasındaki en büyük farklılıkta bu durum olarak açıklanmaktadır (Yücel, 2010: 66).

4.6.1. Anfis Modelinin Genel Yapısı

Bulanık mantık yönteminde kullanılan aynı veri seti baz alınarak anfis yöntemiyle tahminde bulunulmuştur. Anfis modelinde girdilerimiz işletmeler özelinde risklerin meydana gelme olasılığı ve risklerin meydana geldiğinde tedarik zincirine olan etkisi iken çıktımız ise işletme tedarik zincirinin kırılma olasılığı ve uygulanması gereken strateji türüdür. Bu kapsamda oluşturulan model, matlab programlama dili neuro-fuzzy designer toolbox kullanılarak Şekil 4.9.'daki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 4.9. Neuro-Fuzzy Logic Designer Model Çalışması

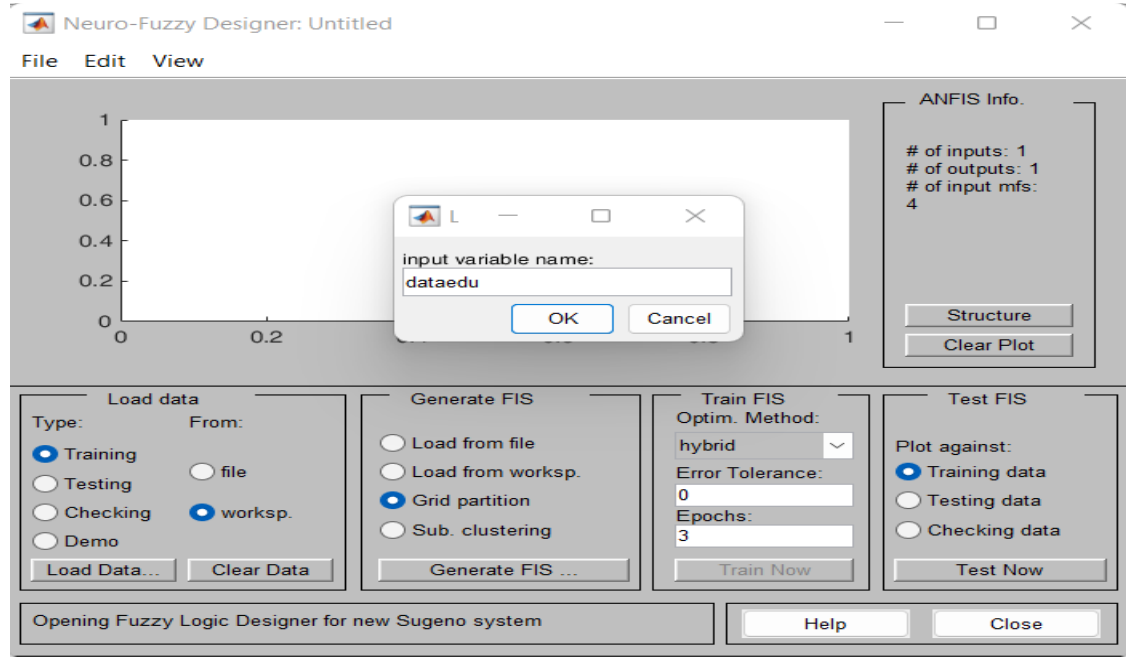
Modelde sugeno çıkarım yöntemi kullanılmasının nedeni bu yöntemin bu tür çalışmalarda en çok kullanılan anfis yöntemi olmasıdır. Model oluşturulduktan sonra anfis modelinde eğitim verisi, test verisi, çıktı verileri olmak üzere 3 klasör Şekil 4.10.'daki gibi tanımlanır.

Workspace	
Name ^	Value
dataedu	99x3 double
dataoutput	110x3 double
datatest	11x3 double

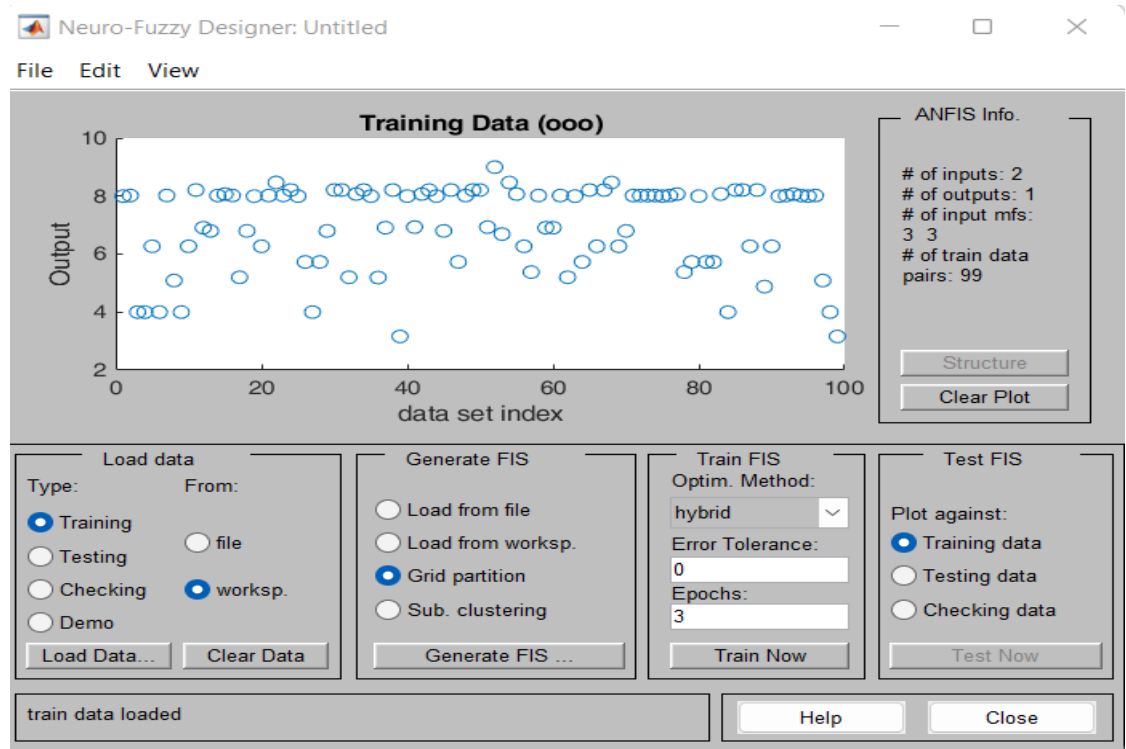
Şekil 4.10. Anfis Modeli Klasör Tanımlamaları

Eğitim verisi olarak 110 adet verimizin %90'ı olan 99 adet, test verisi olarak 110 adet verimizin %10'u olan 11 adet veri tanımlanarak ilgili klasörlere işlenmiştir. Bu tarz

çalışmalarda eğitilecek risk sayısı dikkate alınarak eğitim data seti daha geniş tutulmaktadır (Yücel, 2010: 76). Daha sonra Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'deki gibi anfis modeli eğitim veri seti için çalıştırılmıştır:

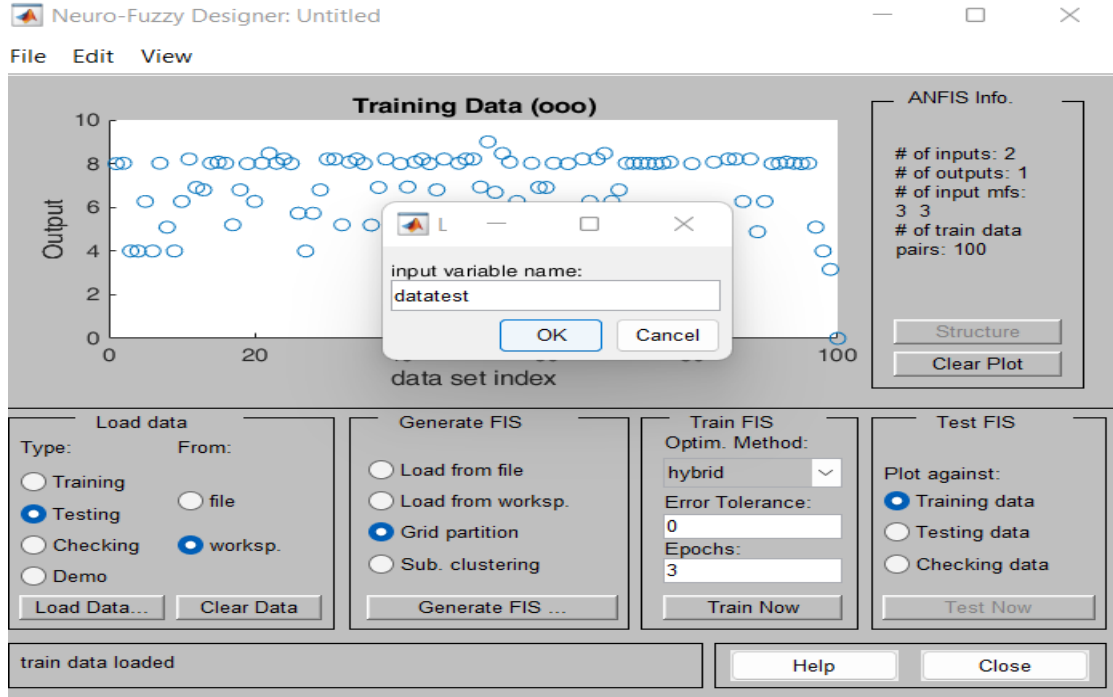


Şekil 4.11. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Eğitim Veri Çalışması

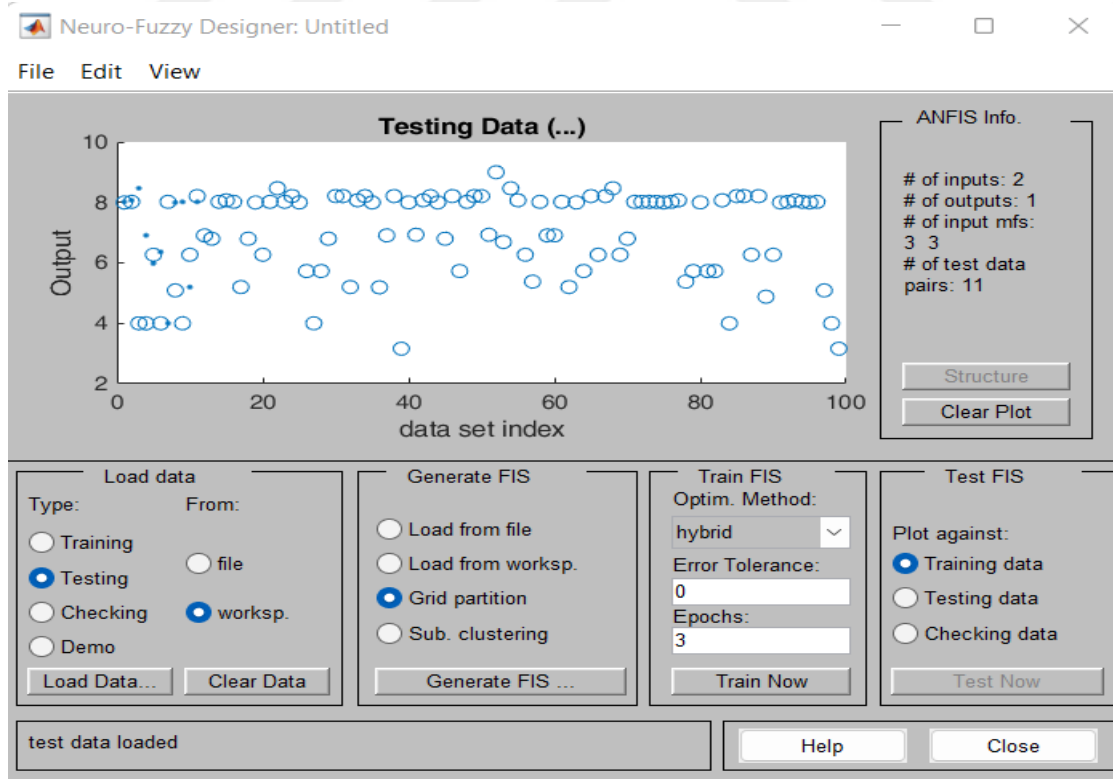


Şekil 4.12. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Eğitim Veri Çalışması Sonucu

Daha sonra Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.’te gösterildiği üzere anfis modeli test veri seti için çalıştırılmıştır:

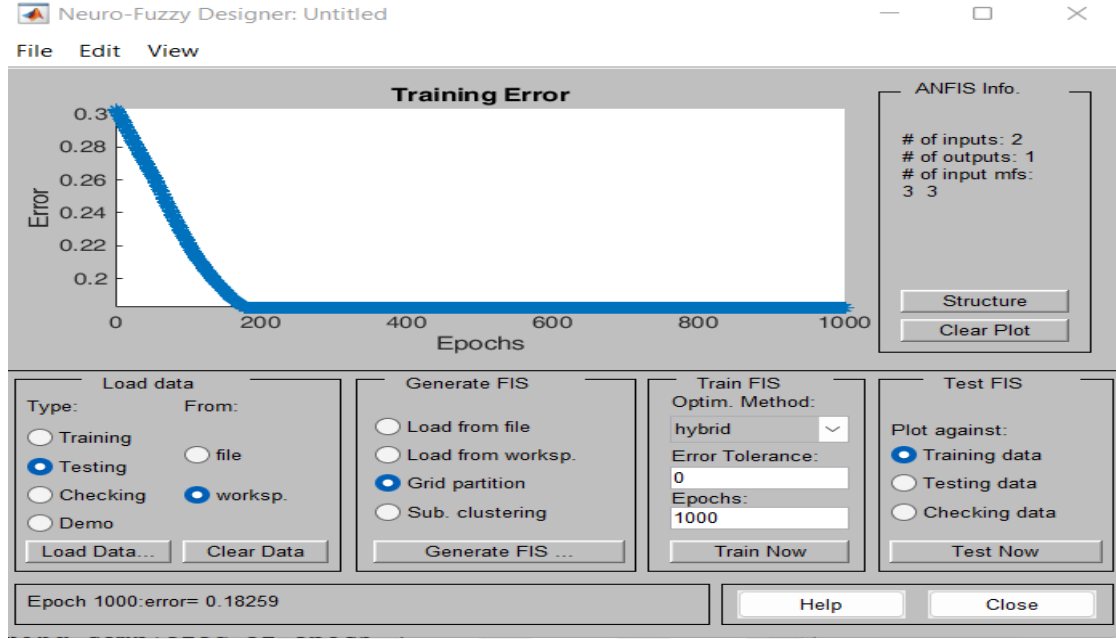


Şekil 4.13. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Test Veri Çalışması



Şekil 4.14. Neuro-Fuzzy Logic Designer Modeli Test Veri Çalışması Sonucu

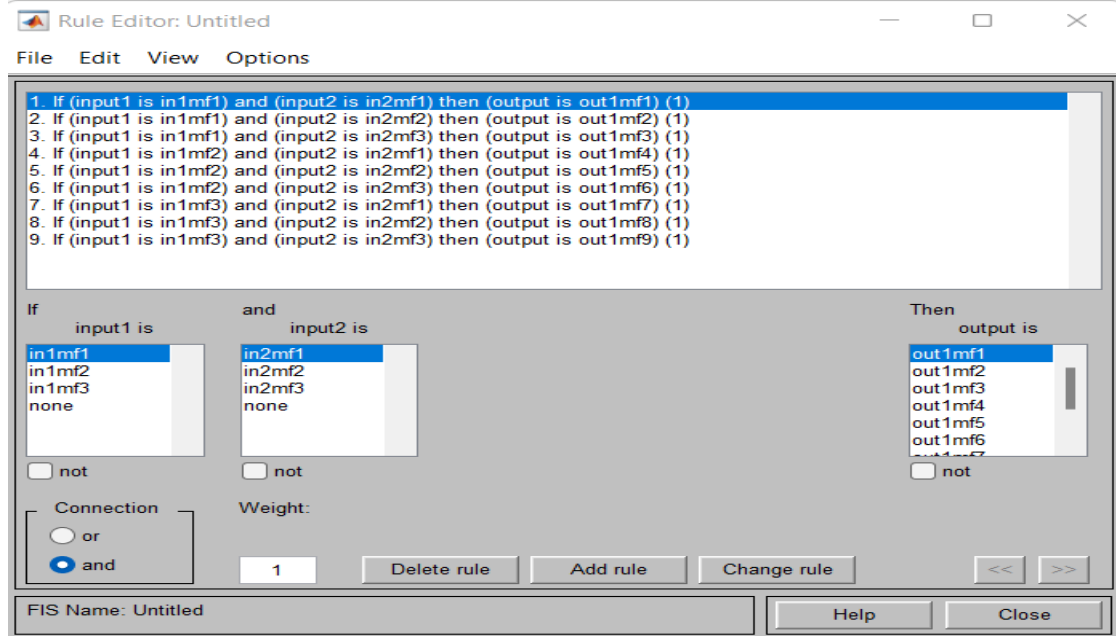
Daha sonra Şekil 4.15.'te gösterildiği üzere model 1.000 kere eğitilmiştir:



Şekil 4.15. Anfis Modelinin Eğitimi

4.6.2. Anfis Modelinin Kural Tabanı ve Tahmin Sonuçları

Anfis yönteminde kuralları bu yöntem kendisi belirleyerek 9 adet kural seti oluşturmuştur. Bu kurallar Şekil 4.16.'da verilmektedir:



Şekil 4.16. Anfis Kural Seti

Örnek olarak 1.risk değişkeni olan ani talep şoklarının olasılık ve etki değerleri girildiğinde oluşan çıktı değeri Şekil 4.17.'de verilmektedir:



Şekil 4.17. Ani Talep Şoklarının Girdi Ve Çıktı Değerleri

Daha sonra modelde `m33output=evalfis(dataoutput,m33)` komutu girilerek anfis modelinin çıktı değerleri alınmıştır. Anfis modeli ile tahmin edilen sonuç değerlerinin yorumlanmasında bulanık mantıktaki aynı kabullenmeler kullanılmıştır.

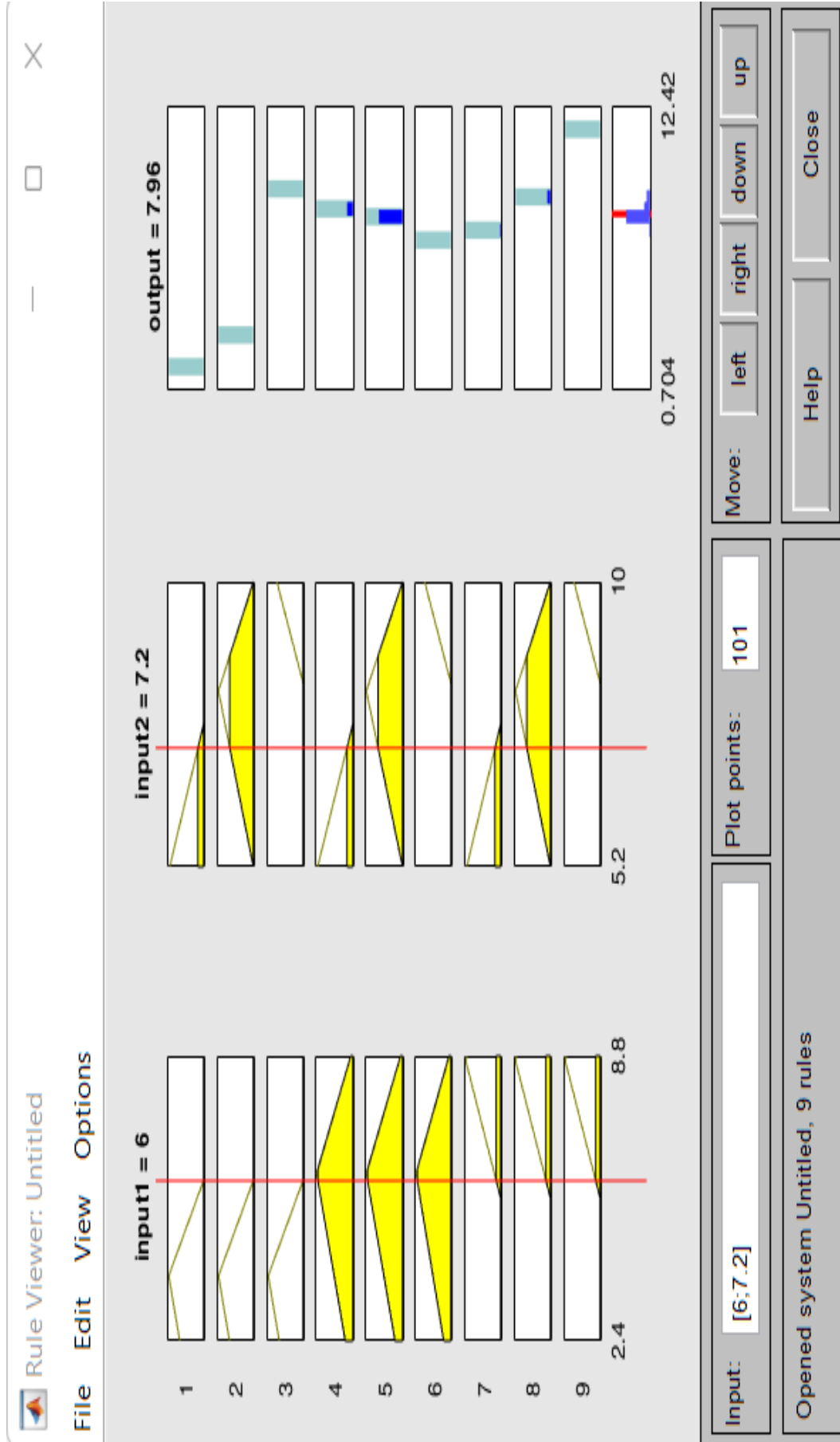
Çıktı değerinin [0 3] aralığında olması durumunda tedarik zincirinin kesin olarak kırılmayacağı, [7,8 10] aralığında olması durumunda tedarik zincirinin kesin olarak kırılacağı varsayılmıştır. Çıktı değerinin (3 7,8) aralığında olması durumunda işletmelerin hangi strateji izleyeceği belirsizlik taşımaktadır. Bu belirsizlik ise bulanık mantık yöntemiyle çözülmüştür. (3 7,8) aralığında çıktı değeri veren modelde tedarik zinciri kırılma olasılık yüzdeleri hesaplanırken a değeri; 3 olan fuzzy logic başlangıç değerini, b değeri; 7,8 olan fuzzy logic bitiş değerini, c ise modelin çalıştırılması sonucu verdiği çıktı değeri olarak kabul edildiğinde tedarik zincirinin kırılma olasılık yüzde hesabı Denklem 4.1'deki

$$\left(\frac{100}{b-a}\right) * (c - a) \quad (4.1)$$

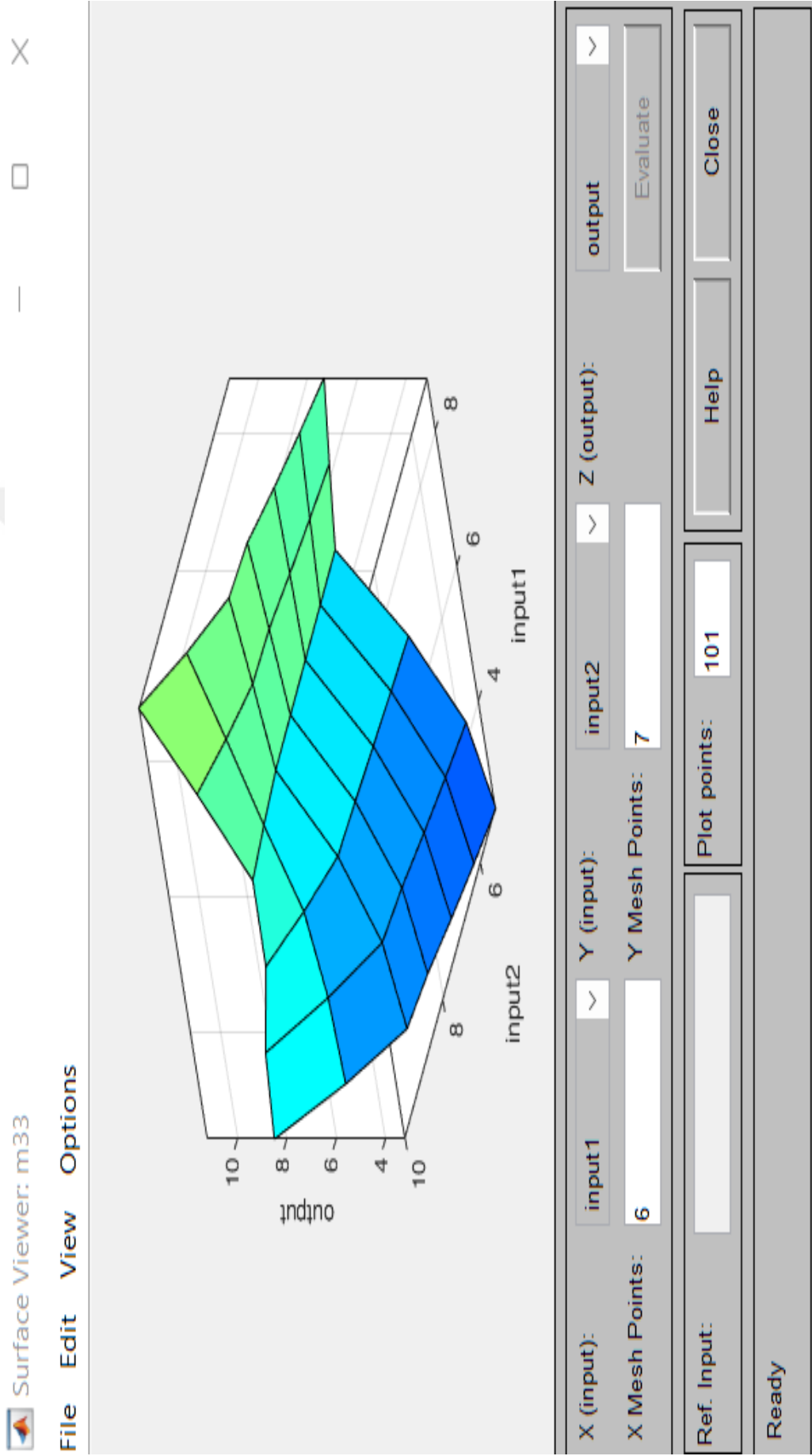
formülasyonla bulunmaktadır. Neuro-fuzzy logic designer toolbox kullanılarak belirlenen risklerin tedarik zincirinde oluşturabilecekleri kırılma olasılıklarına cevap olarak geliştirilmesi gereken stratejilerden bazı örneklemeler seçilerek ilgili model aşağıdaki gibi çalıştırılmıştır.

Ortak risk metodolojisinde birinci risk olan ani talep şoklarının, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6 7,2] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Neuro-Fuzzy logic

designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 7,96 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili neuro-fuzzy logic designer toolbox görselleri Şekil 4.18. ve Şekil 4.19.'da verilmektedir. Çıktı değeri 7,96 olduğu için ani talep şokları riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirinin kırılma olasılığı %100'dür ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında ani talep şokları riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08'dir. Bu değerler kıyaslandığında ani talep şokları riskinin Kızılay Lojistik A.Ş, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de en yüksek yüzdeye sahip olduğundan tedarik zincirinde kırılmalar en kısa sürede bu işletmelerde gözlemlenecektir. Daha sonra Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de tedarik zincirinde kırılmalar gözlemlenecektir.



Şekil 4.18. Anfis Modelinde Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



Şekil 4.19. Anfis Modelinde Ani Talep Şokları Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi

Ortak risk metodolojisiinde üçüncü risk olan bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyetin, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [3,6 6] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Neuro- fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 4,03 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili neuro-fuzzy logic toolbox görselleri Ek-23 ve Ek-24'te verilmektedir. Çıktı değeri 4,03 olduğu için bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %21,46'dır ve bu durumda kontrol stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %33,33; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %29,63; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %14,81'dir. Bu değerler kıyaslandığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin ağırlıklı ortalama yüzdesi Kızılay Lojistik A.Ş.'de en yüksek değere sahip olduğundan bu riskin tedarik zincirinde değişikliğe neden olup olmayacağı en kısa sürede bu işletmede gözlemlenecektir. Tedarik zincirinde yaşanacak değişiklikler daha sonra sırasıyla Kızılay Sağlık A.Ş., Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisiinde yedinci risk olan bütçe gücünün yetersizliğinin, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6,4 8] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Neuro-fuzzy logic designer toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 8,03 olarak hesaplanmıştır. İlgili matlab programlama dili neuro-fuzzy logic toolbox görselleri Ek-25 ve Ek-26'da verilmektedir. Çıktı değeri 8,03 olduğu için bütçe gücünün yetersizliği riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %100'dür ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında bütçe gücünün yetersizliği riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %13,85; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %6,15; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %24,62; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %30,77; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %24,62'dir. Bu değerler kıyaslandığında; bütçe gücünün yetersizliği riskinin Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. tedarik zincirinde kırılmalar daha erken gözlemlenecektir.

Tedarik zincirinde yaşanacak kırılmalar daha sonra sırasıyla, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay Lojistik A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş.'de gözlemlenecektir.

Kızılay İşletmeleri'nde ortak risk olarak belirlenen 110 adet risk literatür çalışmasında da bahsedildiği gibi 7 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Literatür taraması detaylı bir şekilde yapılan bu risklerin 7 ana başlıkta sınıflandırılması bu risklerin kıyaslanması açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda veri setindeki risklerin baz alınarak oluşturulan risk sınıflarına ait risklerin matlab programlama dili neuro-fuzzy logic designer toolboxına input olarak girilen olasılık ve etki ortalaması sonucu elde edilen çıktı değerleri Tablo 4.21.'de verilmektedir:

Tablo 4.21. Anfis Modelinde Risklerin Sınıflandırılması

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
1	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Ani talep şokları	6	7,2	7,96
2	EKONOMİK RİSKLER	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	6,4	7,2	8,022
3	JEOPOLİTİK RİSKLER	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet,	3,6	6	4,03
4	TEKNOLOJİK RİSKLER	Bilgi ve haberleşme kesintileri	2,4	6,4	3,61
5	JEOPOLİTİK RİSKLER	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	5,2	7,2	6,26
6	JEOPOLİTİK RİSKLER	Boykotlar	2,4	6,8	3,77
7	EKONOMİK RİSKLER	Bütçe gücünün yetersizliği	6,4	8	8,03
8	JEOPOLİTİK RİSKLER	Çatışma ve politik huzursuzluk	4,4	6	4,81
9	ÇEVRESEL RİSKLER	Çevre kazalarının olması	3,6	7,2	4,43
10	OPERASYONEL RİSKLER	Dağıtım kanallarında aracı seçiminin iyi yapılamaması	5,2	6,4	6,19
11	OPERASYONEL RİSKLER	Değişkenlerin fazla olması	7,6	7,2	8,19
12	JEOPOLİTİK RİSKLER	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus	5,6	7,6	7
13	EKONOMİK RİSKLER	Depo alanlarının yetersizliği	5,6	6,8	7,01
14	OPERASYONEL RİSKLER	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	6,4	7,6	8,03
15	OPERASYONEL RİSKLER	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılamaması)	6,8	6,8	8,03
16	OPERASYONEL RİSKLER	Dijital dönüşümün yetersizliği	6,4	6,8	8,01
17	ÇEVRESEL RİSKLER	Doğal afetler	4,4	6,8	5

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
18	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	5,6	6,8	7,01
19	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	6	6,4	8,01
20	ÇEVRESEL RİSKLER	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik parametrelerindeki yetersizlik	5,2	6,4	6,19
21	EKONOMİK RİSKLER	Ekonomik krizlerin olması	6	8,4	7,91
22	EKONOMİK RİSKLER	Enerji fiyatları değişkenliği	8	7,6	8,41
23	OPERASYONEL RİSKLER	Envanter risklerinin fazla olması	6,4	7,6	8,03
24	EKONOMİK RİSKLER	Finansal krizler	7,2	7,6	8,22
25	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	6	7,6	7,94
26	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammaddede dışa bağımlılık	4,8	6,8	5,56
27	ÇEVRESEL RİSKLER	Isı dalgaları, kuraklıkların yaşanması	3,2	6	3,9
28	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	4,8	6	5,43
29	EKONOMİK RİSKLER	İşçilik endeksi (işçilik maliyet) yüksek olması	5,6	6,8	7,01
30	EKONOMİK RİSKLER	Gümrük gecikmeleri	7,2	7,6	8,22
31	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	8	7,2	8,25
32	JEOPOLİTİK RİSKLER	İthalat/ihracat sınırlamaları	4,4	6,8	5
33	OPERASYONEL RİSKLER	Kalifiye işgücü eksikliği	6,8	8	8,12
34	OPERASYONEL RİSKLER	Kalite oranlarındaki değişkenlik	7,6	7,2	8,19
35	OPERASYONEL RİSKLER	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	6	7,6	7,94
36	ÇEVRESEL RİSKLER	Karbon emisyonu	4,8	5,6	5,37
37	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler	5,6	6	7,02
38	EKONOMİK RİSKLER	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	6,8	9,2	8,26
39	ÇEVRESEL RİSKLER	Kirlilik (hava, su, toprak) artması	2,4	5,2	3,19
40	ÇEVRESEL RİSKLER	Kötü hava şartlarının olması	6	6,8	7,98
41	OPERASYONEL RİSKLER	Kritik hata türlerinin fazla olması	5,6	8,4	7,01
42	EKONOMİK RİSKLER	Kritik malzemelerin yetersizliği	6,8	8	8,12
43	EKONOMİK RİSKLER	Kur dalgalanmaları	8,8	7,2	8,37
44	JEOPOLİTİK RİSKLER	Küresel enerji darlığı	6	7,2	7,96
45	ÇEVRESEL RİSKLER	Küresel iklim değişikliği	5,6	7,2	7

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
46	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	8,4	7,2	8,31
47	EKONOMİK RİSKLER	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	4,8	6,4	5,49
48	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	8,4	6,4	7,94
49	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteriye yakın olmama	7,2	8	8,22
50	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	7,2	7,6	8,22
51	EKONOMİK RİSKLER	Navlun krizi	5,6	8,4	7,01
52	JEOPOLİTİK RİSKLER	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	2,4	10	8,5
53	ÇEVRESEL RİSKLER	Pandemiler	2,8	9,6	7,29
54	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	7,6	7,6	8,32
55	OPERASYONEL RİSKLER	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	6,8	7,6	8,12
56	YASAL RİSKLER	Rekabet kurumu	5,2	7,2	6,26
57	ÇEVRESEL RİSKLER	Salgın hastalıklar	4	8,8	5,66
58	OPERASYONEL RİSKLER	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	6,4	7,6	8,03
59	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	5,6	6	7,02
60	JEOPOLİTİK RİSKLER	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk	5,6	7,6	7
61	OPERASYONEL RİSKLER	Standardizasyon olmaması	6,4	7,6	8,03
62	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme üst yönetim istikrarı	4,4	7,2	5,1
63	OPERASYONEL RİSKLER	Tahmin ve planlama riskleri	6,4	6	7,99
64	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	4,8	6	5,43
65	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	7,6	7,2	8,19
66	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	5,2	6	6,15
67	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik edilen malzeme kalemleri	7,2	7,6	8,22
68	OPERASYONEL RİSKLER	Tedarik zinciri arz talep planlaması	7,6	7,6	8,32
69	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik zincirlerinin süresiz olması	5,2	7,2	6,26
70	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi güvenilirliğinin az olması	5,6	7,2	7
71	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi kalitesinin az olması	6,4	7,2	8,022
72	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi sayısının yetersiz olması	6,4	7,6	8,03
73	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	6,4	6,8	8,01

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
74	JEOPOLİTİK RİSKLER	Tedarikçiye yakın olmamak	6,4	7,2	8,021
75	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	6	7,2	7,96
76	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik riskler	6,4	6,8	8,01
77	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	6	8,8	7,81
78	JEOPOLİTİK RİSKLER	Terörizm	3,6	8,8	5,53
79	EKONOMİK RİSKLER	Tesis yetersizliği	4,8	7,6	5,71
80	OPERASYONEL RİSKLER	Teslimat sürelerinin etkinliği	6	7,2	7,96
81	YASAL RİSKLER	Ticaret politikalarında yapılan yanlışlıklar	4,8	7,2	5,63
82	JEOPOLİTİK RİSKLER	Uluslararası işbirlikleri	4,8	8	5,71
83	OPERASYONEL RİSKLER	Uzun termin süreleri	6,8	8	8,12
84	EKONOMİK RİSKLER	Ücret kesinti riskleri	4	6,8	4,51
85	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün kalite yönetim sisteminin etkinliği	7,2	7,2	8,13
86	OPERASYONEL RİSKLER	Yavaş bilgi akışı	8,4	7,2	8,31
87	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	5,2	6,4	6,19
88	OPERASYONEL RİSKLER	Yetersiz esneklik	7,2	7,6	8,22
89	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yolsuzluk	3,2	8,4	4,67
90	OPERASYONEL RİSKLER	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	5,2	8	6,3
91	OPERASYONEL RİSKLER	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	6	7,6	7,94
92	OPERASYONEL RİSKLER	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	6,4	8,4	8,021
93	OPERASYONEL RİSKLER	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	7,6	6,8	8,072
94	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	6,4	6,4	8
95	OPERASYONEL RİSKLER	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	6	8	7,94
96	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	6,4	6,8	8,01
97	EKONOMİK RİSKLER	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	4,4	6,4	4,9
98	YASAL RİSKLER	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	3,2	6	3,9
99	EKONOMİK RİSKLER	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	4	5,2	4,07
100	JEOPOLİTİK RİSKLER	Kızılay dernek bakış açısı	10	6,4	7,89
101	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tüketici davranışlarının değişkenliği	6,8	7,2	8,08

NO	SINIFLANDIRMA	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMASI	ETKİ ORTALAMASI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTISI
102	OPERASYONEL RİSKLER	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine,araç arızası, grevler, iş kazaları)	8,4	7,6	8,52
103	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Beklenmedik sipariş iptalleri	5,6	8	7
104	OPERASYONEL RİSKLER	İşletmenin itibarsızlaşması	3,6	9,2	6,36
105	TEKNOLOJİK RİSKLER	Siber saldırılar	5,2	8,8	6,62
106	OPERASYONEL RİSKLER	Yanlış ortak seçimi	3,6	8	4,58
107	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	6	7,2	7,96
108	JEOPOLİTİK RİSKLER	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	6,4	8	8,03
109	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yabancı sermayenin gelmemesi	4,4	6,8	5
110	OPERASYONEL RİSKLER	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	8	6,4	7,95

Risk sınıflarında yer alan risklerin sayıları ve bu sınıflardaki çıktı değer ortalamaları Tablo 4.22.'de verilmektedir:

Tablo 4.22. Anfis Modelinde Risk Çıktı Ortalamaları ve Stratejileri

RİSK SINIFI	RİSK SAYISI	NEURO-FUZZY LOGİC TOOLBOX ÇIKTI ORTALAMASI	UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ
EKONOMİK RİSKLER	17	7,02	TRANSFER
TEKNOLOJİK RİSKLER	4	6,55	TAKİP
JEOPOLİTİK RİSKLER	16	6,2	TAKİP
ÇEVRESEL RİSKLER	10	5,6	TAKİP
OPERASYONEL RİSKLER	35	7,69	TRANSFER
TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	25	7,38	TRANSFER
YASAL RİSKLER	3	5,26	TAKİP

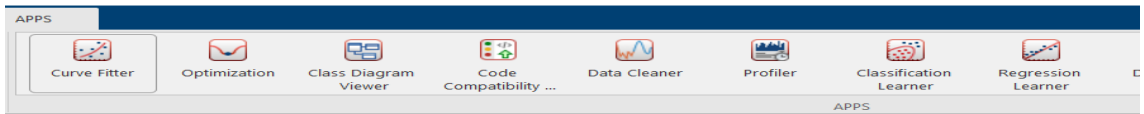
4.7. Risklerin Değerlendirilmesinde Regresyon Yönteminin Kullanımı

Anfis ile elde edilen sonuçları karşılaştırabilmek adına aynı veri setini baz alarak makine öğrenmesi yöntemlerinden olan regresyon analizi ile tedarik zincirindeki meydana gelmesi muhtemel risklerin tedarik zincirini kırma olasılığı tahmininde bulunulmuştur. Regresyon modeli ile tahmin edilen sonuç değerlerinin yorumlanmasında bulanık mantık ve anfisteki aynı kabullenmeler kullanılmıştır.

Makine öğrenmesinin alt dalı olan denetimli öğrenmede bilinen bir girdi verisinden bilinen cevaplar alınmakta, ardından yeni verilere cevap için olası tahminler yapmak için model eğitilmektedir. Tahmin etmeye çalışılan çıktı için bilinen veriler var ise denetimli öğrenme kullanılmaktadır. Denetimli öğrenme algoritmalarından biri olan regresyon analizi, bağımlı bir değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkilerin tahmin edilmesi için faydalanan istatistiksel yöntemlerdir. Regresyon analizinin, doğrusal, çoklu doğrusal ve doğrusal olmayan gibi farklı modelleri vardır. Uygulama çalışmamızda strateji çıktı değeri bağımlı değişken, olasılık ve etki ortalama değerleri ise bağımsız değişken olduğu için bu değişkenlere en uygun olan regresyon modeli çoklu doğrusal regresyon modeli olarak belirlenmiştir (<https://www.hosting.com.tr/blog/regresyon-analizi/> 12.04.2023).

4.7.1. Regresyon Modelinin Genel Yapısı

Uygulama çalışmamızda işletmeler özelinde belirlenen ortak risklerin strateji değer aralığı nümerik değer tahmini için çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılmaktadır. Çoklu doğrusal regresyon modelinde; girdi olarak belirlenen riskin beş işletmede meydana gelme olasılık ortalaması ve bu riskin meydana geldikten sonra oluşturacağı etki ortalaması kullanılmışken, çıktı olarak ise tedarik zinciri kırılma olasılığı ve uygulanması gereken strateji türü kullanılmıştır. Regresyon modeli için ilk olarak matlab programlama dili uygulamalarından Şekil 4.20.'de verilen regression learner toolbox seçilerek modül açılmaktadır. New session-from file sekmesinden risklerin beş işletme bazında meydana gelme olasılık ve etki ortalamalarının olduğu excel dosyası seçilerek ilgili toolboxa yükleme yapılmaktadır.



Şekil 4.20. Regression Learner Toolbox

Dosyayı yükledikten sonra Şekil 4.21.'de verilen import selection butonuna tıklanarak veriler sisteme aktarılmaktadır.

Import Spreadsheet - C:\Users\murat.karabulut\Desktop\regresyon verileri.xlsx

IMPORT

Selection/History: B3:G112 (i...) Name: regresyonVerileri Replace unimportable cells with 0

Variable Names Row: 1 Type: Table

☐ No Variable Names Table Options

SELECTION IMPORTED VARIABLE UNIMPORTABLE CELLS

	A	B	C	D	E	F	G
	Var1	NO	K_MELEN...	KIZILAY_...	OLASILIK...	ETK_ORTA...	x_IKTI
	Text	Number	Categorical	Text	Number	Number	Number
1							
2		NO	KÜMELEN...	KIZILAY İŞ...	OLASILIK ...	ETKİ ORTA...	ÇIKTI
3		1	TEDARİK ...	Ani talep ş...	6	7.2	8
4		2	EKONOMİ...	Araçların y...	6.4	7.2	8.02
5		3	JEOPOLİTİ...	Bilgi tekno...	3.6	6	4
6		4	TEKNOLO...	Bilgi ve ha...	2.4	6.4	4
7		5	JEOPOLİTİ...	Boğazlar v...	5.2	7.2	6.27
8		6	JEOPOLİTİ...	Boykotlar,	2.4	6.8	4
9		7	EKONOMİ...	Bütçe güc...	6.4	8	8.02
10		8	JEOPOLİTİ...	Çatışma v...	4.4	6	5.09
11		9	ÇEVRESE...	Çevre kaza...	3.6	7.2	4
12		10	OPERASY...	Dağıtım ka...	5.2	6.4	6.27
13		11	OPERASY...	Değişkenl...	7.6	7.2	8.21
14		12	JEOPOLİTİ...	Demografi...	5.6	7.6	6.91
15		13	EKONOMİ...	Depo alanl...	5.6	6.8	6.8
16		14	OPERASY...	Depo ve st...	6.4	7.6	8.02
17		15	OPERASY...	Depo yöne...	6.8	6.8	8.07
18		16	OPERASY...	Dijital dön...	6.4	6.8	8.02
19		17	ÇEVRESE...	Doğal afetler	4.4	6.8	5.2
20		18	TEDARİK ...	Düşük der...	5.6	6.8	6.8
21		19	TEDARİK ...	Düşük sev...	6	6.4	8
22		20	ÇEVRESE...	Ekolojik d...	5.2	6.4	6.27
23		21	EKONOMİ...	Ekonomik ...	6	8.4	8.02
24		22	EKONOMİ...	Enerji fiyat...	8	7.6	8.47
25		23	OPERASY...	Envanter ri...	6.4	7.6	8.02

Şekil 4.21. Regression Learner Toolbox Dosya Yükleme

Şekil 5.22'de verilen ekrandan girdi olarak; olasılık ve etki ortalamaları seçilir. Buradaki cross validation seçimi ön tanımlı olarak 5 değeri alınır. Cross validation çapraz ve karışık şekilde verinin seçilmesi için kullanılmaktadır. Modelin eğitimi esnasında kullanılmayan veriler üzerinde tahminler yapmak için kullanıldığında, modelin genel olarak nasıl performans göstermesinin beklendiğini tahmin etmek için sınırlı bir örneklem kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere göre genel olarak model becerisinin daha az ön yargılı veya daha az iyimser tahmini yapılmaktadır. Bu yöntem ile makinenin aşırı öğrenmesi ya da az öğrenmesi engellenmektedir. Cross validation işleminin genel prosedürü aşağıdaki gibidir (<https://machinelearningmastery.com/k-fold-cross-validation/> 24.04.2023):

- I. İlk olarak veri kümesi rastgele karıştırılmaktadır,
- II. İkincil olarak veri seti k gruba ayrılmaktadır,
- III. Üçüncül olarak her benzersiz grup için;
 - i. Grup bir bekletme veya test veri seti olarak alınmakta,
 - ii. Kalan gruplar bir eğitim veri seti olarak alınmakta,
 - iii. Eğitim setine bir model yerleştirilmekte ve test setinde değerlendirilmekte,
 - iv. Değerlendirme puanı korunmakta ve model çalıştırılmaktadır.
- IV. Model değerlendirme puan örneği kullanılarak modelin becerisi belirlenmektedir.

Uygulama çalışmamızdaki veri seti 3 gruba ayrılmaktadır. Bunlar eğitim, doğrulama ve test setidir. Veri setimizde bulunan 110 adet riskin 11 tanesi (%10) test setinde, kalan 99 adet riskte kendi arasında eğitim ve doğrulama setine ayrılmıştır. Test setinin %10 olmasının sebebi ise veri setindeki örnek sayısının 110 adet olmasıdır. Set aside a test data set kısmında 10 seçilmesinin nedeni makineye 10'un test verisi olduğunu öğretmek ve yaklaşık veri setinin yüzde 10'una denk geldiğini belirtmektir. Risk olasılık ve etki ortalama değerleri ondalıklı sayılardan oluştuğu için type seçeneği Şekil 4.22.'deki gibi double olarak alınmalıdır (Yücel, 2010: 104).

Data set

Data Set Variable
regresyon verileri 110x6 table

Response
x_IKTI double 3.16 ...

Predictors

	Name	Type	Range
☐	NO	double	1 .. 110
☐	K_MELEND_RME	categorical	7 unique
☐	KIZILAY__LETMELEK_ORTAKR_SKLER	string	110 unique
☒	OLASILIKORTALAMASI	double	2.4 .. 10
☒	ETK_ORTALAMASI	double	5.2 .. 10
☐	x_IKTI	double	3.16 .. 9

[How to prepare data](#)

Validation

Validation Scheme
Cross-Validation

Protects against overfitting. For data not set aside for testing, the app partitions the data into folds and estimates the accuracy on each fold.

Cross-validation folds 5

[Read about validation](#)

Test

☒ **Set aside a test data set**

Percent set aside 10

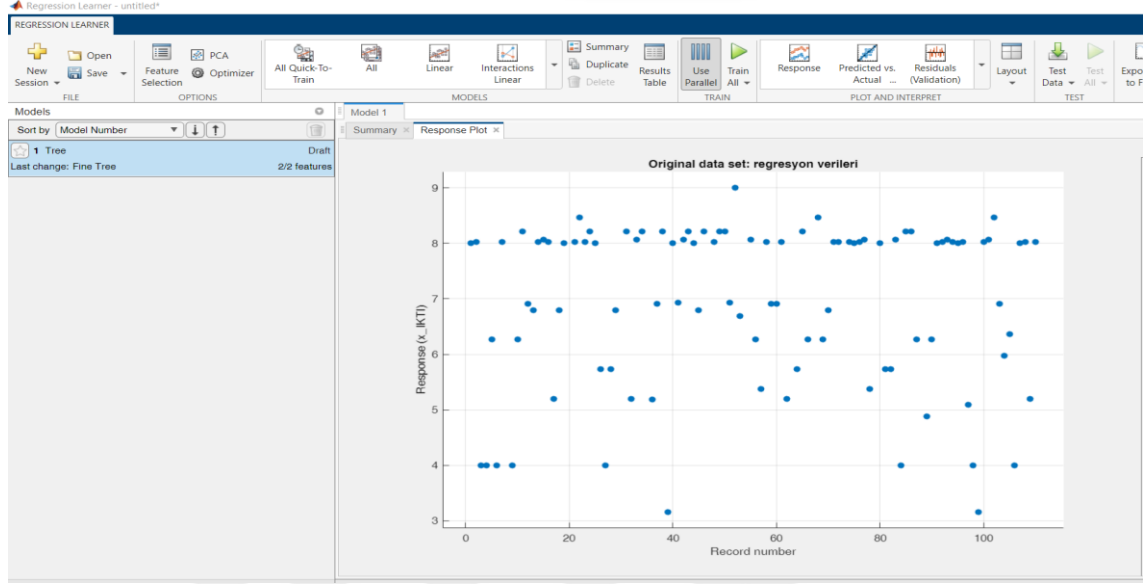
Use a test set to evaluate model performance after tuning and training models. To import a separate test set instead of partitioning the current data set, use the Test Data button after starting an app session.

[Read about test data](#)

Start Session Cancel

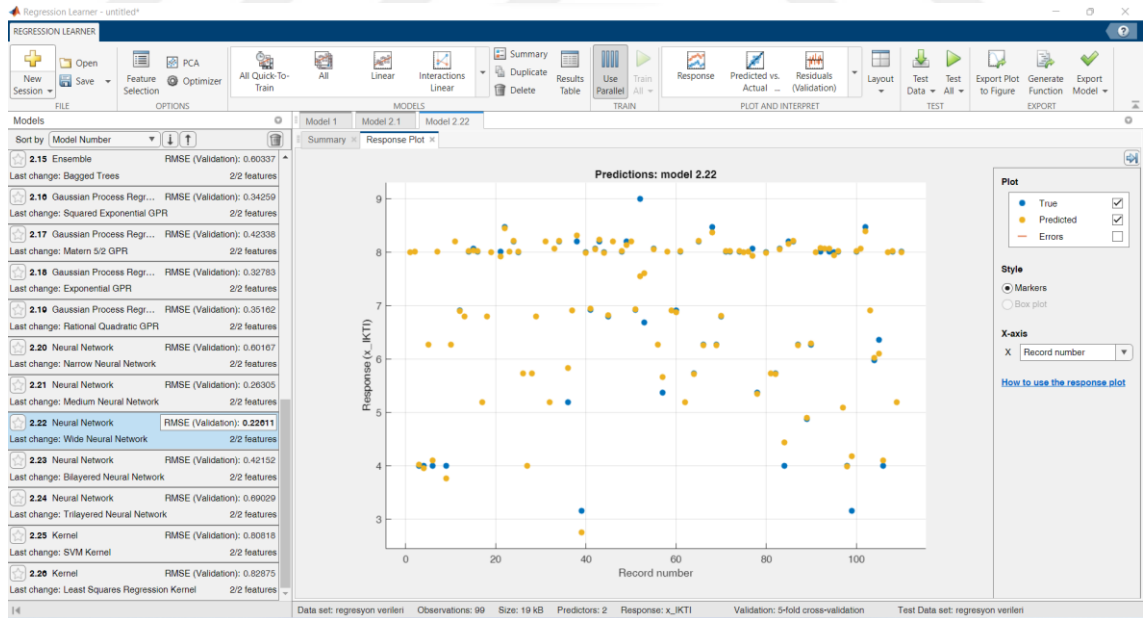
Şekil 4.22. Regression Learner Toolbox Girdi ve Çıktı Değerlerinin Belirlenmesi

Model çalışmamızda daha sonra start session seçilerek model çalıştırılır. Şekil 4.23.'te verilen All modülü tıklanarak matlab kütüphanesinde bulunan tüm regresyon algoritmaları çalıştırıldıktan sonra train all denilerek model eğitime başlanır.



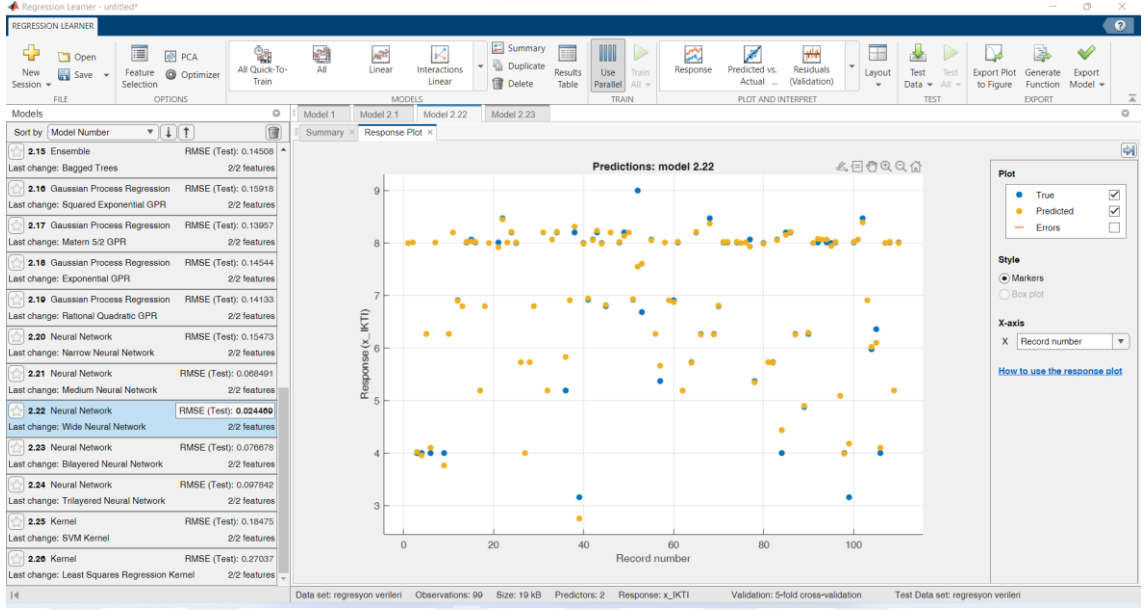
Şekil 4.23. Regression Learner Toolbox Tüm Algoritmaların Çalıştırılması

Uygulama çalışmamızda, modelin çalıştırılmasıyla en düşük hata değerini veren algoritma olarak Şekil 4.24.'te verilen wide neural network belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Regression Learner Toolbox Wide Neural Network Algoritma Seçimi

Uygulama çalışmamızda verilerin test edilmesi için Şekil 4.25.'te verilen Test all seçeneği seçilerek model test edilir.



Şekil 4.25. Regression Learner Toolbox Wide Neural Network Algoritma Veri Testi

4.7.2. Regresyon Modeli Algoritma Seçimi ve Tahmin Sonuçları

Model çalışmamızda tüm algoritmalar çalıştırıldıktan sonra Şekil 5.25'te verilen hata değeri olarak gözlemlenen rmse değeri kıyaslanarak en küçük hata değerini veren neural network algoritması seçilir. Kök ortalama kare hatası (rmse), bir model veya bir tahminci tarafından tahmin edilen değerler ile gözlemlenen değerler arasındaki farkların sıklıkla kullanılan bir ölçü değeridir (https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation 26.04.2023). Rmse hesaplama formülü Denklem 4.2.'deki gibidir:

$$Rmse = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (4.2)$$

Bu denklemde; $\hat{y}_i$ tahmin edilen değerleri, y_i gözlemlenen değerleri, n ise gözlem sayısını ifade etmektedir.

Regresyon modeli çalıştırıldıktan sonra çıktı değerinin [0 3] aralığında olması durumunda tedarik zincirinin kesin olarak kırılmayacağı, [7,8 10] aralığında olması durumunda tedarik zincirinin kesin olarak kırılacağı varsayılmıştır. (3 7,8) aralığında çıktı değeri veren modelde tedarik zinciri kırılma olasılık yüzdeleri hesaplanırken a değeri; 3 olan regresyon learner başlangıç değerini, b değeri; 7,8 olan regresyon learner bitiş değerini, c ise modelin çalıştırılması sonucu verdiği çıktı değeri olarak kabul edildiğinde tedarik zincirinin kırılma olasılık yüzde hesabı Denklem 4.1'deki

$$\left(\frac{100}{b-a}\right) * (c - a) \quad (4.1)$$

formülasyonla bulunmaktadır. Regresyon learner toolbox kullanılarak belirlenen risklerin tedarik zincirinde oluşturabilecekleri kırılma olasılıklarına cevap olarak geliştirilmesi gereken stratejilerden birer örnek seçilerek ilgili model aşağıdaki gibi çalıştırılmıştır.

Ortak risk metodolojisinde birinci risk olan ani talep şoklarının, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6 7,2] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Regresyon learner toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 7,89 olarak hesaplanmıştır. Çıktı değeri 7,89 olduğu için ani talep şokları riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %100'dür ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında ani talep şokları riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 15,38; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalama yüzdesi 23,08'dir. Bu değerler kıyaslandığında ani talep şokları riskinin Kızılay Lojistik A.Ş, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de en yüksek yüzdeye sahip olduğundan bu işletmelerde tedarik zincirinde kırılmalar daha erken sürede gözlemlenecektir. Daha sonra Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de tedarik zincirinde kırılmalar gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisinde üçüncü risk olan bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyetin, beş işletme üzerindeki riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [3,6 6] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Regresyon learner toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 3,75 olarak hesaplanmıştır. Çıktı değeri 3,75 olduğu için bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %15,63'tür ve bu durumda kontrol stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %33,33; Kızılay İçecek A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sağlık A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %29,63; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de ağırlıklı ortalaması %14,81'dir. Bu değerler kıyaslandığında bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet riskinin ağırlıklı ortalama yüzdesi Kızılay Lojistik A.Ş.'de en yüksek değere sahip olduğundan bu riskin tedarik

zincirinde değişikliğe neden olup olmayacağı en kısa sürede bu işletmede gözlemlenecektir. Tedarik zincirinde yaşanacak değişiklikler daha sonra sırasıyla Kızılay Sağlık A.Ş., Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş. ve Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisinde yedinci risk olan bütçe gücünün yetersizliğinin, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [6,4 8] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Regresyon learner toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 8,04 olarak hesaplanmıştır. Çıktı değeri 8,04 olduğu için bütçe gücünün yetersizliği riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini tamamen kırma olasılığı %100 ve bu durumda çeviklik stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında bütçe gücünün yetersizliği riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %13,85; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %6,15; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %24,62; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %30,77; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %24,62’dir. Bu değerler kıyaslandığında; bütçe gücünün yetersizliği riskinin Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de tedarik zincirini daha erken kıracağı gözlemlenmektedir. Tedarik zincirinde yaşanacak kırılmalar daha sonra sırasıyla, Kızılay Sağlık A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş., Kızılay Lojistik A.Ş., Kızılay İçecek A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisinde altmış dördüncü risk olan taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [4,8 6] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Regresyon learner toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 5,68 olarak hesaplanmıştır. Çıktı değeri 5,68 olduğu için taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %55,83’tür ve bu durumda takip stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %16,67; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %22,22; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %11,11; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %25; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %25’tir. Bu değerler kıyaslandığında taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması riskinin ağırlıklı ortalama yüzdesi Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş. ve Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de en yüksek değere sahip olduğundan bu riskin tedarik zincirinde değişikliğe neden olup olmayacağı

en kısa sürede bu işletmede gözlemlenecektir. Tedarik zincirinde yaşanacak değişiklikler daha sonra sırasıyla Kızılay İçecek A.Ş., Kızılay Lojistik A.Ş., Kızılay Sağlık A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Ortak risk metodolojisiinde doksan dokuzuncu risk olan işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizliğin, beş işletme üzerinde riskin meydana gelme olasılığının ortalaması ve etki değerinin ortalaması [4 5.2] olarak hesaplanmış ve input değeri olarak modele girilmiştir. Regresyon learner toolbox çalıştırıldığında çıktı değeri 4.53 olarak hesaplanmıştır. Çıktı değeri 4.53 olduğu için işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik riskinin meydana geldiğinde tedarik zincirini kırma olasılığı %31,88’dir ve bu durumda takip stratejisinin uygulanması önerilmektedir. İşletmeler bazlı bakıldığında işletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik riskinin, Kızılay Lojistik A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %23,08; Kızılay İçecek A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %30,77; Kızılay Sağlık A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %15,38; Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %23,08; Kızılay Sistem Yapı A.Ş.’de ağırlıklı ortalaması %7,69’dur. Tedarik zincirindeki ilk değişiklikler Kızılay İçecek A.Ş.’de gözlemlenecektir.

Kızılay İşletmelerinde ortak risk olarak belirlenen 110 adet risk literatür çalışmasında da bahsedildiği gibi 7 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Literatür taraması detaylı bir şekilde yapılan bu risklerin 7 ana başlıkta sınıflandırılması bu risklerin kıyaslanması açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda veri setindeki risklerin baz alınarak oluşturulan risk sınıflarına ait risklerin matlab programlama dili regresyon learner toolboxına input olarak girilen olasılık ve etki ortalaması sonucu elde edilen çıktı değerleri Tablo 4.23.’te verilmiştir:

Tablo 4.23. Regresyon Model Çıktı Değerleri

NO	KÜMELENDİRME	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMA	ETKİ ORTALAMA	REGRESYON ÇIKTISI
1	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Ani talep şokları	6	7,2	7,8900
2	EKONOMİK RİSKLER	Araçların yetersiz olması (tır filosu, makine parkuru vb.)	6,4	7,2	8,0600
3	JEOPOLİTİK RİSKLER	Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet,	3,6	6	3,7500
4	TEKNOLOJİK RİSKLER	Bilgi ve haberleşme kesintileri	2,4	6,4	3,9980
5	JEOPOLİTİK RİSKLER	Boğazlar ve kanallardaki yaşanacak geçiş problemleri	5,2	7,2	6,2690
6	JEOPOLİTİK RİSKLER	Boykotlar,	2,4	6,8	4,5100

NO	KÜMELENDİRME	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMA	ETKİ ORTALAMA	REGRESYON ÇIKTISI
7	EKONOMİK RİSKLER	Bütçe gücünün yetersizliği	6,4	8	8,0400
8	JEOPOLİTİK RİSKLER	Çatışma ve politik huzursuzluk	4,4	6	4,8600
9	ÇEVRESEL RİSKLER	Çevre kazalarının olması	3,6	7,2	3,9980
10	OPERASYONEL RİSKLER	Dağıtım kanallarında aracı seçiminin iyi yapılamaması	5,2	6,4	6,2800
11	OPERASYONEL RİSKLER	Değişkenlerin fazla olması,	7,6	7,2	8,2500
12	JEOPOLİTİK RİSKLER	Demografik zorluklar/yaşlanan nüfus,	5,6	7,6	6,9060
13	EKONOMİK RİSKLER	Depo alanlarının yetersizliği	5,6	6,8	6,8400
14	OPERASYONEL RİSKLER	Depo ve stok yönetimi teknoloji gelişmesine adapte olunamaması	6,4	7,6	8,0600
15	OPERASYONEL RİSKLER	Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması, (malzeme girdi çıktıların zamanında yapılamaması, depo tanımlarının düzgün yapılmaması)	6,8	6,8	8,1400
16	OPERASYONEL RİSKLER	Dijital dönüşümün yetersizliği	6,4	6,8	8,0600
17	ÇEVRESEL RİSKLER	Doğal afetler	4,4	6,8	5,1000
18	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük derecede karşılıklı bağımlılık	5,6	6,8	6,8400
19	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Düşük seviyede bilgi paylaşımı	6	6,4	7,9100
20	ÇEVRESEL RİSKLER	Ekolojik dönüşüm-sürdürülebilirlik parametrelerindeki yetersizlik	5,2	6,4	6,2698
21	EKONOMİK RİSKLER	Ekonomik krizlerin olması	6	8,4	8,0170
22	EKONOMİK RİSKLER	Enerji fiyatları değişkenliği,	8	7,6	8,3400
23	OPERASYONEL RİSKLER	Envanter risklerinin fazla olması,	6,4	7,6	8,0600
24	EKONOMİK RİSKLER	Finansal krizler,	7,2	7,6	8,2130
25	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammadde ve ara mamullerin ithalatında yaşanan kesintiler	6	7,6	7,9700
26	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Hammaddede dışa bağımlılık	4,8	6,8	5,7100
27	ÇEVRESEL RİSKLER	Isı dalgaları, kuraklıkların yaşanması	3,2	6	3,9800
28	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	İhale süreçlerinin zorlaştırılması	4,8	6	5,7100
29	EKONOMİK RİSKLER	İşçilik endeksi (işçilik maliyet) yüksek olması	5,6	6,8	6,8400
30	EKONOMİK RİSKLER	Gümrük gecikmeleri	7,2	7,6	8,2000
31	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	8	7,2	8,2400
32	JEOPOLİTİK RİSKLER	İthalat/ihracat sınırlamaları	4,4	6,8	5,0600
33	OPERASYONEL RİSKLER	Kalifiye İşgücü eksikliği	6,8	8	8,0600

NO	KÜMELENDİRME	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMA	ETKİ ORTALAMA	REGRESYON ÇIKTISI
34	OPERASYONEL RİSKLER	Kalite oranlarındaki değişkenlik	7,6	7,2	8,2600
35	OPERASYONEL RİSKLER	Kapasite kullanım etkinliği ve kapasite ihtiyaç planlamasındaki eksiklikler	6	7,6	7,9700
36	ÇEVRESEL RİSKLER	Karbon emisyonu	4,8	5,6	5,7300
37	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Kısa yaşam döngüleri olan ürünler,	5,6	6	6,9000
38	EKONOMİK RİSKLER	Kıt sermayenin nakit akışını yavaşlatması	6,8	9,2	8,3100
39	ÇEVRESEL RİSKLER	Kirlilik (hava, su, toprak) artması,	2,4	5,2	4,8400
40	ÇEVRESEL RİSKLER	Kötü hava şartlarının olması	6	6,8	7,5500
41	OPERASYONEL RİSKLER	Kritik hata türlerinin fazla olması	5,6	8,4	6,9280
42	EKONOMİK RİSKLER	Kritik malzemelerin yetersizliği	6,8	8	8,0900
43	EKONOMİK RİSKLER	Kur dalgalanmaları	8,8	7,2	8,2800
44	JEOPOLİTİK RİSKLER	Küresel enerji darlığı	6	7,2	7,9960
45	ÇEVRESEL RİSKLER	Küresel iklim değişikliği	5,6	7,2	6,8400
46	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Malzeme endeksi/Malzeme girdi maliyetlerinin artması	8,4	7,2	8,2700
47	EKONOMİK RİSKLER	Mülkiyet/yatırım sınırlamaları	4,8	6,4	5,7100
48	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteri taleplerindeki değişkenlik	8,4	6,4	8,2000
49	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Müşteriye yakın olmama	7,2	8	8,0800
50	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Nakliye maliyet ve sürelerinin yüksek olması	7,2	7,6	8,2130
51	EKONOMİK RİSKLER	Navlun krizi	5,6	8,4	6,9270
52	JEOPOLİTİK RİSKLER	Nükleer/kimyasal /biyolojik silahlar	2,4	10	8,3700
53	ÇEVRESEL RİSKLER	Pandemiler	2,8	9,6	6,2800
54	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Pazara sunulan ürün fiyatlarında fazla dalgalanma	7,6	7,6	8,4400
55	OPERASYONEL RİSKLER	Pazarlama faaliyetlerinin yetersizliği	6,8	7,6	8,0600
56	YASAL RİSKLER	Rekabet kurumu	5,2	7,2	6,2690
57	ÇEVRESEL RİSKLER	Salgın hastalıklar	4	8,8	5,0600
58	OPERASYONEL RİSKLER	Sap sisteminin etkin kullanılamaması	6,4	7,6	8,0300
59	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş işleme ve haberleşme sistemlerindeki eksiklikler	5,6	6	6,9110
60	JEOPOLİTİK RİSKLER	Sosyal istikrarsızlık/huzursuzluk,	5,6	7,6	6,9120
61	OPERASYONEL RİSKLER	Standardizasyon olmaması	6,4	7,6	8,0600
62	OPERASYONEL RİSKLER	İşletme üst yönetim İstikrarı	4,4	7,2	5,1800

NO	KÜMELENDİRME	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMA	ETKİ ORTALAMA	REGRESYON ÇIKTISI
63	OPERASYONEL RİSKLER	Tahmin ve planlama riskleri,	6,4	6	7,8500
64	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında bağlayıcı sözleşmelerin yapılması	4,8	6	5,6800
65	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taraflar arasında çekişme ve rekabet	7,6	7,2	8,2700
66	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Taşımacılık altyapısı yetersizliği	5,2	6	6,2600
67	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik edilen malzeme kalemleri	7,2	7,6	8,2130
68	OPERASYONEL RİSKLER	Tedarik zinciri arz talep planlaması,	7,6	7,6	8,3400
69	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarik zincirlerinin süreksiz olması	5,2	7,2	6,3200
70	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi güvenilirliğinin az olması	5,6	7,2	6,8400
71	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi kalitesinin az olması	6,4	7,2	8,1200
72	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçi sayısının yetersiz olması	6,4	7,6	8,0500
73	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	6,4	6,8	8,0190
74	JEOPOLİTİK RİSKLER	Tedarikçiye yakın olmamak	6,4	7,2	8,0190
75	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik gelişim hızına adapte olunamaması	6	7,2	7,9800
76	TEKNOLOJİK RİSKLER	Teknolojik riskler,	6,4	6,8	8,0100
77	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Temel hammaddelerdeki arz yetersizliği	6	8,8	8,0500
78	JEOPOLİTİK RİSKLER	Terörizm	3,6	8,8	5,0400
79	EKONOMİK RİSKLER	Tesis yetersizliği	4,8	7,6	5,7297
80	OPERASYONEL RİSKLER	Teslimat sürelerinin etkinliği	6	7,2	7,9960
81	YASAL RİSKLER	Ticaret politikalarında yapılan yanlışlıklar	4,8	7,2	5,7302
82	JEOPOLİTİK RİSKLER	Uluslararası işbirlikleri	4,8	8	5,2600
83	OPERASYONEL RİSKLER	Uzun termin süreleri	6,8	8	8,1400
84	EKONOMİK RİSKLER	Ücret kesinti riskleri,	4	6,8	4,6000
85	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün kalite yönetim sisteminin etkinliği	7,2	7,2	8,1900
86	OPERASYONEL RİSKLER	Yavaş bilgi akışı	8,4	7,2	8,2800
87	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Yerel pazarlardaki tedarikçi baskınlığı	5,2	6,4	6,2652
88	OPERASYONEL RİSKLER	Yetersiz esneklik	7,2	7,6	8,2130
89	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yolsuzluk	3,2	8,4	4,6600
90	OPERASYONEL RİSKLER	Üretim veya hizmet stratejilerinin (vizyon) iyi planlanamaması	5,2	8	6,3400
91	OPERASYONEL RİSKLER	Talep tahminlerinin doğru yapılamaması	6	7,6	7,8700

NO	KÜMELENDİRME	KIZILAY İŞLETMELERİ ORTAK RİSKLER	OLASILIK ORTALAMA	ETKİ ORTALAMA	REGRESYON ÇIKTISI
92	OPERASYONEL RİSKLER	Bütünleşik üretim planlamasındaki zayıflıklar	6,4	8,4	8,0500
93	OPERASYONEL RİSKLER	Kurum için düşük seviyedeki entegrasyon	7,6	6,8	8,1320
94	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet tasarımı ve ürün-hizmet yeniliğindeki zorluklar	6,4	6,4	7,9400
95	OPERASYONEL RİSKLER	Tutundurma faaliyetlerinin yetersizliği	6	8	7,9800
96	OPERASYONEL RİSKLER	Ürün-hizmet çeşitliliğinin az olması	6,4	6,8	8,0600
97	EKONOMİK RİSKLER	Personel çalışma koşullarının yetersiz olması	4,4	6,4	5,0800
98	YASAL RİSKLER	İşletmede sendika faaliyetlerinin artışı	3,2	6	3,9980
99	EKONOMİK RİSKLER	İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	4	5,2	4,5300
100	JEOPOLİTİK RİSKLER	Kızılay dernek bakış açısı	10	6,4	8,0900
101	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Tüketici davranışlarının değişkenliği	6,8	7,2	8,1430
102	OPERASYONEL RİSKLER	Hizmet veya üretim esnasında oluşabilecek aksaklıklar (makine,araç arızası, grevler, vb.)	8,4	7,6	8,4100
103	TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	Beklenmedik sipariş iptalleri	5,6	8	6,8900
104	OPERASYONEL RİSKLER	İşletmenin itibarsızlaşması	3,6	9,2	6,2890
105	TEKNOLOJİK RİSKLER	Siber saldırılar	5,2	8,8	6,1000
106	OPERASYONEL RİSKLER	Yanlış ortak seçimi	3,6	8	4,2100
107	OPERASYONEL RİSKLER	Sipariş karşılama sürecindeki hatalar	6	7,2	7,9800
108	JEOPOLİTİK RİSKLER	Liman kapasitesi ve tıkanıklık	6,4	8	7,9940
109	JEOPOLİTİK RİSKLER	Yabancı sermayenin gelmemesi	4,4	6,8	5,1420
110	OPERASYONEL RİSKLER	İş sağlığı ve güvenliğindeki eksiklikler	8	6,4	7,9820

Risk sınıflarında yer alan risklerin sayıları ve bu sınıflardaki çıktı değer ortalamaları Tablo 4.24.'te verilmektedir:

Tablo 4.24. Regresyon Modelinde Risk Çıktı Ortalamaları ve Stratejileri

RİSK SINIFI	RİSK SAYISI	REGRESYON LEARNER ÇIKTI ORTALAMASI	UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ
EKONOMİK RİSKLER	17	7,05	TRANSFER
TEKNOLOJİK RİSKLER	4	6,52	TAKİP
JEOPOLİTİK RİSKLER	16	6,18	TAKİP
ÇEVRESEL RİSKLER	10	5,57	TAKİP
OPERASYONEL RİSKLER	35	7,68	TRANSFER
TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	25	7,41	TRANSFER
YASAL RİSKLER	3	5,33	TAKİP

Uygulama çalışmamızda bulanık mantık, anfis ve regresyon yöntemleri kullanılarak elde edilen çıktı değerlerine göre uygulanacak strateji türleri ve risk sınıfları değer ortalamaları bulunmuştur. Bu veriler baz alınarak risk sınıfları arasında kıyaslama yapılabilmekte ve işletme tedarik zincirlerinde karşılaşılan riskler önem sırasına göre değerlendirilebilmektedir.

Bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemleri kullanılıp elde edilen veri setimizden örneklemeler alınmıştır. Bu kapsamda risklerin tedarik zincirini kırma olasılık değerleri ve bu kırılma olasılıklarına karşı uygulacak strateji türünün karşılaştırılması Tablo 4.25.'te verilmektedir:



Tablo 4.25. Bulanık Mantık, Anfis Ve Regresyon Yöntemleri İle Elde Edilen Çıktıların Karşılaştırılması

RİSK TANIMI	BULANIK MANTIK		ANFİS		REGRESYON	
	<i>TEDARİK ZİNCİRİNİ KIRMA OLASILIĞI (%)</i>	<i>UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ</i>	<i>TEDARİK ZİNCİRİNİ KIRMA OLASILIĞI (%)</i>	<i>UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ</i>	<i>TEDARİK KIRMA OLASILIĞI (%)</i>	<i>UYGULANACAK STRATEJİ TÜRÜ</i>
Ani talep şokları	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK
Bilgi teknolojileri araçlarından mahrumiyet	20,83	KONTROL	21,46	KONTROL	15,63	KONTROL
Navlun krizi	81,89	TRANSFER	83,54	TRANSFER	81,81	TRANSFER
Bütçe gücünün yetersizliği	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK
Depo yönetim sisteminin etkin kullanılamaması	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK
Tedarikçiler arasında düşük seviyede entegrasyon	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK
İşletme maaş politikalarından doğan memnuniyetsizlik	3,33	KONTROL	22,29	KONTROL	31,88	TAKİP
Kritik hata türlerinin fazla olması	81,89	TRANSFER	83,54	TRANSFER	81,83	TRANSFER
İşletme içinde verimlilik yönetim sisteminin etkinliği	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK	100	ÇEVİKLİK
Küresel iklim değişikliği	79,17	TRANSFER	83,33	TRANSFER	80	TRANSFER
Beklenmedik sipariş iptalleri	81,46	TRANSFER	83,33	TRANSFER	81,04	TRANSFER
Siber saldırılar	70	TAKİP	75,42	TAKİP	64,58	TAKİP
Uluslararası işbirlikleri	56,88	TAKİP	56,46	TAKİP	47,08	TAKİP
Boykotlar	20,83	KONTROL	16,04	KONTROL	31,46	TAKİP

Risk sınıflarının bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemleri kullanılarak elde edilen çıktı değer ortalamaları baz alınarak yapılan önem sırası Tablo 4.26.'da verilmektedir:

Tablo 4.26. Bulanık Mantık, Anfis Ve Regresyon Yöntemlerine Göre Risk Sınıflarının Önem Sıralaması

RİSK SINIFI	BULANIK MANTIK ÖNEM SIRASI	ANFİS ÖNEM SIRASI	REGRESYON ÖNEM SIRASI
EKONOMİK RİSKLER	3	3	3
TEKNOLOJİK RİSKLER	4	4	4
JEOPOLİTİK RİSKLER	5	5	5
ÇEVRESEL RİSKLER	6	6	6
OPERASYONEL RİSKLER	1	1	1
TEDARİK ZİNCİRİ RİSKLER	2	2	2
YASAL RİSKLER	7	7	7

Bu tablo incelendiğinde, yedi ana risk sınıfında toparlanan risk faktörlerinin farklı yapay zekâ yöntemleriyle kıyaslandığında aynı önem sıralarında çıktılar verdiği görülmektedir.

Bulanık mantık kullanılarak elde edilen çıktı değerleri, anfis ve regresyon modellerinde gerçekleşen değer olarak kullanılmış ve bu modeller çalıştırılarak tahmin değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için istatistiksel performans değerlendirme kriterleri olan RMSE (hata kareler ortalamasının karekökü) ve MAPE (ortalama mutlak yüzde hatası) kullanılmıştır (Urfalıoğlu ve Tanrıverdi, 2018: 136-137). Ayrıca literatürde sık kullanılan diğer istatistiksel değerlendirme kriterleri olan CFE (Hata değerleri toplamı), MSE (Hata kareleri ortalaması), MAD (Hata değerleri mutlak değer ortalaması), R^2 (Belirleme katsayısı)'de kullanılarak ilgili değerler Tablo 4.27.'de verilmektedir:

Tablo 4.27. Anfis Ve Regresyon Yöntemlerinin Performans Uygunluk Değerleri

PERFORMANS ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN İSTATİSTİK	ANFİS	REGRESYON
RMSE	0,20	0,26
MAPE	2,14	2,30
CFE	-0,95	-1,6
MSE	0,04	0,07
MAD	0,12	0,11
R^2	0,9829	0,9684

Performans ölçümünde kullanılan istatistiki değerlere literatür kapsamında bakıldığında tahmin hatalarını yüzde ölçmede sıklıkla faydalanılan tekniğin MAPE olduğu görülmektedir (Karahana, 2015: 205). MAPE değerleri % 10'un altında ise tahmin modelleri "yüksek doğrulukta", % 10-20 arasında ise "doğru", % 20-50 arasında "kabul edilebilir" ve % 50'nin üzerinde ise "yanlış veya hatalı" olarak değerlendirilmektedir (Lewis, 2002: 59).

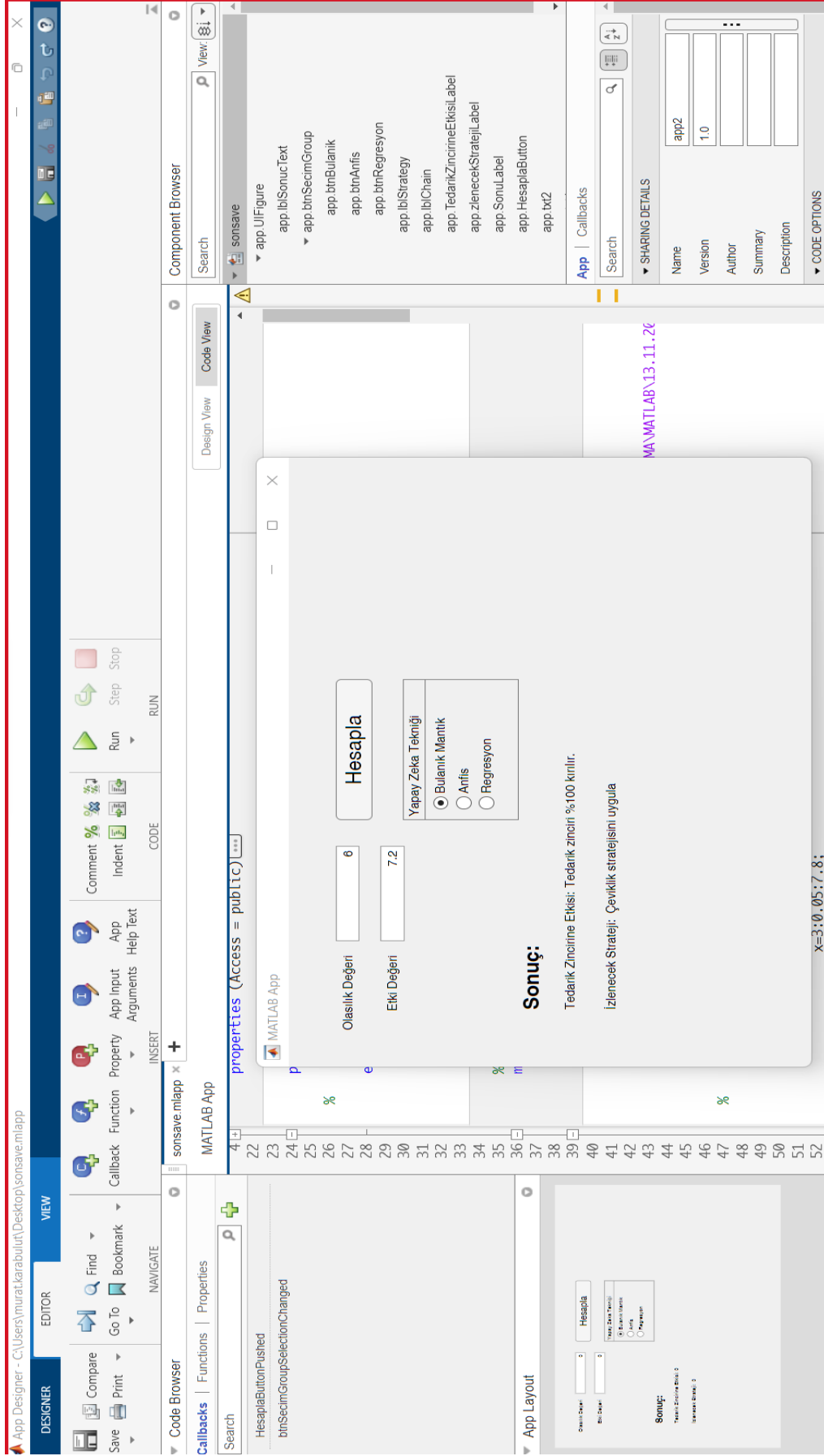
Çalışmamızda kullanılan anfis ve regresyon modelleri yüksek doğrulukta sınıflandırılmaktadır. İstatiksel değerlendirme kriterleri baz alınıp karşılaştırıldığında anfis modelinin regresyon modelinden daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada anfis modelinin kullanılması önerilmektedir. Yapılan bu çalışmayla kullanıcıya farklı yapay zekâ yöntemleri sunularak çalışmanın derinliği artırılmış ve literatüre önemli bir katkıda bulunulmuştur.

4.8. Kullanıcı Arayüz Tasarımının Yapılması

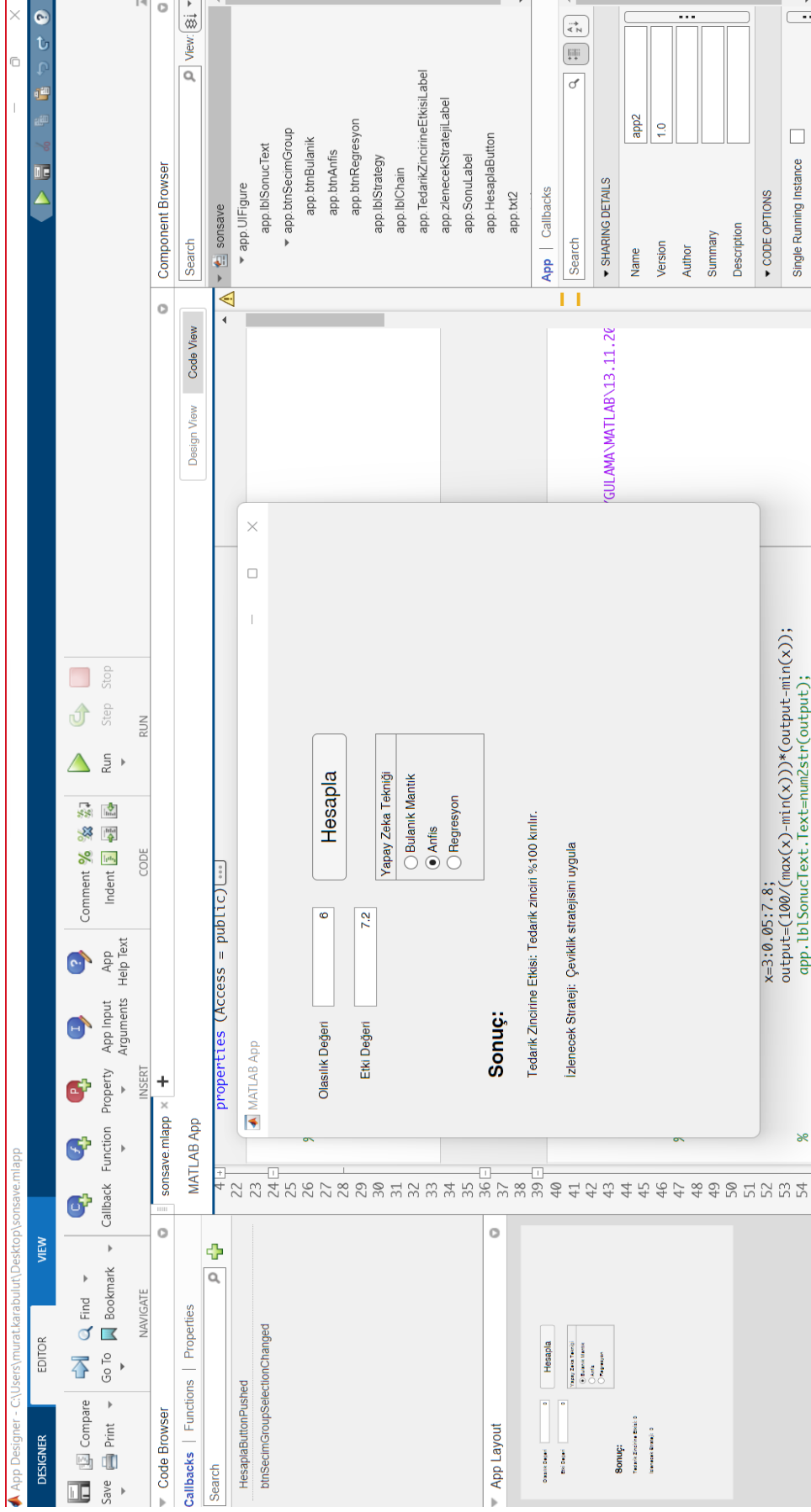
Uygulama çalışmamızda matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak kullanıcı arayüz tasarımı geliştirilmiştir. Kullanıcı tarafından meydana gelen risklerin olasılık ve etki değerleri modele girildiğinde seçilen bulanık mantık, anfis ve makine öğrenmesi yöntemi olan regresyona bağlı olarak riskin tedarik zincirine olan etkisi ve uygulanması gereken strateji türü belirlenmiştir. Bu arayüz tasarımıyla durgun bir sistem yerine anlık müdahale ve sonuç alabilecek sürdürülebilir bir sistem geliştirilmiştir. Kullanıcı arayüzü tasarımı sayesinde modele yeni veriler girildiğinde yeni sonuçlar alınabilmektedir. Bu şekilde geliştirilen dinamik sistemle beraber, işletmelere erken uyarı noktasında katkı sağlaması düşünülen bu uygulama çalışması sürdürülebilir hale getirilmiştir.

Örneğin risk havuzumuzda bulunan ani talep şokların meydana geldiğinde; bulanık mantık yapay zekâ yöntemi seçilerek kullanıcı arayüzüne olasılık ve etki değerleri girildiğinde elde edilen sonuç Şekil 4.26.'da, anfis yöntemi seçilip kullanıcı arayüzüne olasılık ve etki değerleri girildiğinde elde edilen sonuç Şekil 4.27.'de, regresyon yöntemi seçilip kullanıcı arayüzüne olasılık ve etki değerleri girildiğinde elde edilen sonuç Şekil 4.28.'de verilmektedir:

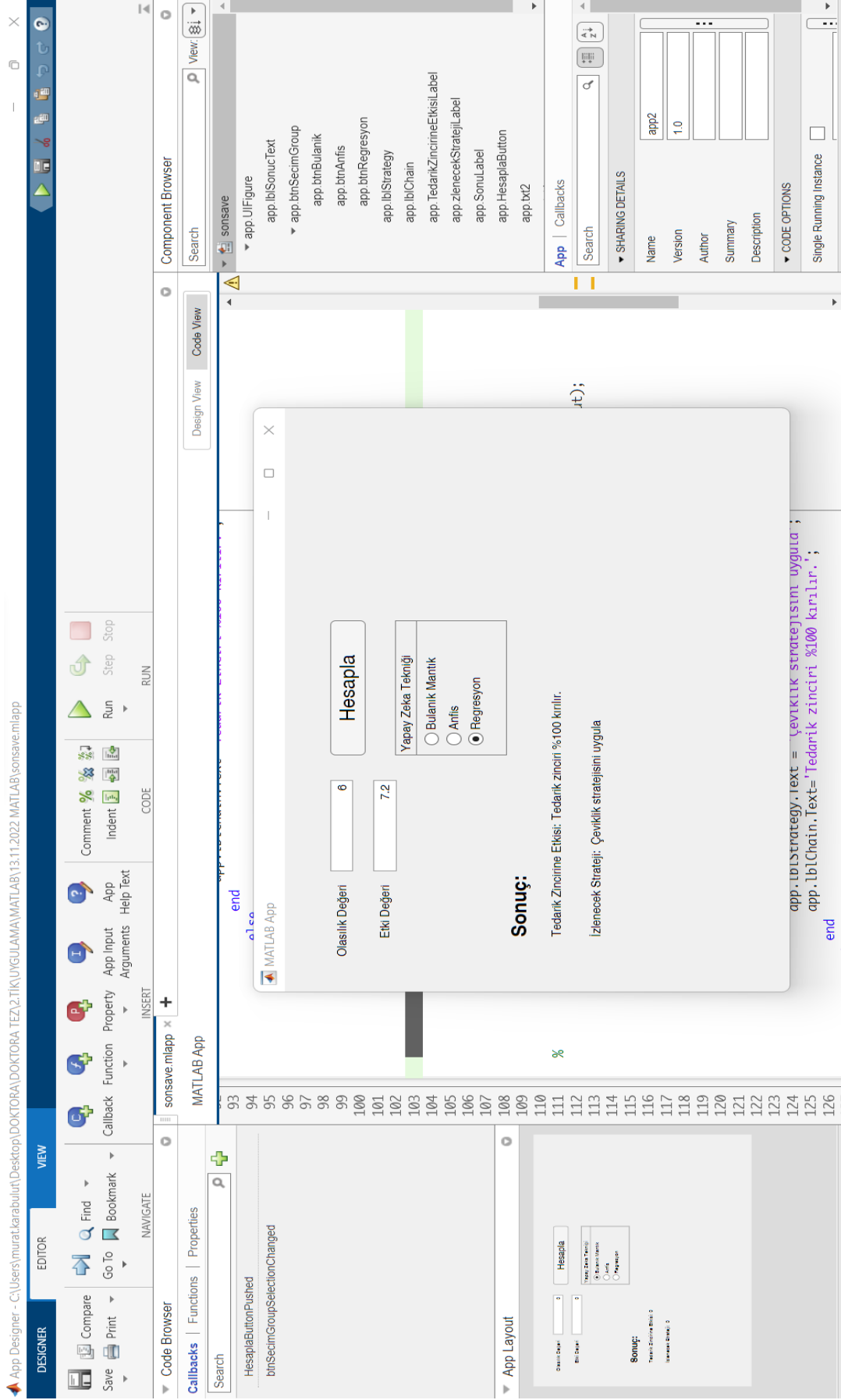
Bahse konu bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemleri için arayüz tasarımı geliştirilen app designer toolbox tanımlamaları Ek-27'de, kodlama satırları ise Ek-28'de verilmiştir.



Şekil 4.26. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Bulanık Mantık Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı



Şekil 4.27. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Anfis Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı



Şekil 4.28. App Designer Toolbox Kullanılarak Ani Talep Şokları Riskinin Regresyon Yöntemi İçin Geliştirilen Kullanıcı Arayüz Tasarımı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde ekonominin küreselleşmesi ve sınırlar arası ticari faaliyetlerin hız kazanmasıyla beraber bu organizasyonların en önemli ayağı olan tedarik zincirleri hızlı bir değişim sürecine girmiştir. Özellikle son yıllarda tüm dünyayı tehdit eden Covid-19 pandemisi, kritik öneme sahip olan ülkeler arasında patlak veren savaşlar, öngörülemeyen doğal afetler vb. gibi olaylar tedarik zincirlerinde önemli değişiklikler yapmıştır. Bu tarz büyük olaylar küresel boyutta tüm tedarik zincirlerini olumsuz etkilemiş ve birçok işletme devamlılığını sürdürebilmek adına zorlu mücadeleler vermiştir. İşletmeler tarafından bu tarz olayların önceden iyi tahmin edilememesi ve bu olaylara karşı önlem alınamaması tedarik zincirlerinde başarıyı yakalamanın önünde en büyük engeli teşkil etmektedir. Tedarik zincirlerinde meydana gelen bu tarz risklerin işletmeler üzerindeki etkisini azaltmak için bu risklerin tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde bu riskler sayısallaştırılıp anlamlı hale getirilmekte ve bu risklere karşı stratejiler geliştirilip bu risklerin işletme tedarik zincirleri üzerindeki olumsuz etkisi azaltılabilmektedir.

Çok sayıda işletmeyi bünyesinde barındıran Kızılay'ın tedarik zinciri yapısı son derece geniş ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Birçok farklı sektörde faaliyetlerini sürdüren bu işletmelerin yapısı, konumu, müşteri istekleri gereği risklere olan hassasiyeti her geçen gün artış göstermektedir. Bu sektörlerde bulunan işletmeler arasındaki yüksek rekabet, teknolojinin gelişmesiyle beraber ürün geliştirme zamanlarının azalması, maliyet unsurları, ani talep şokları, ekonomik krizler vb. durumlar tedarik zinciri yapısının kırılganlığını artırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın en önemli özelliklerinden birisi uygulama yapılan işletmelerdeki tedarik zinciri kapsam ve karmaşıklığının üst düzeyde olmasıdır.

Son dönemde yapay zekâ alanındaki gelişmelerin artan bir şekilde ivme kazanmasıyla tedarik zincirlerinde meydana gelen risklerin işletmelere olan olumsuz etkisini azaltmak adına yeni yöntemler sunulmaktadır. Bu kapsamda ilgili literatür taraması yapıldığında birçok farklı yapay zekâ yönteminden tedarik zinciri risk yönetiminde faydalandığı görülmektedir. Bu çalışmada tedarik zincirlerinde meydana gelen risklerin yönetilmesi için son dönemde en çok kullanılan yapay zekâ yöntemlerinden olan bulanık mantık, anfis ve makine öğrenmesi yöntemi olan regresyona

dayalı teorik bir model sunulmuştur. Önerilen modele uygulama çalışması yapılması, belirlenen işletmelerin tedarik zincirlerinde risk yönetimi için etkili çözümler sunmuştur.

Bu çalışmada, lojistik, içecek, sağlık, tekstil, inşaat sektörlerinde faaliyet gösteren Kızılay İşletmeleri'nin tedarik zinciri kırılmalarına yönelik ortak risklerin yönetilmesi için bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyona dayalı bir tahminleme modeli geliştirilmiştir. Farklı sektör ve lokasyonlarda yer alan bu işletmelerin tedarik zinciri üst düzey yöneticileriyle yapılan görüşmelerde; ilgili literatür taraması sonucu sektör bazında kendilerine sunulan riskler, işletmelerin ilgili dokümanlarının incelenmesiyle belirlenen riskler ve tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşleriyle eklenen yeni risklerle birlikte ortak riskler belirlenmiştir. Tedarik zinciri üst düzey yönetici görüşleri, kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları bilgi kaynağı olarak değerlendirilmiş olup gelecekte oluşabilecek ortak riskler sinyal olarak değerlendirilmiştir. Görüşmelerden elde edilen bilgiler ve ilgili dokümanların detaylı bir şekilde incelenmesi sonucu Kızılay Lojistik A.Ş.'nde 126 adet risk, Kızılay İçecek A.Ş.'nde 122 adet risk, Kızılay Sağlık A.Ş.'nde 120 adet risk, Kızılay Çadır & Tekstil A.Ş.'nde 117 adet risk, Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'nde 124 adet risk oluşturulmuştur. Daha sonra bu riskler arasından ortak riskler filtrelenerek 110 adet risk belirlenmiştir. Belirlenen bu ortak risklerin işletmeler bazında meydana gelme olasılıkları ve meydana geldiğinde oluşabilecek etkileri işletme tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine puanlandırılmıştır. Bu şekilde her işletme özelinde ortak risklerin olasılık ve etki puanları belirlenmiş, riskler özelinde işletmeler için risk puanları baz alınarak ağırlıklandırma yüzdeleri oluşturulmuştur. Elde edilen verilerle matlab programlama dilinde bulanık mantık özelinde fuzzy logic designer toolbox, anfis özelinde neuro-fuzzy designer, makine öğrenmesi özelinde regresyon learner toolbox kullanılarak ilgili modeller çalıştırılmıştır. İşletmeler bazında belirlenen ortak risklerin tedarik zincirlerini kırma olasılıkları, bu kırma olasılıklarının büyüklüğüne karşı geliştirilmesi gereken stratejiler (ertele, kontrol, takip, transfer, çeviklik) belirlenmiştir. Bulanık mantık yöntemiyle elde edilen çıktılar, anfis ve regresyon yöntemlerinde gerçekleşen değer olarak kullanılıp bu yöntemlerde risklerin tedarik zincirinde kırılma olasılıkları tahmin edilmiştir. Anfis ve regresyon yöntemlerinin sağladığı uygunluk değerleri çeşitli istatistiki performans ölçütleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bu performans ölçütü değerlendirme istatistikleri anfis modelinin yapılan çalışmaya daha uygun olacağı

yönündedir. Aynı zamanda bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon yöntemleri için matlab programlama dilinde app designer toolbox kullanılarak, kullanıcı arayüz tasarımı oluşturulup dinamik bir sistem modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelle birlikte farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler için tedarik zincirlerindeki kırılmalara neden olabilecek ortak risklere karşı bir metodoloji kurulmuş ve bu doğrultuda işletmeler önceden önlem alabilir hâle getirilmiştir. Bu çalışmayla beraber tedarik zinciri yöneticileri, tedarik zincirlerinde meydana gelen risklerin etkisini izleyebilmekte ve bu risklere karşı gerekli proaktif stratejileri alarak işletmelerine önemli bir kazanım sağlayabilmektedir.

Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde tedarik zincirindeki kırılma risklerinin yapay zekâ yöntemleriyle tahmini tek sektör özelinde gerçekleştirilmiş, aynı çalışmada farklı sektörlerde yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada farklı sektör ve lokasyonlarda yer alan işletmeler için ortak risk metodolojisinin kurulması, bulanık mantık yapay zekâ yöntemi, anfis ve regresyon gibi farklı yapay zekâ uygulamalarının aynı çalışmada kullanılıp karşılaştırılmasıyla performans çıktısına göre değerlendirilmiş olması çalışmaya özgünlük katmaktadır. Aynı zamanda veri kaynağı olarak uzman görüşlerinin yanı sıra kalite iyileştirme raporları, döf raporları, yıllık faaliyet raporları, müşteri şikayet raporları kullanılmış olması çalışmanın özgünlüğünü artırmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın işletmeler nezdinde tedarik zinciri yöneticilerine pratik karar almayı sağlamanın yanında literatürdeki önemli bir boşluğu da doldurduğu görülmektedir.

Bu çalışmada Kızılay İşletmeleri tedarik zincirindeki ilgili riskler ve risk azaltma stratejileriyle ilgili sağlanan bulgular, benzeri sektörlerde faaliyetlerini devam ettiren tedarik zinciri yöneticilerinin ve araştırmacılarının tedarik zinciri risk yönetimi alanındaki bilgilerine çok önemli katkılar sağlayacaktır. Çalışmada kurulan modelin ve geliştirilen arayüz tasarımının sayesinde yeni verilere ulaşıldıkça güncellenebilir olması ve uzman görüşlerine dayalı subjektif verilerin nesnel verilerle değiştirilebilir olması modelin uygulayıcılar tarafından rahatlıkla geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Yapılan bu çalışma, gelecekte yapılacak diğer çalışmalar için kılavuz olma potansiyeli taşımaktadır. Çalışmada Kızılay İşletmeleri tedarik zincirlerinde karşılaşılması muhtemel önemli risklerin işletme performansları üzerinde olumsuz etkiler bıraktığı ve bu işletmelerin tedarik zinciri risklerinin etkilerini azaltmak için alması gereken aksiyonlar açıklanmıştır.

Kızılay İşletmeleri tedarik zinciri yöneticilerinin önerilen proaktif aksiyonları alması durumunda meydana gelmesi muhtemel önemli risklerin oluşturacağı olumsuz etkilerin azalacağı belirtilmiştir. Bu çalışma sayesinde tedarik zinciri yöneticileri bahsi geçen önemli riskler meydana geldiğinde, bu süreci en az hasarla atlattmak için risklere karşı nasıl bir pozisyon almaları gerektiğini öğrenmektedir. Bahsedilen bu kazanımlar, Kızılay İşletmeleri tedarik zinciri üst düzey yöneticileri tarafından da onaylanmış ve çalışmanın ilgili işletmeler nezdinde önemli faydalar sağlayacağı hususunda görüş birliğine varılmıştır.

Yukarıda bahsedilen kazanımların yanında çalışmada geliştirilmesi gereken kısımlar da mevcuttur. Öncelikle işletmelerdeki risk yönetiminin tam anlamıyla otomatize olması için risklerin manuel olarak belirlenmesi, meydana gelen risklerin olasılık ve etki değerlerinin tedarik zinciri üst düzey yöneticilerine puanlandırılması yerine yapay zekâ yöntemleriyle belirlenmesi önerilmektedir. Bu sistemin işlerlik kazanması için içerik analizi ve uzman görüşü yerine doğal dil işleme yönteminin kullanılması tavsiye edilmektedir. Derin öğrenme veya çeşitli sınıflandırma algoritmaları kullanılıp işletmelerdeki risk türleri sınıflandırılabilir. Çalışmanın diğer kısıtı ise risklerin birbirleriyle olan ilişkileri ve risk azaltma stratejilerinin birbirine olan etkilerinin hazırlanan yapay zekâ modellerine yansıtılmamasıdır. Bundan sonraki çalışmalarda riskler ve stratejiler kendi içinde nedensellik ilişkileri kurularak ilgili model yapıları geliştirilip çalışma genişletilebilir. Yaptığımız çalışmada veri miktarı çok büyük miktarda olmadığı için derin öğrenme yöntemi tercih edilmemiştir. Yapılacak çalışmalarda veri miktarı artırıldığı zaman derin öğrenme yönteminden faydalanabilir. Benzer problemler üzerinde çalışacak araştırmacılar; doğal dil işleme, derin öğrenme, çeşitli sınıflandırma algoritmaları, risk ve stratejilerin kendi içinde nedensellik ilişkisi kurularak ilgili modellerin kurulması konularına yoğunlaşarak literatüre özgünlük katabilir.

Sonuç olarak gerçek işletme ortamından sağlanan veriler üzerinden yapay zekâ ve makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak meydana gelmesi muhtemel risklerin tedarik zincirlerindeki kırılma olasılığını hesaplamaya ve bu doğrultuda önlem almaya yönelik yapılan bu tez çalışmasının ilgili literatüre katkı sağlaması ve yapılacak diğer çalışmalara kılavuzluk etmesi hedeflenmektedir. Yapılan bu tez çalışmasının benzer sektörlerde faaliyetlerine devam eden işletmeler tarafından kullanılarak iş dünyasına fayda sağlaması en büyük dileğimizdir.

KAYNAKÇA

- Abed H.R, H.A. Rashid, “A New Risk Assessment Model for Construction Projects By Adopting A Best–Worst Method–Fuzzy Rule-Based System Coupled With A 3D Risk Matrix’’, *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 2023, pp. 1-19.
- Aboshosha A., A. Haggag, N. George, H.A., Hamad, “IoT-based data-driven predictive maintenance relying on fuzzy system and artificial neural networks’’, *Scientific Reports*, 2023/13, pp. 1-13.
- Aboutorab H., O.K. Hussain, M. Saberi, F.K. Hussain, “A Reinforcement Learning-Based Framework for Disruption Risk Identification in Supply Chains’’, *Future Generation Computer Systems*, 2022/126, pp. 110-122.
- Agarwal, A., R. Shankar, “Analyzing Alternatives for Improvement in Supply Chain Performance’’, *Work Study*, 2002/51 (1), pp. 32-37.
- Aggarwal, A., M. Chakradar, M.S. Bhatia, M.Kumar, “COVID-19 Risk Prediction for Diabetic Patients Using Fuzzy Inference System and Machine Learning Approaches’’, *Journal of Healthcare Engineering*, 2022/(1), pp. 1-10.
- Agrawal N, S. Kant, (2020), Trends in Manufacturing Processes, Select Proceedings of ICFTMM 2018, (1th edition), Springer, Singapore.
- Ahat, Ü., (2021), *Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (Anfis) İle Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Denizli.
- Ahi, M.T., K. Yildiz, “Determining Performance Criteria of Railway Market: A Case Study’’, *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*, 2018/4 (6), pp. 1-15.
- Ahmadi, M., F.D. Ahangar, N. Astaraki, M. Abbasi, B.Babaei, “FWNNNet: Presentation of a New Classifier of Brain Tumor Diagnosis Based on Fuzzy Logic and the Wavelet-Based Neural Network Using Machine-Learning Methods’’, *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2021, pp.1-13.
- Akıllı, A., H. Atıl, “Süt Sığırcılığında Yapay Zekâ Teknolojisi: Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları’’, *Hayvansal Üretim*, 2014/55 (1), ss. 39-45.
- Al-Ayed, S.I., A.A. Al-Tit, ‘The Effect of Supply Chain Risk Management on Supply Chain Resilience: The Intervening Part of Internet-of-Things’’, *Uncertain Supply Chain Management*, 2023/11, pp. 179-186.
- Arıkan, R., (2014), *Stratejik Yönetim İçin Bulanık Risk Değerlendirme Modelleri ve Karşılaştırmalı Analizi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.

- Arslan, H., (2020), *Keban Baraj Gölü Seviyesinin Bulanık Mantık ve Destek Vektör Makineleri Yöntemleriyle Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Hatay.
- Arslan, M.C., (2012), *Kısıtlar Teorisi İle Maliyet-Hacim-Kâr Analizlerinde Bulanık Mantık Uygulamaları*, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Muhasebe Finansman Bilim Dalı, Tokat.
- Arslankaya, S., (2023), Comparison of Performances of Fuzzy Logic and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) for Estimating Employee Labor Loss, *Journal of Engineering Research*, 2023/3 (4), 1-9.
- Aslan, T., (2017), *Modern Maliyet Muhasebesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı: Bir Hastane Uygulaması*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Muhasebe ve Finansman Bilim Dalı, Sakarya.
- Aslan, T., E. Yılmaz, “Bulanık Mantık Yöntemi ile Belirsizlik Şartlarında Faaliyet Hacim-Kâr Analizi”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 2018/10 (2), ss. 534-553.
- Atalay, M., E. Çelik, “Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2017/9 (22), ss. 155-172.
- Ataman, G., “Tedarik Zinciri ve Yönetimi: Değişim Mühendisliği ve Dış Kaynaklardan Yararlanma İlişkisi Üzerine Bir İrdeleme”, *Öneri Dergisi*, 2002/5 (17), ss. 35–42.
- Ayçın, E., O. Özveri, Bulanık Modelleme İle Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesi ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulama, *AKÜ İİBF Dergisi*, 2015/17 (1), ss.51-60.
- Bahadır, E., “Bulanık Mantık Yaklaşımının Eğitim Çalışmalarında Kullanılmasının Alan Yazın Işığında Değerlendirilmesi”, *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2017/4 (7), ss. 28-42.
- Bankvall, L., L.E. Bygballe, A. Dubois, M. Jahre, “Interdependence in Supply Chains and Projects in Construction”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 2010/15 (5), pp. 385–393.
- Baral, G., S.T. Aslan, “Bulanık Maliyet Tahminlemesi”, *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*, 2018 (53), ss. 199-214.
- Baryannis, G., S. Validi, S. Dani, G. Antoniou, “Supply Chain Risk Management and Artificial Intelligence: State of the Art and Future Research Directions”, *International Journal of Production Research*, 2018/57 (7), pp. 2179–2202.
- Belhadi, A., S. Kamble, S.F. Wamba, M.M. Queiroz, “Building Supply Chain Resilience: An Artificial Intelligence-Based Technique and Decision-Making Framework”, *International Journal of Production Research*, 2021, pp. 1-21.

- Bhardwaj P., P. Tiwari, Olejar K., W. Parr, D. Kulasiri, “A Machine Learning Application in Wine Quality Prediction”, *Machine Learning with Applications*, 2022 (8), pp. 1-11.
- Bhuprak W., S. Tooprakal, “ Minimizing path loss prediction error using k-means clustering and fuzzy logic”, *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 2018 (26), pp. 1989-2002.
- Blanchard, D., (2010), *Supply Chain Management Best Practices*, (2nd edition), John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Bolayır, B., (2016), *Bulanık Doğrusal Programlamanın Gıda ve Tarım Ürünleri Atıklarının Geri Dönüşümünde Faaliyet Gösteren Bir İşletmede Uygulaması*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, Sivas.
- Bowersox, D.J., D.J. Closs, M.B. Cooper, (2002), *Supply Chain Logistics Management*, (1th edition), McGraw-Hill, New York.
- Bruce, M., L. Daly, N. Towers, “A Solution For Supply Chain Management in The Textiles And Clothing Industry?”, *International Journal of Operations & Production Management*, 2004/24 (2), pp. 151-170.
- Canbolat, Z.N., G. Silahtaroglu, “An Early Prediction And Diagnosis Of Sepsis In Intensive Care Units: An Unsupervised Machine Learning Model”, *Mugla Journal of Science and Technology*, 2020/6 (1), ss. 32-40.
- Cannas, V.G., M.P. Ciano, M. Saltalamacchia, R. Secchi, “Artificial intelligence in supply chain and operations management: a multiple case study research”, *International Journal of Production Research*, 2023/1 (1), pp. 1-29.
- Cespon, M.F., Y. Costa, M.S. Pishvaei, R.C. Castro, “A Fuzzy Inference Based Scenario Building in Two-Stage Optimization Framework for Sustainable Recycling Supply Chain Redesign”, *Expert Systems With Applications*, 2020/165, pp. 1-19.
- Chatzidimitriou, K.C., A.L. Symeonidis, I. Kontogounis, P.A. Mitkas, “Agent Mertacor: A Robust Design for Dealing with Uncertainty and Variation in SCM Environments”, *Expert Systems with Applications*, 2008/35 (3), pp. 591-603.
- Chen, J., A.S. Sohal, D. I. Prajogo, “Supply Chain Operational Risk Mitigation: A Collaborative Approach”, *International Journal of Production Research*, 2013/51 (7), pp. 2186-2199.
- Chopra, S. ve P. Meindl, (2017), *Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji, Planlama ve Operasyon*, çev. Emrah Bulut, (6. baskı), Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Christopher, M., (2005), *Logistics and Supply Chain Management*, (3th edition), Prentice Hall, London.

- Christopher, M., D. Towill, “An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 2001/31 (4), pp. 235-246.
- Cohen, S., J. Roussel, J., (2013), *Strategic Supply Chain Management*, (2nd. Edition), Mc Graw Hill Education, New York.
- Colicchia, C., F. Strozzi, F., “Supply Chain Risk Management: A New Methodology For A Systematic Literature Review”, *Supply Chain Management: An International Journal*, 2012/17 (4), pp. 403–418.
- Coşkun, F., H.D. Gülleroğlu, “Yapay Zekânın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması”, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2021/54 (3), ss. 947-966.
- Coşkun, S.S., (2020), *Tedarik Zinciri Risk Yönetim Modellemesi: Bayes Ağları Yaklaşımı ve Akaryakıt Dağıtım Sektöründe Bir Uygulama*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme (İktisat) Anabilim Dalı, İstanbul.
- Croxton, K.L., S.J. Garcia-Dastugue, D.M. Lambert, D.S. Rogers, “The Supply Chain Management Processes”, *The International Journal of Logistics Management*, 2001/12 (2), pp. 13-36.
- Çelik, C., N.Yelkikalan, “Makine Öğrenme Yöntemlerinin Depo Yönetim Süreçlerinde Uygulanması: Azure ML Studio Örneği”, *Journal of Yasar University*, 2021/16 (62), ss. 659-682.
- Çeliktas, B., N.Ünlü, “Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi Kullanarak Örnek Bir Risk Değerlendirme Raporunun Oluşturulması”, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 2018/65, pp. 483-504.
- Çıkmak, S., (2020), *Tedarik Zinciri Risklerinin ve Risk Azaltma Stratejilerinin Bayes Ağlarıyla Modellenmesi*’, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sakarya.
- Demir, A.K., (2017), *İvesi Kuzularının Büyüme Periyodunun Araştırılmasında Anfis Yöntemi ve Çoklu Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Demir, O., (2012), *Yapay Zekâ. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dilbilim Bölümü*, İzmir.
- Demirdöğen, O., A. Polater, “Sağlık Sektöründe Tedarik Zinciri Yönetimi ve Müşteri İsteklerini Karşılatabilme Yeteneğinin İncelenmesi: Ölçek Geliştirme Çalışması”, *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2016/9 (2), ss. 39-54.
- Demirkol, İ., M.C. Ünğan, M. Ayanoğlu, “Tedarik Zinciri Risklerinin İşletme Performansı Üzerindeki Etkisi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, *İşletme Bilimi Dergisi*, 2015/3 (1), ss. 20-37.

- Derbel, I., N. Hachani, H. Ounelli, "Membership Functions Generation Based on Density Function", *2008 International Conference on Computational Intelligence and Security*, Washington, December 13-17, 2008.
- Diabat, A., D. Kannan, K. Mathiyazhagan, "Analysis Of Enablers For Implementation of Sustainable Supply Chain Management – A Textile Case", *Journal of Cleaner Production*, 2014/83, pp. 391-403.
- Doğan, O., (2012), *Talep Tahmininde Sinirsel Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Yöntemi (Anfis) Kullanımı ve Yalın Yapay Sinir Ağı Metodu İle Karşılaştırmalı Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı İşletme Programı, İzmir.
- Doğan, Ö., (2018), *Bulanık Mantık Ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Temelinde Maliyet Hacim Kâr Analizleri: Bir Konaklama İşletmesi Örneği*, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe ve Finansman Bilim Dalı, Sakarya.
- Dündar, D.R., İ. Sarıçicek, E. Çınar, A. Yazıcı, "Kestirimci Bakımda Makine Öğrenmesi: Literatür Araştırması", *Esogü Müh. Mim. Fak. Derg.*, 2021/29 (2), ss. 256-276.
- Eğrisöğüt, A.T., R. Kazan, "Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık İle Modellenmesi", *Mühendis ve Makine Dergisi*, 2021/48 (565), ss. 3-8.
- Erdal, H., "Tarihsel Tecrübeler Işığında Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Önemi" *Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2017, (50), ss. 121-139.
- Erdem, F. (2022), Parameter Estimation in Crystal Sugar Production with MLR, ANN and ANFIS, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2022(28)/7, pp. 987-992.
- Erdin, C., (2007), *Bulanık Hedef Programlama ve İşletme Yönetiminde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul.
- Ergezer, H., M. Dikmen, E. Özdemir, "Yapay Sinir Ağları ve Tanıma Sistemleri", *Pivolka*, 2003/2 (6), ss. 14-17.
- Ergün, U., (2023), *Elektrik Yapım İşleri Sektörü İçin Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Yaklaşımları İle Risk Değerlendirmesi: Bir Firma Örneği*, Doktora Tezi, Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı Ve Güvenliği Anabilim Dalı, Mersin.
- Ertuğrul, İ., "Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2006/20 (1), ss. 155-176.
- Eydemir, O., S. Boran, Ayçiçeği Üretim Miktarının Anfis Metodu ile Tahmini, *Ekonomi ve Finansal Araştırmalar Dergisi*, 2022/4 (1), ss. 46-55.

- Fahad, A., N. Alshatri, Z. Tari, A. Alamri, I. Khalil, A.Y. Zomaya, A. Bouras, "A Survey of Clustering Algorithms for Big Data: Taxonomy and Empirical Analysis", *Ieee Transactions on Emerging Topics in Computing*, 2014/2 (3), pp. 267–279.
- Fan, Y., M. Stevenson, "A Review of Supply Chain Risk Management: Definition, Theory and Research Agenda", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2018/48 (3), pp. 205-230.
- Feizabadi J., "Machine Learning Demand Forecasting and Supply Chain Performance", *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2020, pp. 1-24.
- Fischer-Preßler D., K. Eismann, R. Pietrowski, K. Fischbach, D. Schoder, "Information Technology and Risk Management in Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2020/50 (2), pp. 233-254.
- Ganiyu S.A., D. Yu, C. Xu, A.M. Providence, "The Impact of Supply Chain Risks and Supply Chain Risk Management Strategies on Enterprise Performance in Ghana", *Open Journal of Business and Management*, 2020/8, pp. 1491-1507.
- Gao Q., H. Xu, A. Li, "The Analysis of Commodity Demand Predication in Supply Chain Network Based on Particle Swarm Optimization Algorithm", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 2022/400, pp. 1-15.
- Garrido, A., "A Brief History of Fuzzy Logic", *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience Journal*, 2012/3 (1), pp. 71-77.
- Gezici, H.S., "Kamu Yönetiminde Yapay Zekâ: Avrupa Birliği", *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 2023/6 (2), ss. 111-128.
- Ghadge, A., S. Dani, R. Kalawsky, "Supply Chain Risk Management: Present And Future Scope", *The International Journal of Logistics Management*, 2012/23 (3), pp. 313-339.
- Goh, M., J.Y.S, Lim, F. Meng, "A Stochastic Model for Risk Management in Global Supply Chain Networks", *European Journal of Operational Research*, 2007/182 (1), pp. 164–173.
- Gokulachandran, J., K. Mohandas, " Prediction of Cutting Tool Life Based on Taguchi Approach with Fuzzy Logic and Support Vector Regression Techniques", *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2015/32 (3), pp.270-290.
- Gonçalves, J.N.C, P. Cortez, M.S. Carvalho, N.M., Frazao, 'A Multivariate Approach for Multi-Step Demand Forecasting in Assembly Industries: Empirical Evidence From An Automotive Supply Chain', *Journal Pre-proof*, 2020, pp. 1–39.
- Govindan, K., R. Khodaverdi, A. Vafadarnikjoo, "Intuitionistic Fuzzy Based Dematel Method for Developing Green Practices and Performances in A Green Supply Chain", *Expert Systems with Applications*, 2015/42 (20), pp. 7207–7220.

- Gökçe, B., G. Sonugür, Anfiş ve YSA Yöntemleri ile İşlenmiş Doğal Taş Üretim Sürecinde Verimlilik Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2016/16, ss.174-185.
- Görçün, Ö.F., (2019), Örnek Olay ve Uygulamalarla Tedarik Zinciri Yönetimi, (4. baskı), Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Görgülü, H., (2021), *Kapalı Döngü Tedarik Zincirinde Sürdürülebilir Lojistik ve Yer Seçimi İçin Bir Karma Tamsayı Programlama Modeli Önerisi*, Doktora Tezi, Kto Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Konya.
- Gupta, S., A. Saxena, “Predicting The Impact of Operational and Financial Variables on Bullwhip Effect Using Threshold Regression: Indian Context”, *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 2020/13 (2), pp. 211-227.
- Gülmez, B., S. Kulluk, “Türkiye’de İkinci El Araçların Büyük Veri ve Makine Öğrenme Teknikleriyle Analizi ve Fiyat Tahmini”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2023/38 (4), ss. 2279-2289.
- Gülseçen, S., M.M. İnal, O. Torkul, M.K. Uçar, (2022), Mühendislikte Yapay Zekâ Ve Uygulamaları 4. Sakarya Üniversitesi Yayınları, Sakarya.
- Gültepe, Y., “Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Hava Kirliliği Tahmini Üzerine Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2019 (16), ss. 8-15.
- Güneş, M., A. İncekırık, “Ege Bölgesinde Faaliyet Gösteren Kosgeb Kapsamındaki Farklı Ölçeklerdeki Şirketlerin (Kobi) Bulanık Kümeleme Analizi ile Gruplandırılması”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2016/22 (4), ss. 314-323.
- Güzel D., G. Korkmaz, “Belirsizlik ve Tedarik Zinciri Riski: Risk Azaltımında Tedarik Zinciri Esnekliğinin Aracı Rolü”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2020/34 (3), ss. 1045-1064.
- Hahn, G. J., H. Kuhn, “Value-Based Performance and Risk Management in Supply Chains: A Robust Optimization Approach”, *International Journal of Production Economics*, 2012/139 (1), pp. 135–144.
- Harrison T.P, “Principles for the Strategic Design of Supply Chains. The Practice of Supply Chain Management: Where Theory and Application Converge”, *International Series in Operations Research & Management Science*, 2004/62, pp. 3-12.
- Ho, W., T. Zheng, H. Yıldız, S. Talluri, “Supply Chain Risk Management: A Literature Review”, *International Journal of Production Research*, 2015/53 (16), pp. 5031-5069.

- Hugos, M., (2018), *Essential of supply chain management*, (4.baskı), John Wiley & Sons, New Jersey.
- Ivanov, D., A. Dolgui, “OR-Methods for Coping With the Ripple Effect in Supply Chains During Covid-19 Pandemic: Managerial Insights and Research Implications”, *International Journal of Production Economics*, 2020/107921, pp. 1-38.
- İsen, E., (2017), *Anfis ve Bulanık C-ortalamalar Yöntemleri Tabanlı Çok Kriterli Envanter Sınıflandırma Modeli*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- İşcan, F., (2009), *Arazi Düzenleme Çalışmalarında Bulanık Mantık Uygulaması*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Jafari, H., A. Nyberg, P. Hilletoft, “Postponement and Logistics Flexibility in Retailing: A Multiple Case Study From Sweden”, *Industrial Management & Data Systems*, 2016/116 (3), pp. 445-465.
- Jain, V., S. Wadhwa, S.G. Deshmukh, “Select Supplier-Related Issues in Modelling A Dynamic Supply Chain: Potential, Challenges and Direction for Future Research”, *International Journal of Production Research*, 2009/47 (11), pp. 3013–3039.
- Jiang M., Y. Lui, J. Lu, Z.Qu, Z. Yang, “Risk Assessment of Maritime Supply Chains Within the Context of the Maritime Silk Road”, *Ocean and Coastal Management*, 2023/231, pp. 1-14.
- Jin H., Y.G, Kim, Z. Jin, A.A. Rushchitc, A.S.A. Shati, “Optimization and Analysis of Bioenergy Production Using Machine Learning Modeling: Multi-Layer Perceptron, Gaussian Processes Regression, K-nearest Neighbors, and Artificial Neural Network Models”, *Energy Reports*, 2022/8, pp. 13979-13996.
- Jin X., J. Zhang, X. Wang, X. Zhang, T. Guo, C. Shi, T. Su, J. Kong, Y.Bai “A Deep Network Prediction Model for Heavy Metal Cadmium in the Rice Supply Chain”, *Journal of Future Foods*, 2022/1 (2), pp. 196-202.
- Jing, X., Z. Dongjie, M. Zhongsu,”The Research on the Bp Neural Network Application in Food Supply Chain Risk Management”, *International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, Washington, December 26-27, 2009.
- Job I.A., E.N. Essien, E.P. Ododo, “A Review of Application of Machine Learning in Agriculture Supply Chain to Improve Food and Agriculture Industry”, *Asia-Africa Journal of Agriculture*, 2022 (1), pp. 66-78.
- Johnsen, T., F. Wynstra, J. Zheng, C. Harland, R. Lamming, “Networking Activities in Supply Networks”, *Journal of Strategic Marketing*, 2000/8 (2), pp.161-181.

- Jumas, D., F.A.M. Rahim, N. Zainon, W.P. Utama, “Improving Accuracy of Conceptual Cost Estimation Using MRA and ANFIS in Indonesian Building Projects”, *Built Environment Project and Asset Management*, 2018, pp. 1-11.
- Junior, F.R.L, L.C.R. Carpinetti, “An Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System to Supply Chain Performance Evaluation Based on Scor Metrics”, *Computers & Industrial Engineering An İnternational Journal*, 2019, pp. 1-50.
- Jüttner U., H. Peck, M. Christopher, “Supply Chain Risk Management: Outlining An Agenda for Future Research”, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2003/6 (4), pp. 197-210.
- Kalkan, K.P., E. Özkan, D. Karadoğan, “Covid-19 Pandemi Sürecinde Tedarik Zinciri Direnci”, *Pak Sosyal Bilimler Dergisi*, 2021/2 (3), ss. 10-22.
- Kara Er M., S.Ü.Oktay Fırat, “Tedarik Zinciri Risk Yönetiminin Gelişmesini Tetikleyen Risk Olayları Üzerine Bir İnceleme”, *IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Gümüşhane, 2015, ss. 326-334.
- Karahan, M., “Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmin Edilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2015/20 (2), ss. 195-209.
- Karmaker, C.L., R.A. Aziz, T. Palit, A.B.M.M. Bari, “Analyzing Supply Chain Risk Factors in the Small and Medium Enterprises Under Fuzzy Environment: Implications Towards Sustainability for Emerging Economies”, *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 2023/2, pp. 1-13.
- Keskenler, M.F., E.F. Keskenler, “Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi”, *Takvim-i Vekayi*, 2017/5 (1), ss. 1-10.
- Khan, O., B. Burnes, “Risk and Supply Chain Management: Creating A Research Agenda”, *International Journal of Logistics Management*, 2007/18 (2), pp. 197-216.
- Kızılboga, R., “Risk Yönetimi ve Ülke Uygulamalarında Risk Yönetim Modelleri”, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 2012/4 (7), ss. 82-99.
- Kim, K., H. Kim, S.K. Kim, J.Y. Jung, “I-rm: An Intelligent Risk Management Framework for Context-Aware Ubiquitous Cold Chain Logistics”, *Expert Systems with Applications*, 2015/20 (9), pp. 1-11.
- Kingma D.P., D.J. Rezende, S. Mohamed, M. Welling, (2014), “Semisupervised Learning with Deep Generative Models”, Machine Learning Group, Universty of Amsterdam, Amsterdam.
- Kosasih E.E., A. Brintrup, “A Machine Learning Approach for Predicting Hidden Links in Supply Chain with Graph Neural Networks”, *International Journal of Production Research*, 2021, pp. 1-14.

- Köksal, D., J. Strähle, M. Müller, M. Freise, “Social Sustainable Supply Chain Management in the Textile and Apparel Industry-A Literature Review”, *Sustainability*, 2017/ 9 (100), pp. 1-32.
- Küçükoğlu, M.T., “Tedarik Zincirinde Risk Değerlendirme: Risklerin Tanımlanması, Gruplandırılması ve Önceliklendirilmesi Üzerine Bir Çalışma”, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 2020/12 (2), ss. 2126-2141.
- Lambert, D.M., (2014), *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*, (4th edition), Supply Chain Management Institute, New York.
- Lee, H.L., S. Whang, “Information Sharing in A Supply Chain”, *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 2000/1 (1), pp. 79–93.
- Lee, I., Y.J. Shin, “Machine Learning for Enterprises: Applications, Algorithm Selection, and Challenges”, *Business Horizons*, 2020/63 (2), pp. 157–170.
- Lewis, C.D., (1982), “Industrial and Business Forecasting Methods”, Butterworths Publishing, Londra.
- Li, S., S.S. Rao, T. Ragu-Nathan, B. Ragu-Nathan, “Development and Validation of A Measurement Instrument for Studying Supply Chain Management Practices”, *Journal of Operations Management*, 2005/23 (6), pp. 618–641.
- Lison, P., (2012), *An Introduction to Machine Learning*, Language Technology Group (LTG) Department of Informatics, Oslo.
- Liu C., “Risk Prediction of Digital Transformation of Manufacturing Supply Chain Based on Principal Component Analysis and Backpropagation Artificial Neural Network”, *Alexandria Engineering Journal*, 2021/61 (1), pp. 775-784.
- Mabrouki, C., F. Bentaleb, A. Mousrij, “A Decision Support Methodology for Risk Management Within A Port Terminal”, *Safety Science*, 2014/63, pp. 124–132.
- Malviya L., J. Shreemali, R. Ojha, P. Chakrabarti, S. Poddar, “Transformer Prediction In the Supply Chain Using Machine Learning”, *Materials Today: Proceedings*, 2020, pp. 1-6.
- Mangla, S.K., P. Kumar, M.K. Barua, “Flexible Decision Modeling for Evaluating the Risks in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP and IRP Methodologies”, *Global Journal of Flexible Systems Management*, 2014/16 (1), pp. 19–35.
- Manuj, I., J.T. Mentzer, “Global Supply Chain Risk Management”, *Journal of Business Logistics*, 2008/29 (1), pp. 133-155.
- Mari, S.I., Y.H. Lee, M.S. Memon, “Complex Network Theory-Based Approach for Designing Resilient Supply Chain Networks” *International Journal of Logistics Systems and Management*, 2015/21 (3), pp. 365-385.

- Mehmanpazir, F., K.K. Damghani, A. Hafezalkotob, “Modeling Steel Supply and Demand Functions Using Logarithmic Multiple Regression Analysis (Case Study: Steel Industry in Iran)”, *Resources Policy*, 2019/63, pp. 1-20.
- Meng, X., M. Sun, M. Jones, “Maturity Model for Supply Chain Relationships in Construction”, *Journal of Management in Engineering*, 2011/27 (2), pp. 97-105.
- Metlek, S., K. Kayaalp, (2020), Makine Öğrenmesinde, Teoriden Örnek Matlab Uygulamalarına Kadar Destek Vektör Makineleri, İksad Yayınevi, Ankara.
- Mogale, D.G., A. De, A. Ghadge, E.Aktas, “Multi-Objective Modelling of Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network with Price-Sensitive Demand and Consumer’s Incentives”, *Computers & Industrial Engineering*, 2022/168, pp. 1-20.
- Mohamed, T., A. Kasa, M. Mukhlisin, ‘ Prediction of Slope Stability Using Statistical Method and Fuzzy Logic’, *The Online Journal of Science and Technology*, 2012/2 (4), pp. 68-73.
- Montanari, R., “Cold Chain Tracking: A Managerial Perspective”, *Trends in Food Science & Technology*, 2008/19 (8), pp. 425–431.
- Mungo L., F. Lafond, P.A. Estevez, “Reconstructing Production Networks Using Machine Learning”, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2023/148, pp. 1-18.
- Nandy, A., P.K. Singh, “Application of Fuzzy Dea and Machine Learning Algorithms in Efficiency Estimation of Paddy Producers of Rural Eastern India”, *Benchmarking: An International Journal*, 2020/28 (1), pp.229-248.
- Nazimi, N., K. Saplıoğlu, “Monthly Streamflow Prediction Using ANN, KNN and ANFIS models: Example of Gediz River Basin”, *Teknik Bilimler Dergisi*, 2023/13 (2), pp.42-49.
- Norrman A., U. Jansson, “Ericsson’s Proactive Supply Chain Risk Management Approach After A Serious Sub-supplier Accident”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2004/34 (5), pp. 434-456.
- Olan, F., S. Liu, J. Suklan, U. Jayawickrama, E.O. Arakpogun, “The Role of Artificial Intelligence Networks in Sustainable Supply Chain Finance for Food and Drink Industry”, *International Journal of Production Research*, 2021, pp. 1-16.
- Omosa, G.B., S.A. Numfor, M.K. Olejnik, “Modeling a Reverse Logistics Supply Chain for End-of-Life Vehicle Recycling Risk Management: A Fuzzy Risk Analysis Approach”, *Sustainability*, 2023/15 (2142), pp. 1-19.
- Osman, A., M.Shehadeh, “Risk assessment of interstate pipelines using a fuzzy-clustering approach”, *Scientific Reports*, 2022/12 (1), pp. 1-15.

- Özçetin, N., (2020), “Tedarik Zinciri Risk Yönetimi: Bir Araştırma”, İksad Publishing House, Ankara.
- Özdamar, İ.H., (2006), *Bulanık İstatistiksel Kalite Kontrolü Ve Bir Orman Endüstrisi İşletmesinde Uygulama*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Isparta.
- Özdemir, A., A. Alaybeyoğlu, K.F. Balbal, “Bulanık Mantığın Eğitim Alanındaki Uygulamaları”, *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 2019/3 (1), ss. 45-50.
- Özdemir, A.İ., “Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2004 (23), ss. 87-96.
- Özdemir, D., M. Sharma, A. Dhir, T. Daim, “Supply Chain Resilience During the Covid-19 Pandemic”, *Technology in Society*, 2022/68, 1-10.
- Özek, A., M. Sinecen, “Klima Sistem Kontrolünün Bulanık Mantık ile Modellemesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2004/10 (3), ss. 353- 358.
- Öztemel, E., (2012), *Yapay Sinir Ağları*, (3.baskı), Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Pabuççu, H., Ülke Kredi Notlarının Makine Öğrenme Algoritmaları ile Tahmini, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11 (1), ss. 42-51.
- Pandya, B., A. Pourabdollah, A.Lotfi, “Comparative Analysis of Real-Time Fall Detection Using Fuzzy Logic Web Services and Machine Learning”, *Journal of Technologies*, 2020/8 (74), pp.1-12.
- Paul, S.K., A. Azaem, “An Artificial Neural Network Model for Optimization of Finished Goods Inventory”, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2011/(2), pp. 431-438.
- Passarelli, M., G. Bongiorno, P. Beraldi, R. Musmanno, L. Filice ‘Supply Chain Management in Case of Producer Disruption Between External (İnstable) Forces and Effective Models’, *Procedia Computer Science*, 2023/217, pp. 1305–1315.
- Pertiwi, D.A.A., M. Yusuf, D.A. Efrilianda, “Operational Supply Chain Risk Management on Apparel Industry Based on Supply Chain Operation Reference (SCOR)”, *Journal of Information System Exploration and Research*, 2023/1 (2), pp. 17-24.
- Polatgil, M., “Anfis ve Bulanık K Ortalamalar İle Kalp Hastalığının Tespit edilmesi”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2020/13 (4), ss. 443-449.
- Pournader, M., H. Ghaderi, A. Hassanzadegan, B. Fahimnia, “Artificial Intelligence Applications in Supply Chain Management”, *International Journal of Production Economics*, 2021/241, pp. 1-16.

- Priore P., B. Ponte, R. Rosillo, D. Fuente, “Applying Machine Learning to the Dynamic Selection of Replenishment Policies in Fastchanging Supply Chain Environments”, *International Journal of Production Research*, 2018, pp. 1-15.
- Radosavljevic, M., “Process Orientation as a Basis for Increasing Supply Chain Management Maturity”, *Economic Themes*, 2015/53 (3), pp. 397-413.
- Rahmanzadeh, S., M.S. Pishvae, M.R. Rasouli, “A Robust Fuzzy-Stochastic Optimization Model for Managing Open Innovation Uncertainty in the Ambidextrous Supply Chain Planning Problem”, *Soft Computing*, 2023/27, pp. 6345-6365.
- Raman, P., R. Seetha, S. Sankar, K.Suresh, R. Arunkumar, T.A., Mohanaprakash, “Cuckoo Search Support Vector Machine For Supply Chain Risk Management”, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2023/101 (1), pp. 106-113.
- Rao, S., T.J. Goldsby, “Supply Chain Risks: A Review and Typology”, *The International Journal of Logistics Management*, 2009/20 (1), pp. 97-123.
- Rençber, Ö.A., (2017), *Bulanık ve Yalın Yapay Sinir Ağları İle Çoklu Lojistik Regresyon Yöntemlerinin Sınıflandırma Performanslarının Karşılaştırılması: Ülkelerin Gelişmişlik Düzeylerinin Sınıflandırılması Üzerine Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Aksaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Aksaray.
- Rushton, A., P. Croucher, P. Baker, (2014), *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, (fifth edition), Kogan Page Publishers, London, Philadelphia, New Delhi.
- Russell, S.J., P. Norvig, (2010), *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, (3rd edition), Pearson Education, Inc, New Jersey.
- Sağbaş, M., (2015), *Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Teknolojileri, Çeviklik ve Entegrasyonun Operasyonel ve Finansal Performansa Etkisi*, Doktora Tezi, Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı İşletme Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul.
- Sağiroğlu, Ş., M.U. Demirezen, (2020), *Yapay Zekâ ve Büyük Veri: Teknolojiler, Yaklaşımlar ve Uygulamalar*, (1.baskı), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara
- Saravanan, R., P. Sujatha, “A State of Art Techniques on Machine Learning Algorithms: A Perspective of Supervised Learning Approaches in Data Classification”, *Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, India, June 14-15, 2018.
- Sarfraz, A.H., A.K. Yazdi, P. Wanke, E.A. Nezhad, R.S. Hosseini, “A Novel Hierarchical Fuzzy Inference System for Supplier Selection and Performance Improvement in the Oil & Gas Industry”, *Journal of Decision Systems*, 2022, pp. 1-28.

- Sarı, S.S, Ş.Y. Yiğiter, “Borsa İstanbul Hisse Getirilerinin Anfis Aracılığıyla Teyit Edilmesi”, *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2020/4 (1), ss. 171–193.
- Sarkar, S., D.K. Pratihar, B. Sarkar, “An Integrated Fuzzy Multiple Criteria Supplier Selection Approach and Its Application in a Welding Company”, *Journal of Manufacturing Systems*, 2018 (46), pp. 163–178.
- Schlegel, G.L., R.J. Trent, (2015), *Supply Chain Risk Management: An Emerging Discipline*, (1th edition), Crc Press, London, New York.
- Shahbaz, M.S., R.Z.R.M. Rasi, M.D.F.B. Ahmad, A Novel Classification of Supply Chain Risks: Scale Development and Validation”, *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2019/12 (1), pp. 201-218.
- Sharma, S., S. Routroy, “Modeling Information Risk in Supply Chain Using Bayesian Networks”, *Journal of Enterprise Information Management*, 2016/29 (2), pp. 238- 254.
- Shriram, S., E. Sivasankar, “Anomaly Detection on Shuttle Data Using Unsupervised Learning Techniques”, 2019 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy, Amity University Dubai, December 11-12, 2019.
- Sibevei A., A. Azar, M. Zandieh, S.M. Khalili, M. Yazdani, “Developing A Risk Reduction Support System for Health System in Iran: A Case Study in Blood Supply Chain Management”, *International Journal Of Environmental Research and Publich Health*, 2022/19 (4), pp. 1-19.
- Simatupang, T.M., R. Sridharan, “An Integrative Framework for Supply Chain Collaboration”, *The International Journal of Logistics Management*, 2005/16 (2), pp. 257–274.
- Singhal, P., G. Agarwal, M.L. Mittal, “Supply Chain Risk Management: Review, Classification And Future Research Directions”, *Int. Journal of Business Science and Applied Management*, 2011/6 (3), pp. 15-42.
- Şentürk, T., C. İkizler, G.K. Aytekin, “Sağlık Kurumunda Tedarik Zinciri Yönetimi Kapsamında Stok Yönetiminin İncelenmesi: Bir Alan Araştırması”, *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2020/9 (17), ss. 7-46.
- Tan, K.C., “A Framework of Supply Chain Management Literature”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 2001/7, pp. 39-48.
- Tang, C.S., “Robust Strategies for Mitigating Supply Chain Disruptions”, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2006/9 (1), pp. 33-45.
- Tennant, S., S. Fernie, “Theory to Practice: A Typology of Supply Chain Management in Construction”, *International Journal of Construction Management*, 2014/14 (1), pp. 56–66.

- Theodoras, D., “Customer Service Strategy and Segmentation in Food Retailing Using the Importance-Performance Paradigm”, *Supply Chain Forum: An International Journal*, 2009/10 (2), pp. 64–72.
- Thomas, A.S., L.R., Kopczak, (2005), *From Logistics to Supply Chain Management: The Path Forward in The Humanitarian Sector*, (1th edition), Fritz Institute, San Francisco.
- Topel, A., (2006), *Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, İstanbul.
- Tozan, H., O. Vayvay, “A Hybrid Fuzzy Time Series and Anfis Approach to Demand Variability in Supply Chain Network”, *Journal of Naval Science and Engineering*, 2009/5 (2), pp. 20–34.
- Turan, T., G. Turan, U.Köse “Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi ve Yapay Sinir Ağları ile Türkiye’deki COVID-19 Vefat Sayısının Tahmin Edilmesi”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 2022/15 (2), ss. 97–105.
- Tuş, A., (2006), *Bulanık Doğrusal Programlama Ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Denizli.
- Tütüncü, Ö., D. Küçükusta, “Tedarik Zinciri Entegrasyonu ve Hasta Güvenliği İlişkisinin Analizi”, *İşletme Fakültesi Dergisi*, 2008/9 (1), ss. 93-106.
- Ulfah, M., A. Bahauddin, D.L.Trenggonowati, R. Ekawati, F. Arina, A. Sonda, A. Ridwan, P.F. Ferdinand, ‘Identification and Strategy for the Risk Mitigation of Supply Chain with Fuzzy House of Risk: A Case Study in Pallet Products’, *Journal Industrial Servicess*, 2023/9 (1), pp. 11-22.
- Umarusman, N., H. Seldüz, “İç Kontrol Kapsamındaki Risk Değerlendirmesinde Bulanık Çıkarım Sistemlerinin Kullanımı: Örnek Bir Çalışma”, *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 2018/4 (6), ss. 85-116.
- Urfalıoğlu, F., Tanrıverdi, İ., Anfis ve Regresyon Analizi ile Enflasyon Tahmini ve Karşılaştırması, *Social Sciences Research Journal*, 2018/7 (3), ss.120-141.
- Viswanadham, N., V. Desai, R. Gaonkar, “Bullwhip Effect in Integrated Manufacturing and Service Networks”, *International Conference on Robotics and Automation*, Barcelona, İspanya, April 2005.
- Wang C.H., T.Y. Chen, “Combining Biased Regression with Machine Learning to Conduct Supply Chain Forecasting and Analytics for Printing Circuit Board”, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 2020, pp. 1-12.

- Wang, X., Y. Xu, “An Improved Index For Clustering Validation Based on Silhouette Index and Calinski-Harabasz Index”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019/569 (5), pp. 1-6.
- Waters, D., (2003), “Logistics An Introduction to Supply Chain Management”, (1th edition), Palgrave Macmillan, New York.
- Waters, D., (2007), “Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilience in Logistics”, (1th edition), Kogan Page, London and Philadelphia.
- Weingarten J., S. Spinler, “Shortening Delivery Times by Predicting Customers Online Purchases: A Case Study in the Fashion Industry”, *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 2020, pp. 1288-1297.
- Woodward, R.I., E.J.R. Kelleher, “Towards ‘Smart Lasers’: Self-Optimisation of an Ultrafast Pulse Source Using a Genetic Algorithm”, *Scientific Reports*, 2016/6 (37616), pp. 1–9.
- Wu, D., D.D. Wu, Y. Zhang, D.L. Olson, “Supply Chain Outsourcing Risk Using An Integrated Stochastic-Fuzzy Optimization Approach”, *Information Sciences*, 2013/235, pp. 242-258.
- Wu G., M.A.D.C. Servia, M. Mowbray, “Distributional Reinforcement Learning for Inventory Management in Multi-Echelon Supply Chains”, *Digital Chemical Engineering*, 2023/6 (100073), pp. 1–14.
- Wu J., Z. Zhang, S. Zhou, “Credit Rating Prediction Through Supply Chains: A Machine Learning Approach”, *Production and Operations Management*, 2021/31 (4), pp. 1613–1629.
- Xia, Y., T. Xu, M.X. Wei, Z.K. Wei, L.J. Tang, “Predicting Chain’s Manufacturing SME Credit Risk in Supply Chain Finance Based on Machine Learning Methods”, *Sustainability*, 2023/15 (1087), pp. 1-18.
- Yang, B., Y. Yang, “Postponement In Supply Chain Risk Management: A Complexity Perspective”, *International Journal of Production Research*, 2010/48 (7), pp. 1901-1912.
- Yeung, R.M.W., J. Morris, “Food Safety Risk Consumer Perception and Purchase Behaviour”, *British Food Journal*, 2001/103 (3), pp. 170-186.
- Yu, M.C., M. Goh, “A Multi-Objective Approach to Supply Chain Visibility And Risk”, *European Journal of Operational Research*, 2014/233 (1), pp. 125–130.
- Yunusoğlu, M.G., H. Selim, “A Fuzzy Rule Based Expert System for Stock Evaluation and Portfolio Construction: An Application to Istanbul Stock Exchange”, *Expert Systems with Applications*, 2013/40 (3), pp. 908–920.

- Yücel, A., (2010), *Tedarikçi Seçimi Probleminde Bütünleşik Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı, İstanbul.
- Zadeh, L.A., “Fuzzy sets”, *Information and Control*, 1965/8, pp. 338-353.
- Zangaro, F., S. Minner, D.Battini, “A Supervised Machine Learning Approach for the Optimisation of the Assembly Line Feeding Mode Selection”, *International Journal of Production Research*, 2020, pp. 1-22.
- Zarandi, M.H.F., R.Gamasae, “A Type-2 Fuzzy System Model for Reducing Bullwhip Effects in Supply Chains and Its Application in Steel Manufacturing”, *Scientia Iranica Transactions E: Industrial Engineering*, 2013/20 (3), pp. 879-899.
- Zhang, X., “Enterprise Supply Chain Risk Assessment Based on the Support Vector Machine Algorithm and Fuzzy Model”, *Journal of Security and Communication Networks*, 2022, pp. 1-7.
- Zhang, W., “Machine Learning Approaches to Predicting Company Bankruptcy”, *Journal of Financial Risk Management*, 2017 (6), pp. 364-374.
- Zhao, J., B.K. Bose, “Evaluation of Membership Functions for Fuzzy Logic Controlled Induction Motor Drive”, *Ieee 28th Annual Conference of the Industrial Electronics Society*, Seville, Spain, 05-08 November 2002.
- Zsidisin, G.A. ve B. Ritchie, (2009), “Supply Chain Risk A Handbook of Assessment, Management, and Performance”, (1th edition), Springer Science+Business Media, New York.
- Zoghipour, N., Y. Kaynak, “Prediction of The Production Quality During Flat Bottom Drilling of Low Lead Brass Alloy Using Fuzzy Logic and Regression Models”, *Int. J. Adv. Eng. Pure Sci.*, 2023, 35(1): pp. 72-80.

EKLER

EK-1: Kızılay Yatırım Holding Araştırma İzin Yazısı



17.03.2022

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ'NE MALATYA

Kızılay Yatırım Holding iştiraklarından Kızılay Sistem Yapı A.Ş.'de Metot Mühendisi olarak çalışan Murat Karabulut'un 15.03.2022 tarihinde İnönü Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalında doktora tez önerisi olarak sunmuş olduğu "Tedarik Zincirlerindeki Kırılma Risklerinin Yapay Zekâ Yöntemleriyle Tahminlemesine Yönelik Kızılay İşletmeleri'nde Bir Uygulama" başlıklı çalışması kapsamında Kızılay Yatırım Holding iştiraklerinden Kızılay İçecek, Kızılay Sağlık, Kızılay Çadır & Tekstil, Kızılay Sistem Yapı ve Kızılay Lojistik işletmelerinde gerekli verilerin toplanması ve toplanan verilerin işledikten sonra Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından kağıt ve elektronik formatta arşivlenmesi hususunda gerekli izinlerin verildiğini beyan ederim.

Adı Soyadı : Mustafa KIZILAY

KIZILAY YATIRIM HOLDİNG A.Ş.

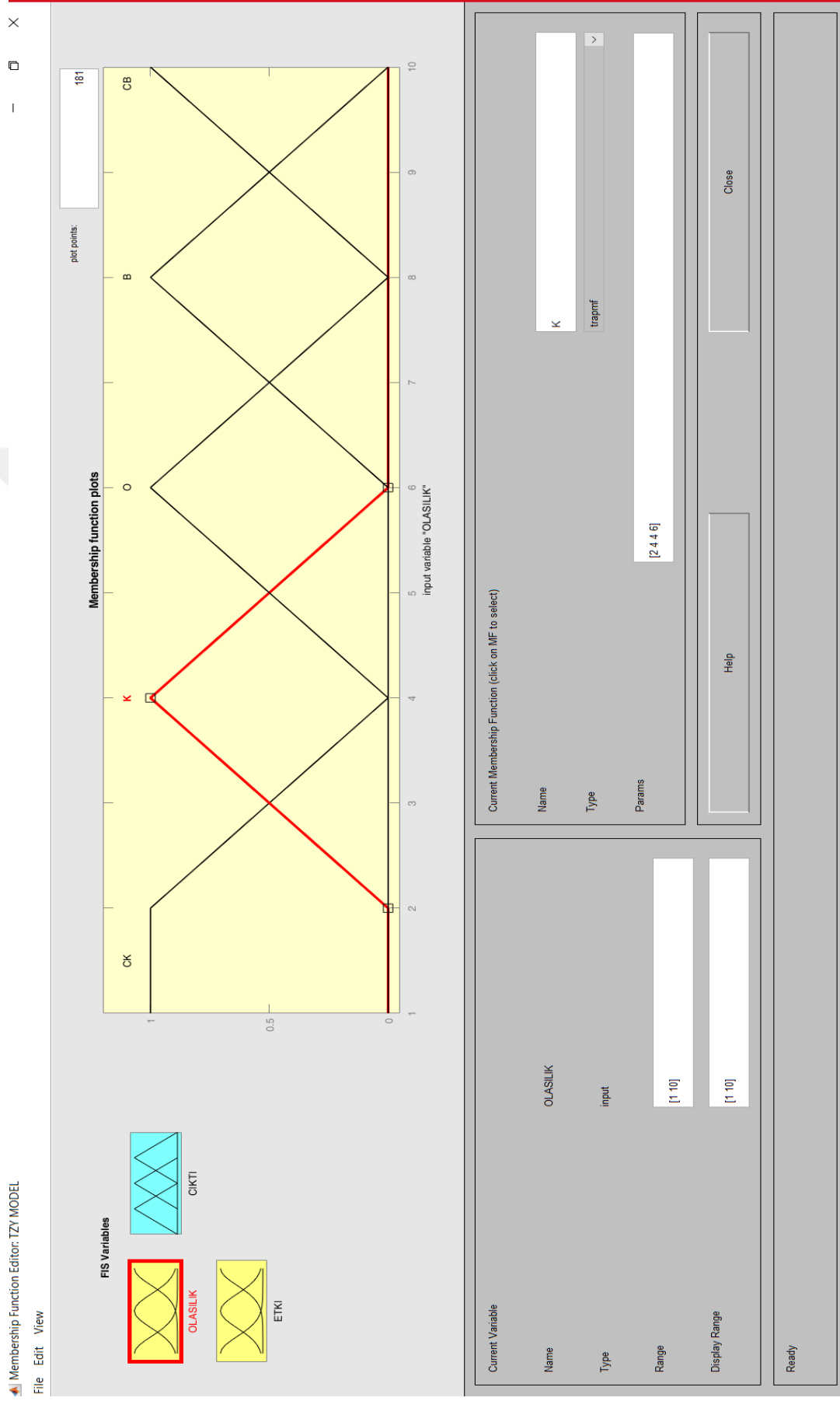
Balabanağa Mah. Büyük Reşitpaşa Cad. Kızılay Laleli Tıp Merkezi Apt. No:12/1 Fatih / İstanbul Tel: 0 212 263 18 85 - 86
Hocapaşa V.D. 560 103 4157 Mersis 0560103415700001

Ek-2: İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Onay Belgesi

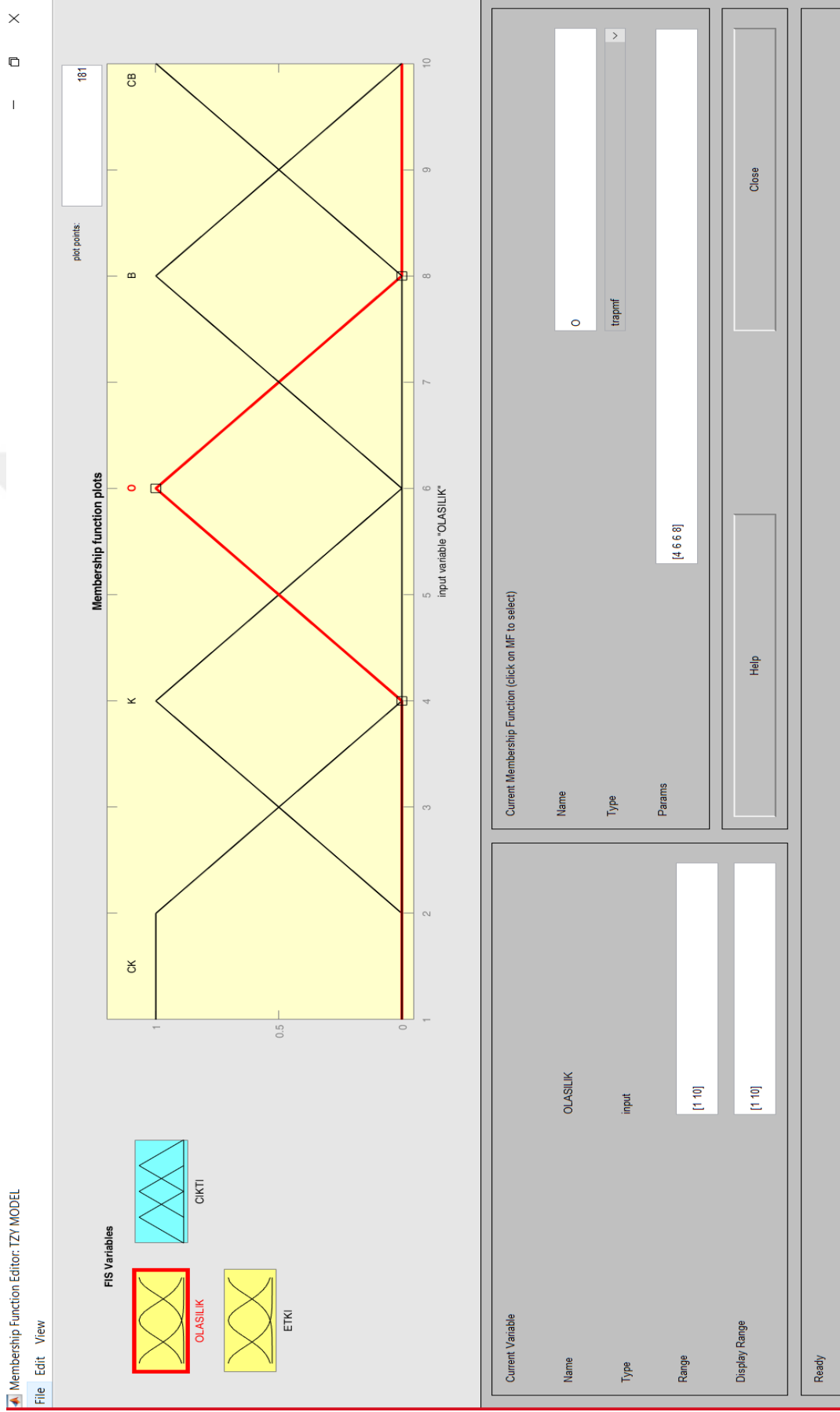
T.C. İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu			
Oturum Tarihi : 15-06-2023	Oturum Sayısı : 5	Karar Sayısı : 11	
Etik Açından Uygun Yukarıda adı ve araştırmacıları belirtilen ve kısaca özetlenen çalışma başvurusu, tarafımda incelenmiş olup çalışmanın amaç, yöntem, uygulama ve hedeflerinin; etik açıdan uygun olduğu kanaatindeyim.			
Çalışma Adı	TEDARİK ZİNCİRLERİNDEKİ KIRILMA RİSKLERİNİN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİYLE TAHMİNLEMESİNE YÖNELİK KIZILAY İŞLETMELERİ'NDE BİR UYGULAMA		
Araştırmacılar	Doktora Öğrencisi MURAT KARABULUT (Yürütücü) Dr.Öğretim Üyesi Mustafa Deste (Danışman)		
Başkan			
Prof.Dr. Yüksel GÖĞEBAKAN			
Kurul Üyeleri			
Kullanıcı Mehmet YILMAZ		Prof.Dr. Yusuf BATAR	
Prof.Dr. Mehmet ÖNAL		Prof.Dr. Mehmet GÜNGÖR	
Prof.Dr. Süleyman ÇALDAK		Prof.Dr. Nesrin SİS	
Prof.Dr. Lütfiye ÖZDEMİR			



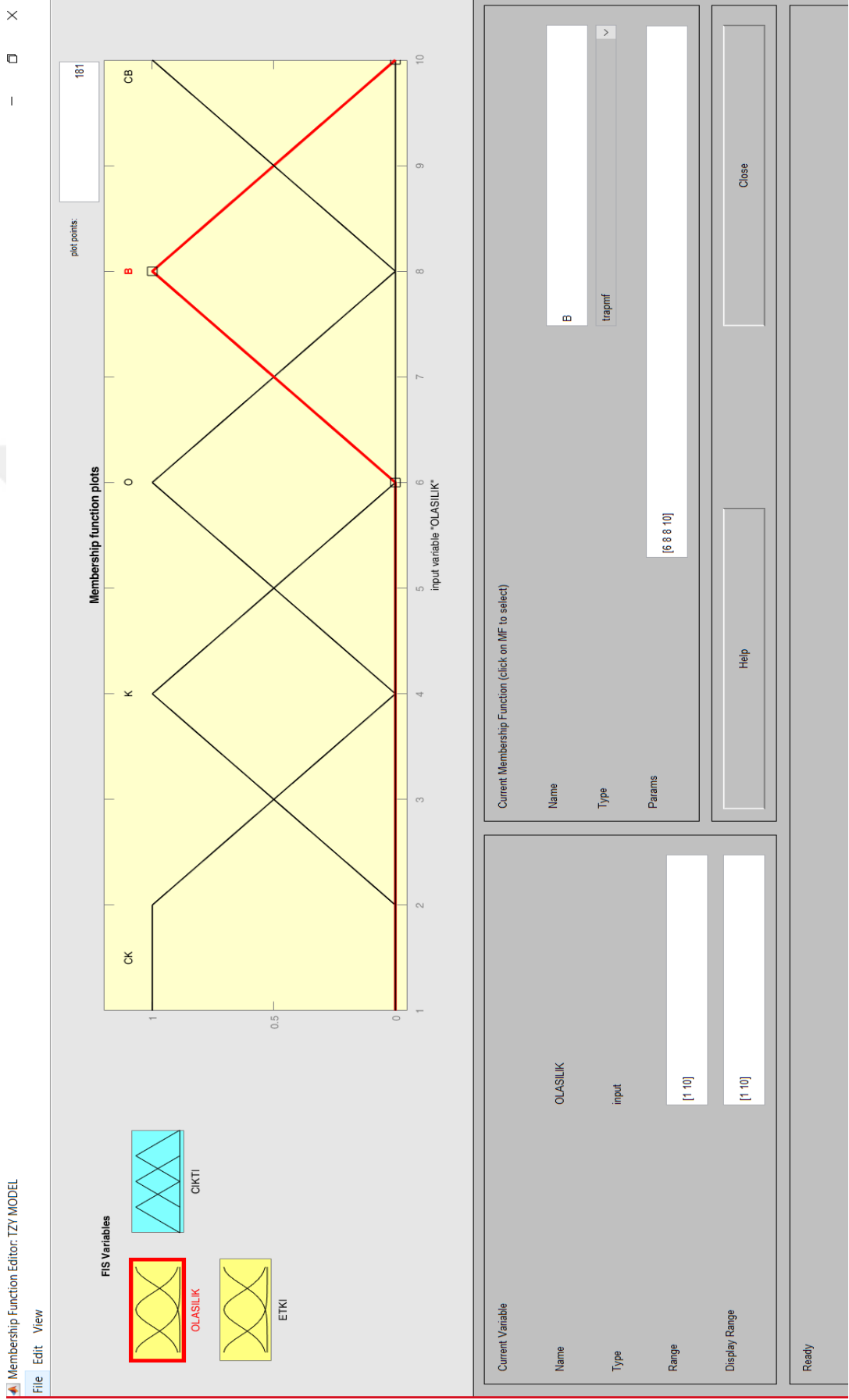
EK-3: Modelin 1.Girdisi Olan Olasılık Değerine Ait 2.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



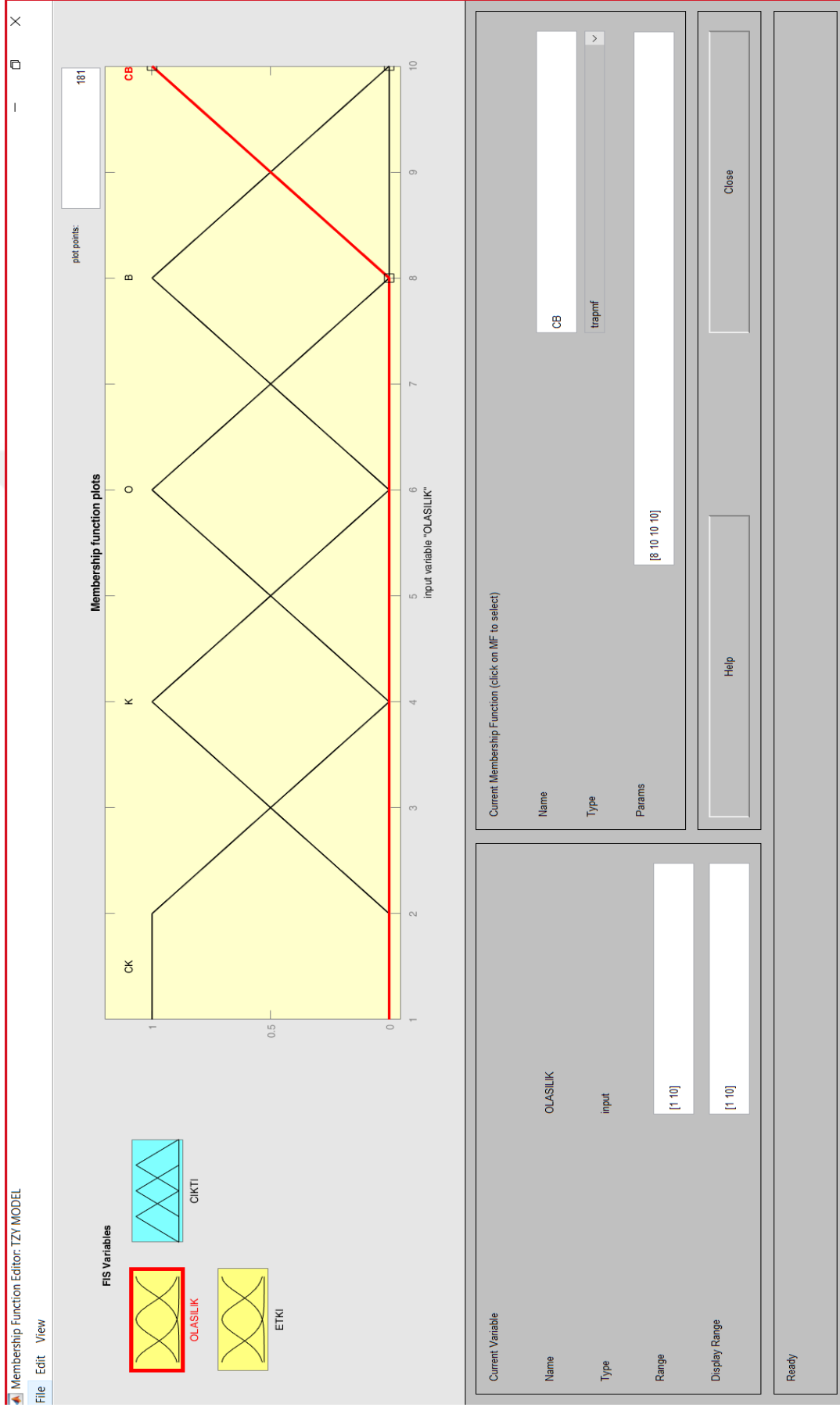
EK-4: Modelin 1.Girdisi Olan Olasılık Değerine Ait 3.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



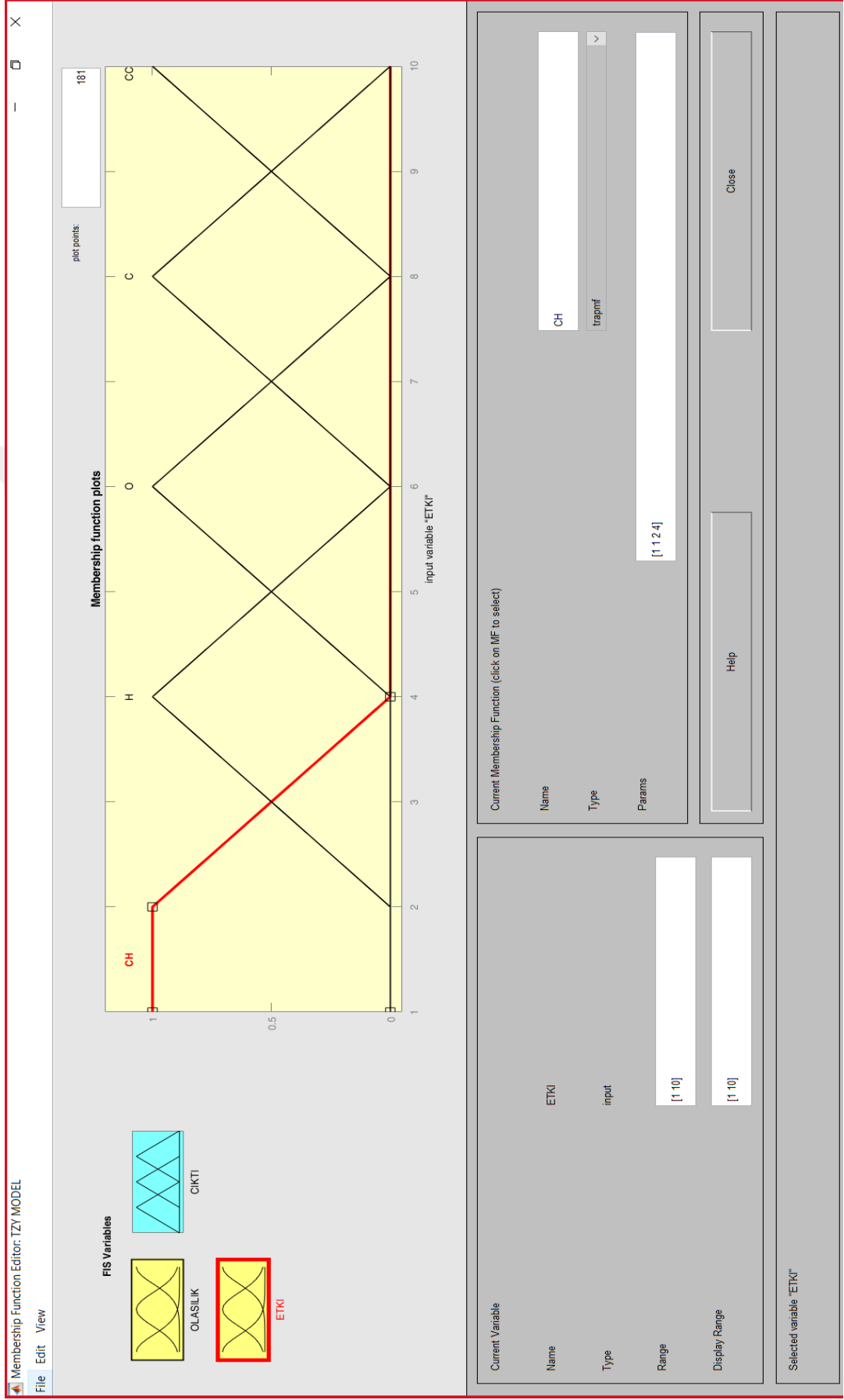
EK-5: Modelin 1.Girdisi Olan Olasılık Değerine Ait 4.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



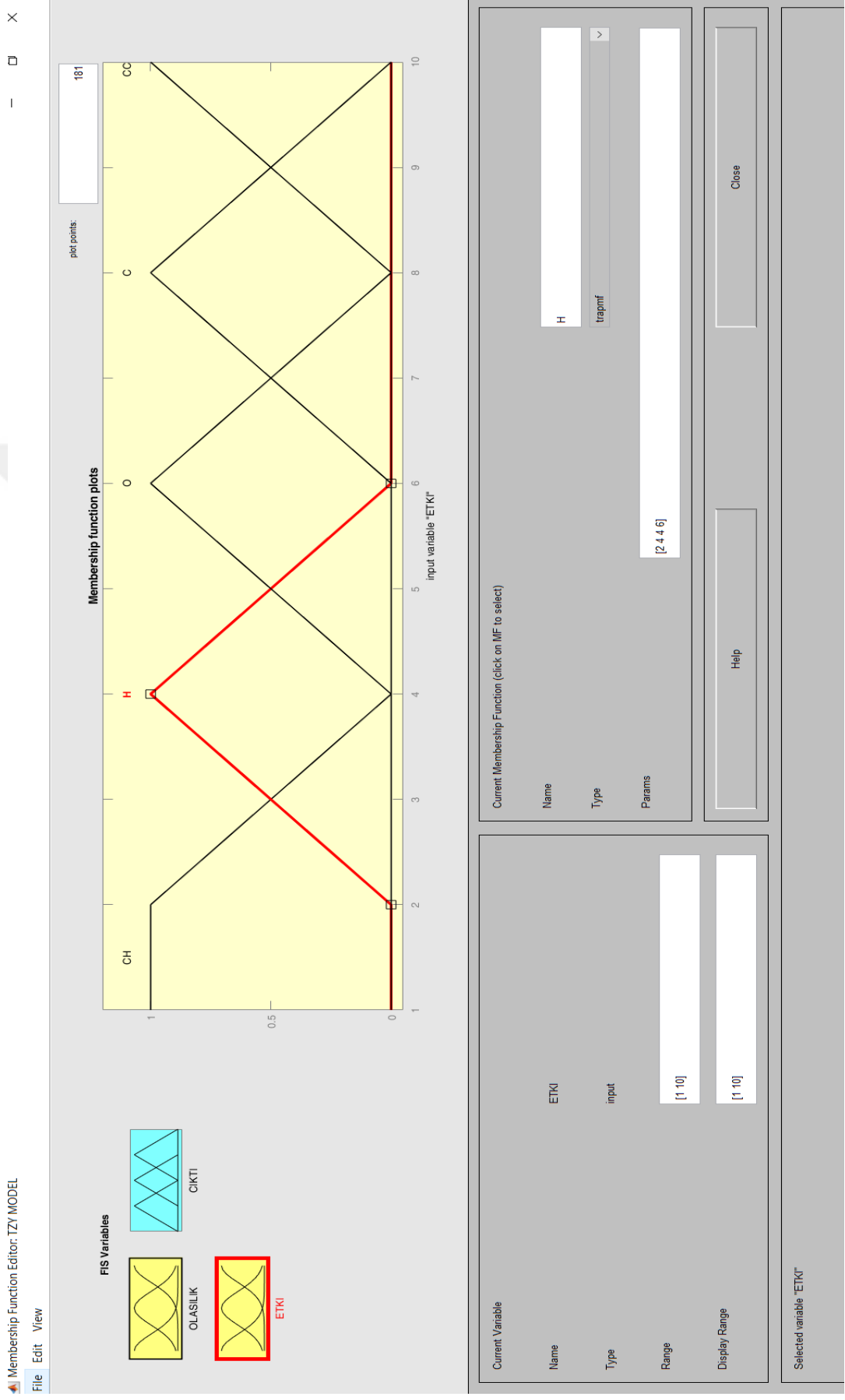
EK-6: Modelin 1.Girdisi Olan Olasılık Değerine Ait 5.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



EK-7: Modelin 2.Girdisi Olan Etki değerine Ait 1.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



EK-8: Modelin 2.Girdisi Olan Etki Değerine Ait 2.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



EK-9: Modelin 2.Girdisi Olan Etki Değerine Ait 3.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması

File

Edit

View

Membership Function Editor: TZY MODEL

181

FIS Variables

OLASILIK

CIKTI

ETKI

Membership function plots

CH

H

C

CC

Input variable 'ETKI'

0

0.5

1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

plot points:

181

Current Variable

ETKI

input

[1 10]

[1 10]

Current Membership Function (click on MF to select)

0

trapmf

[4 6 8]

Help

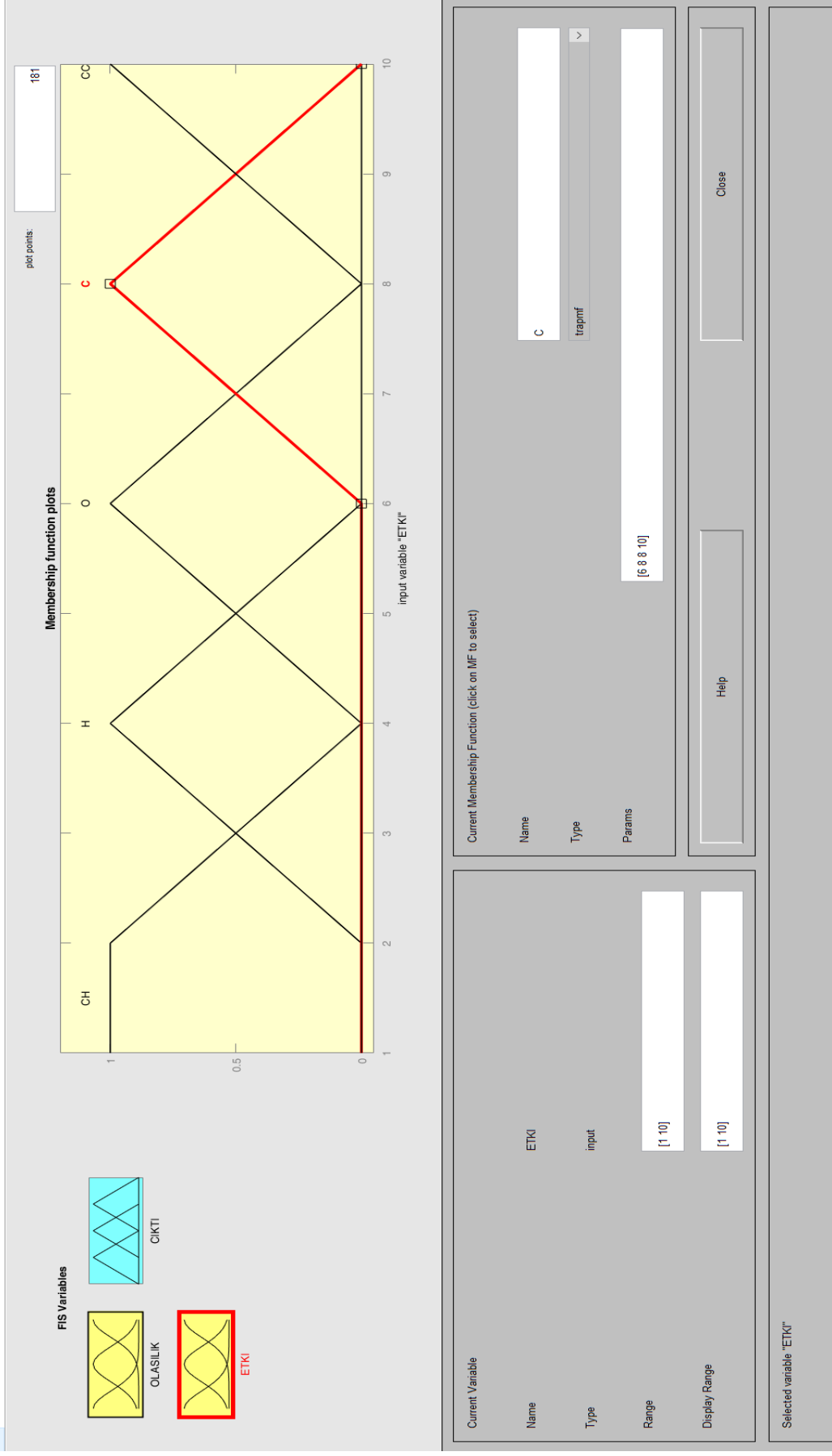
Close

Selected variable 'ETKI'

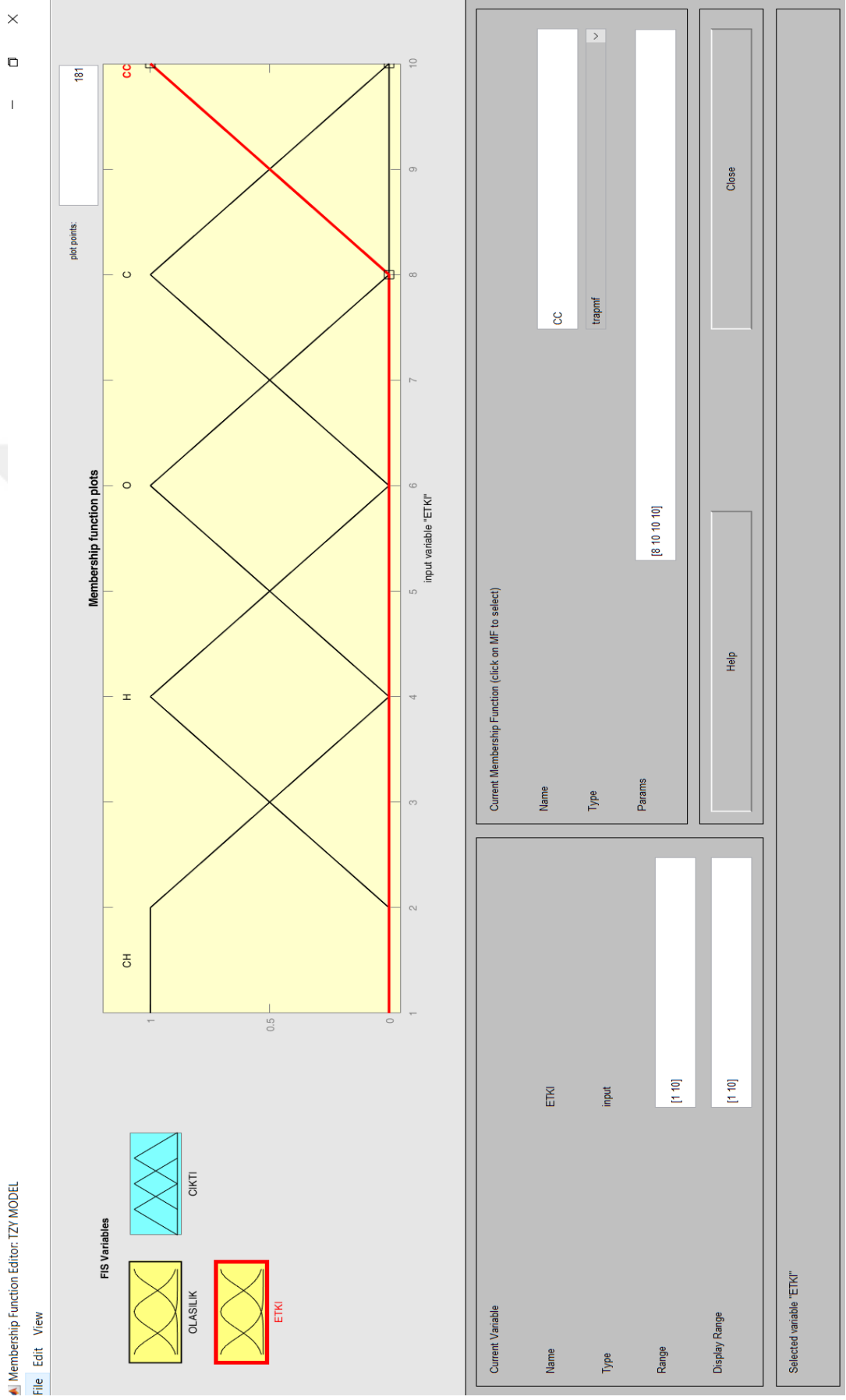
EK-10: Modelin 2.Girdisi Olan Etki Değerine Ait 4.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması

Membership Function Editor: TZY MODEL

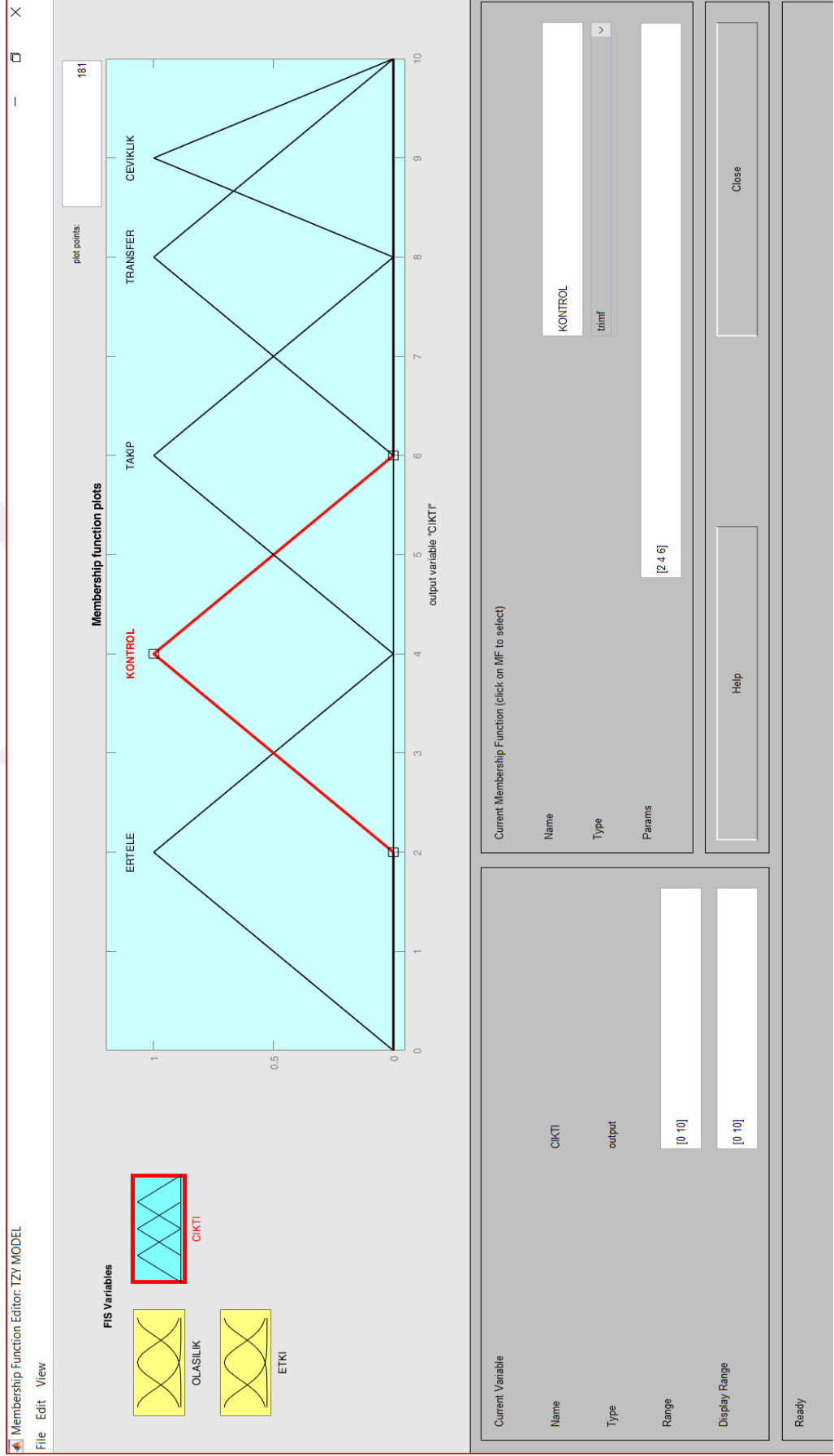
File Edit View



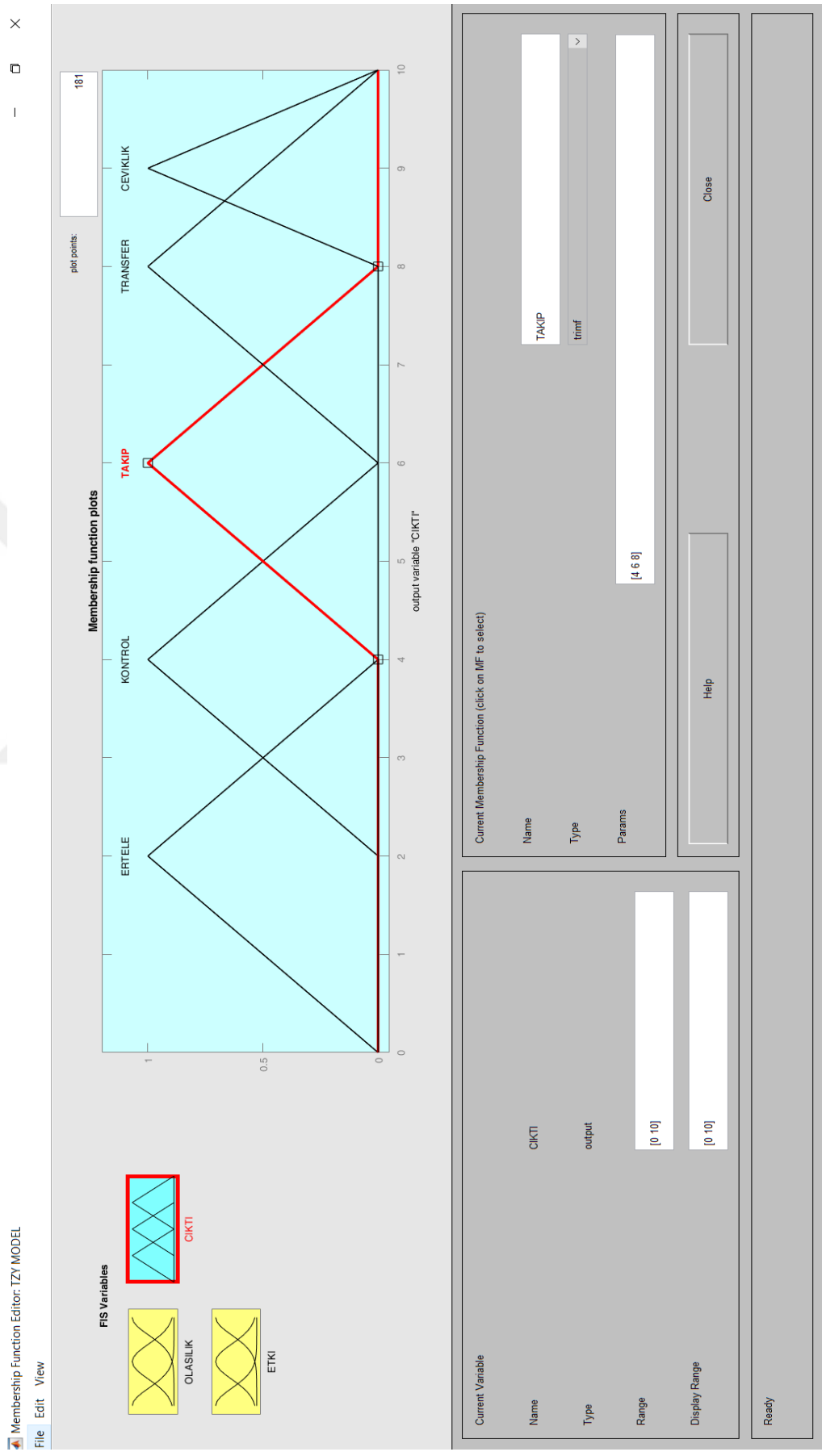
EK-11: Modelin 2.Girdisi Olan Etki Değerine Ait 5.Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



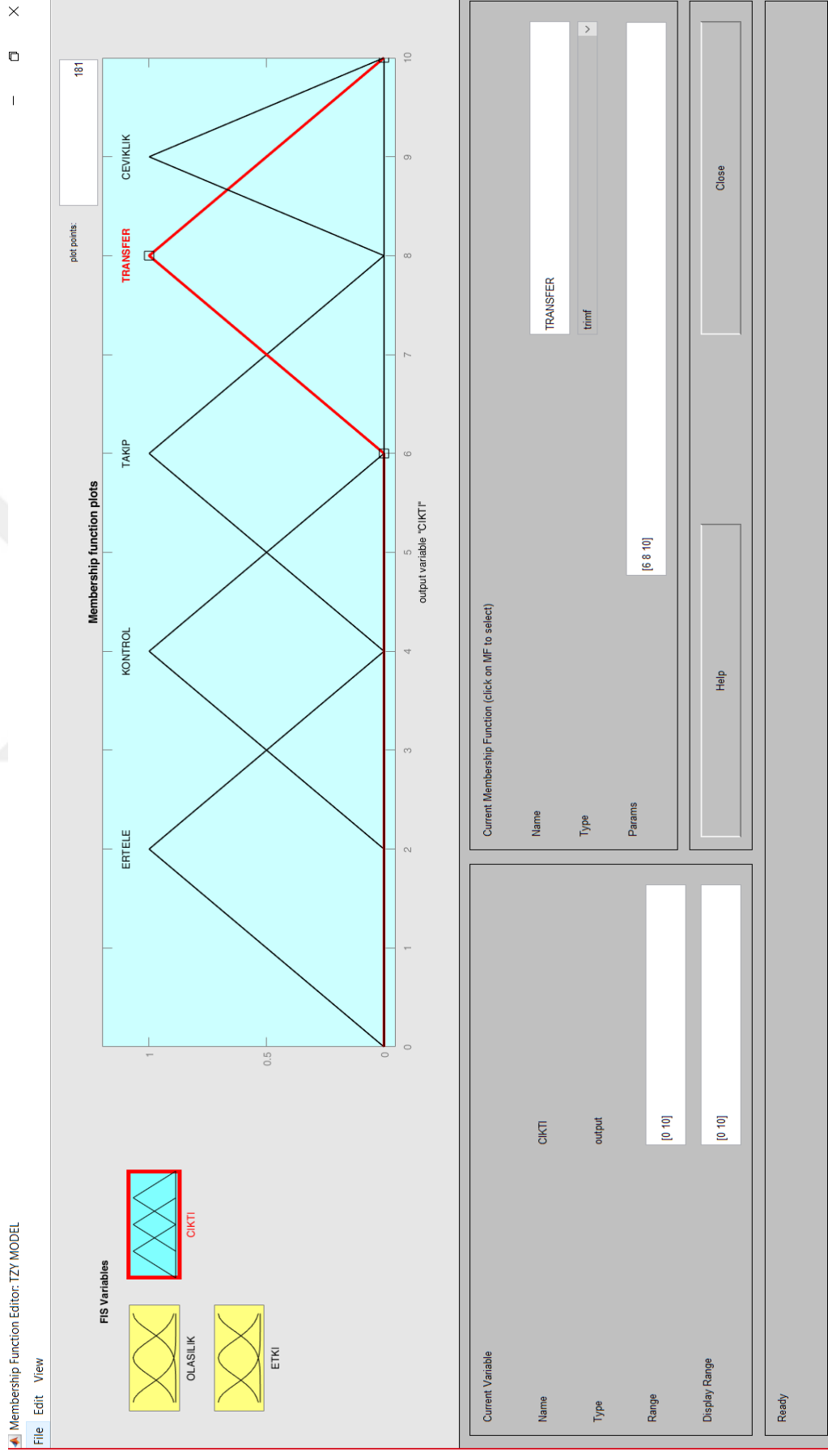
EK-12: Modelin Çıktısı Olan Tedarik Zincirlerindeki Kırımlara Karşı Uygulanacak Kontrol Stratejisine Ait Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



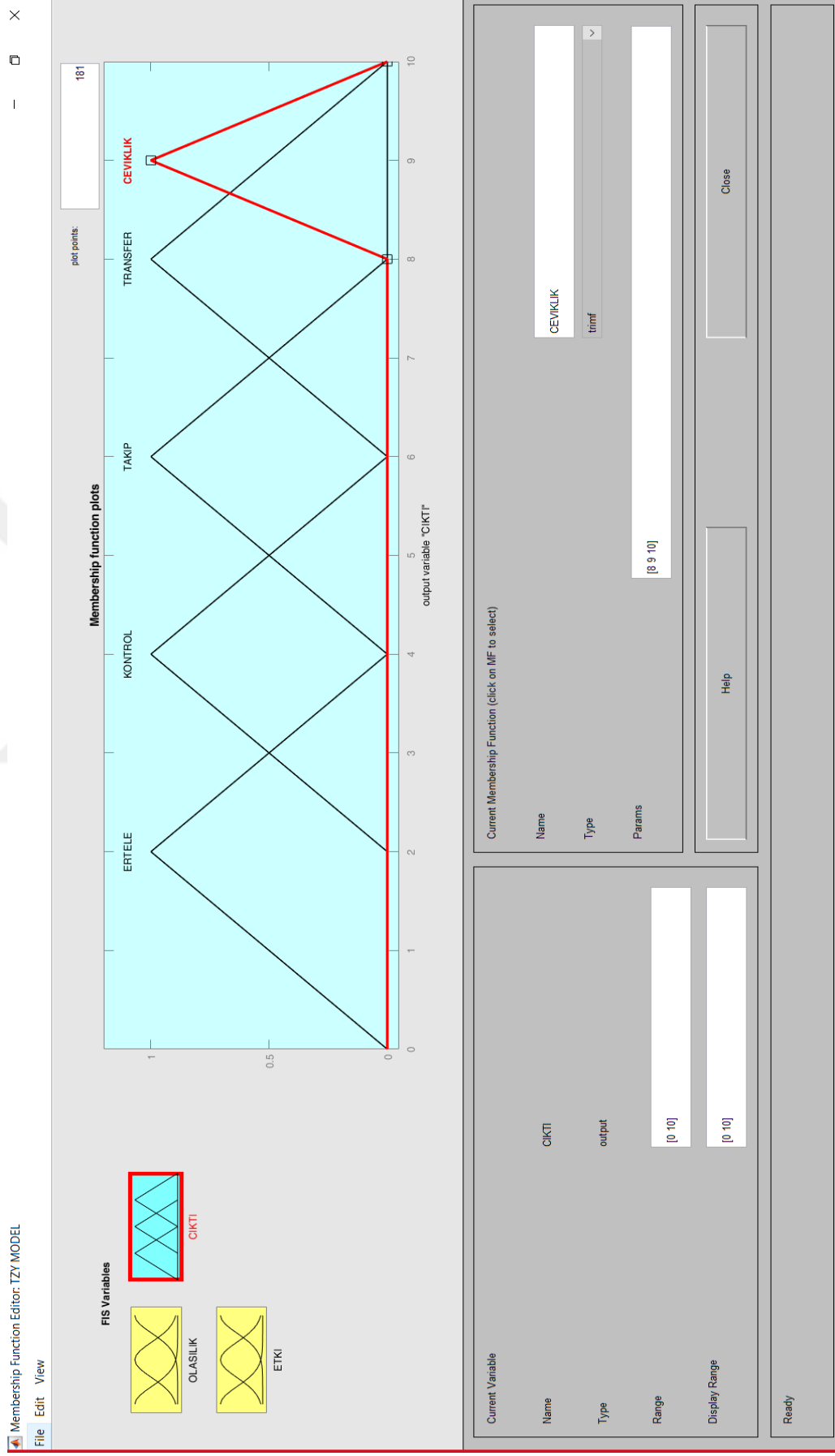
EK-13: Modelin Çıktısı Olan Tedarik Zincirlerindeki Kırılmalara Karşı Uygulanacak Takip Stratejisine Ait Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



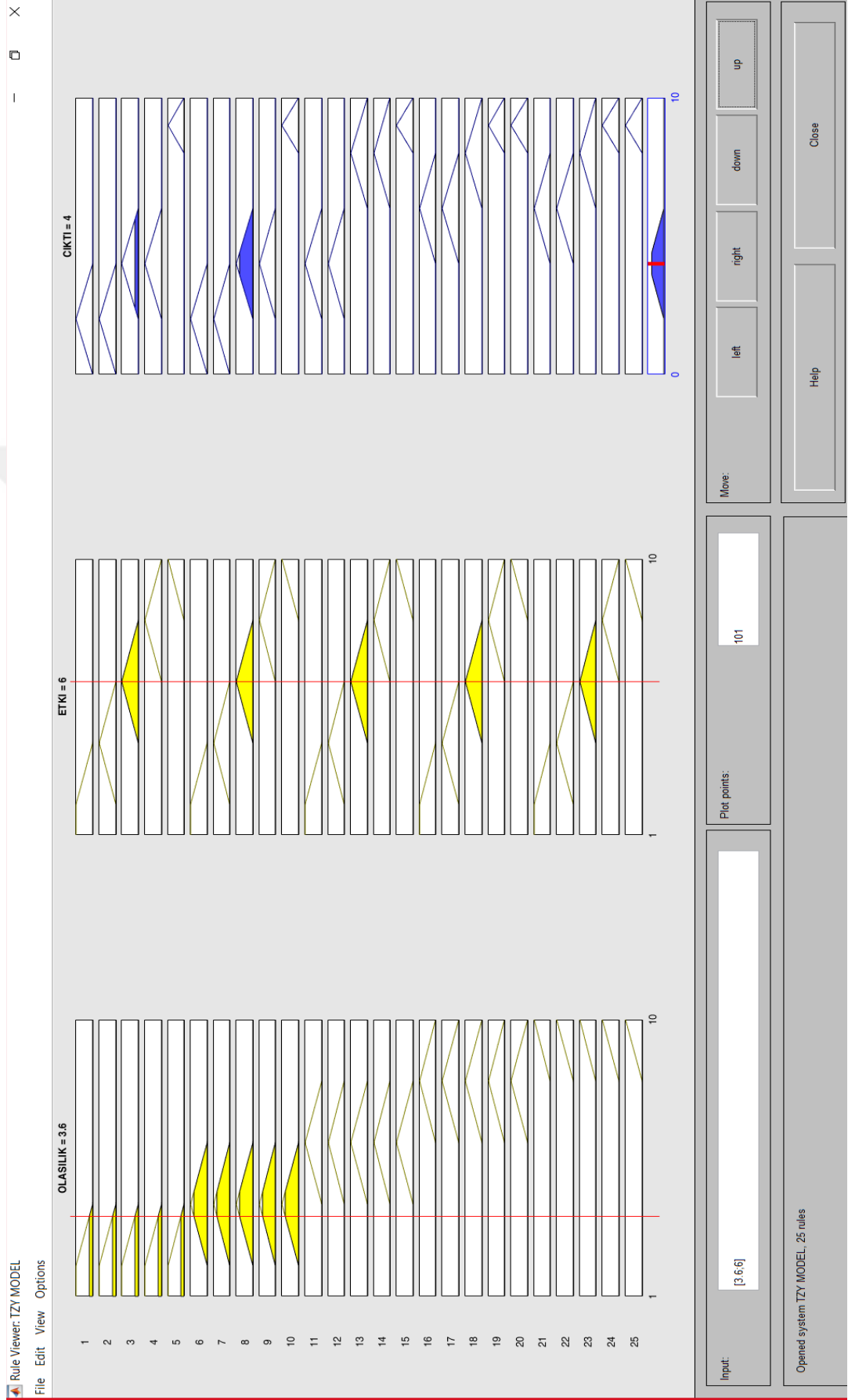
EK-14: Modelin Çıktısı Olan Tedarik Zincirlerindeki Kırılmalara Karşı Uygulanacak Transfer Stratejisine Ait Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



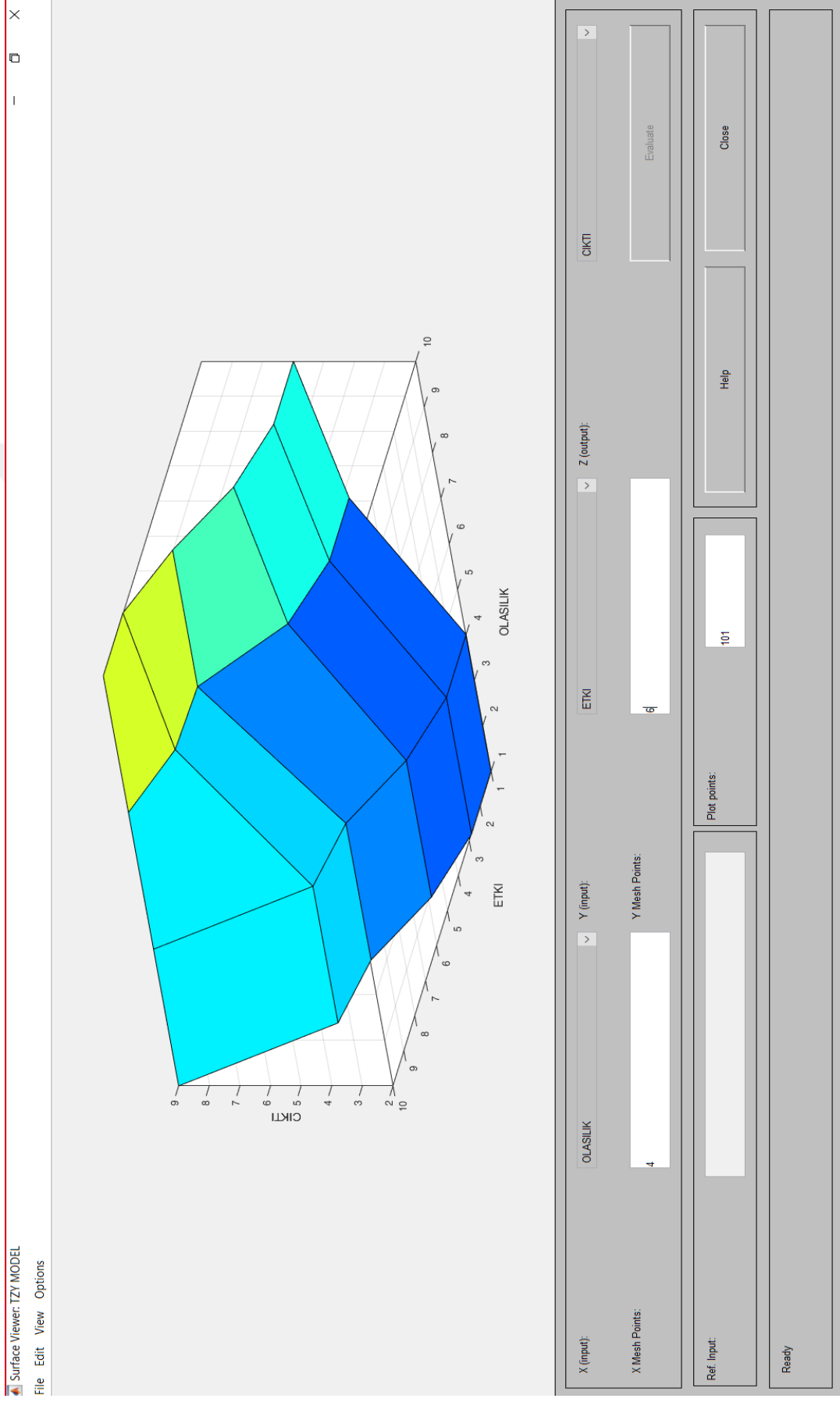
EK-15: Modelin Çıktısı Olan Tedarik Zincirlerindeki Kırılmalara Karşı Uygulanacak Çeviklik Stratejisine Ait Aralığın Üyelik Fonksiyonunda Tanımlanması



EK-16: Bilgi Teknolojileri Araçlarından Mahrumiyet Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



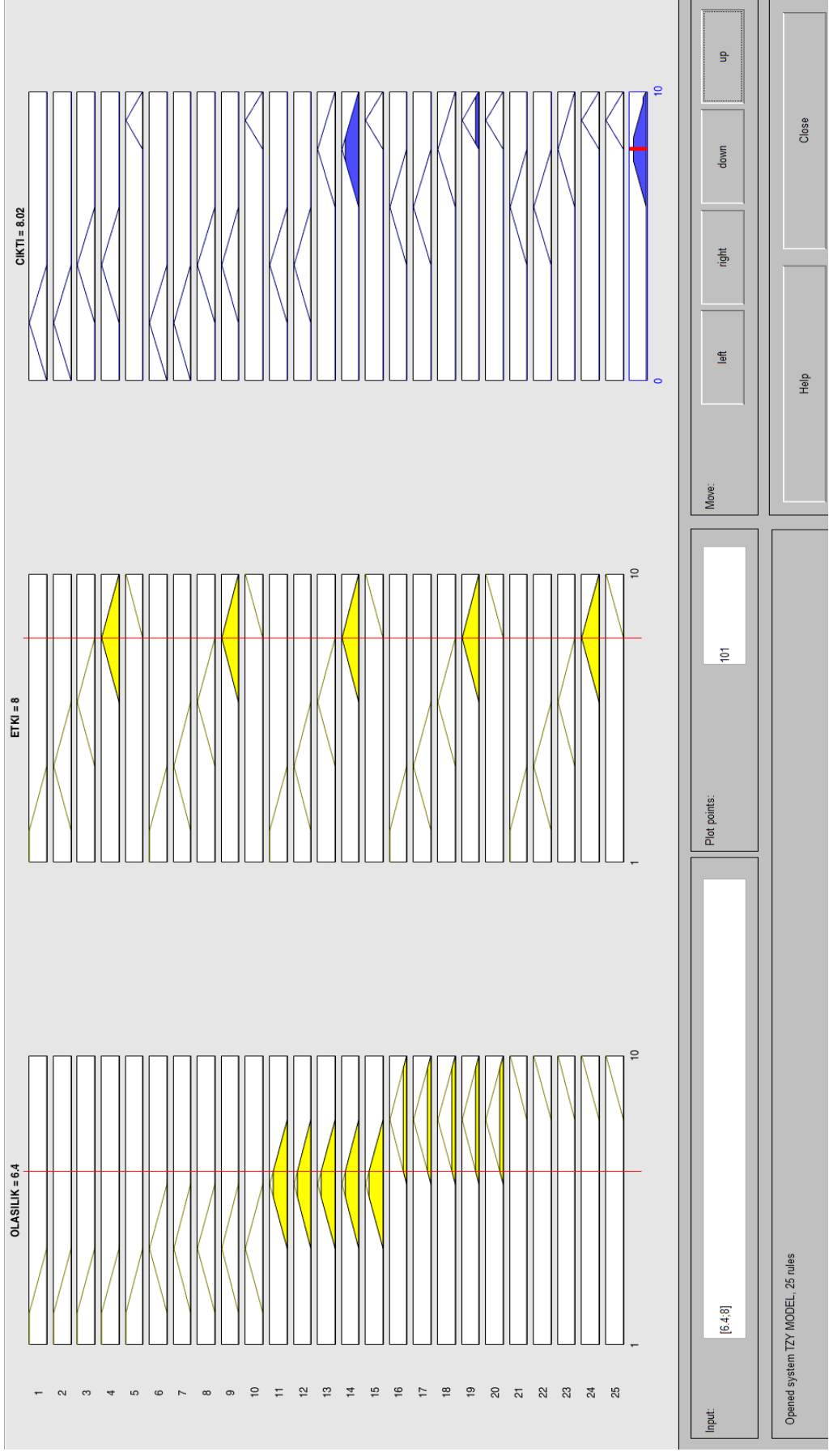
Ek-17: Bilgi Teknolojileri Araçlarından Mahrumiyet Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi



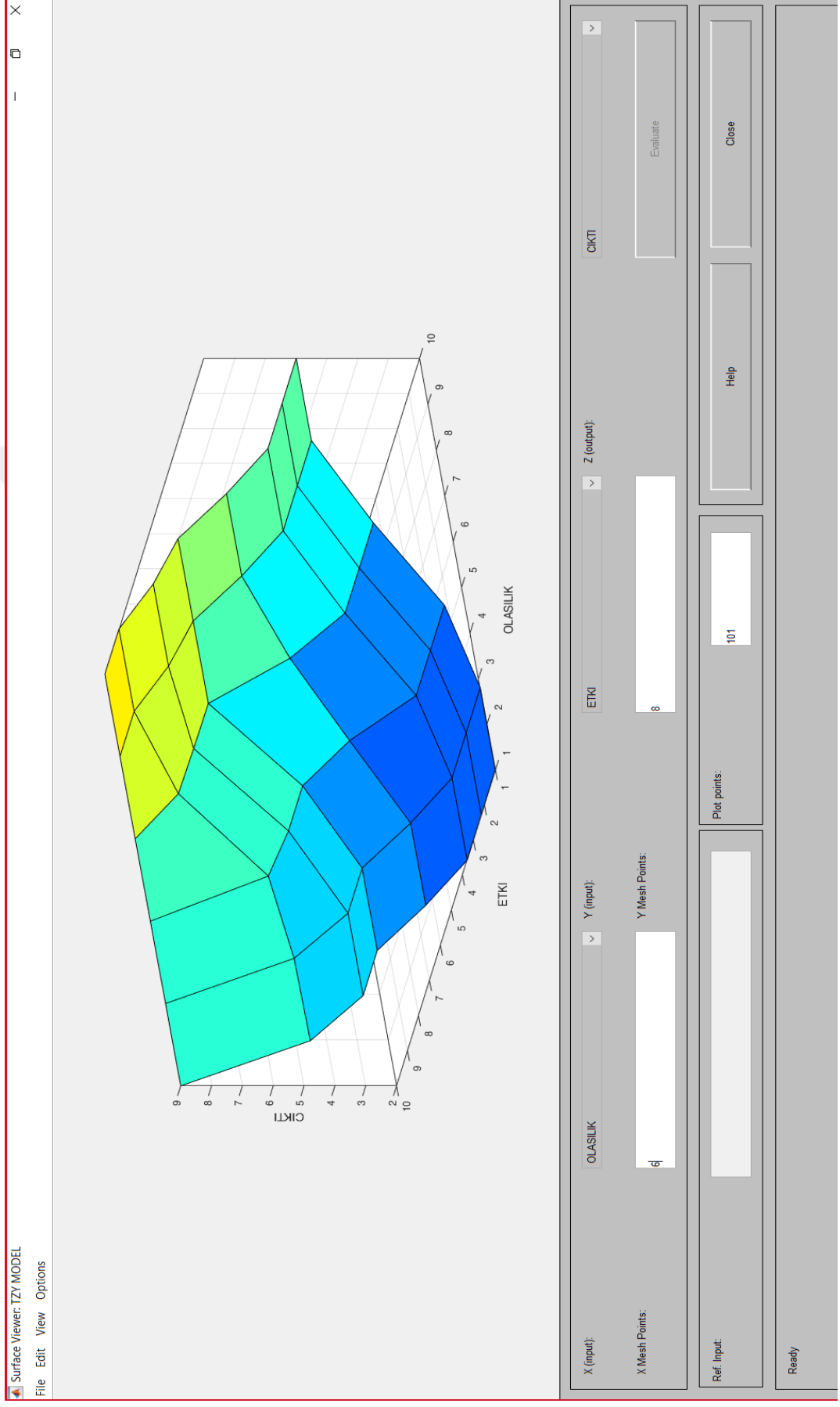
Ek-18: Bütçe Gücünün Yetersizliği Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri

Rule Viewer: TZY MODEL

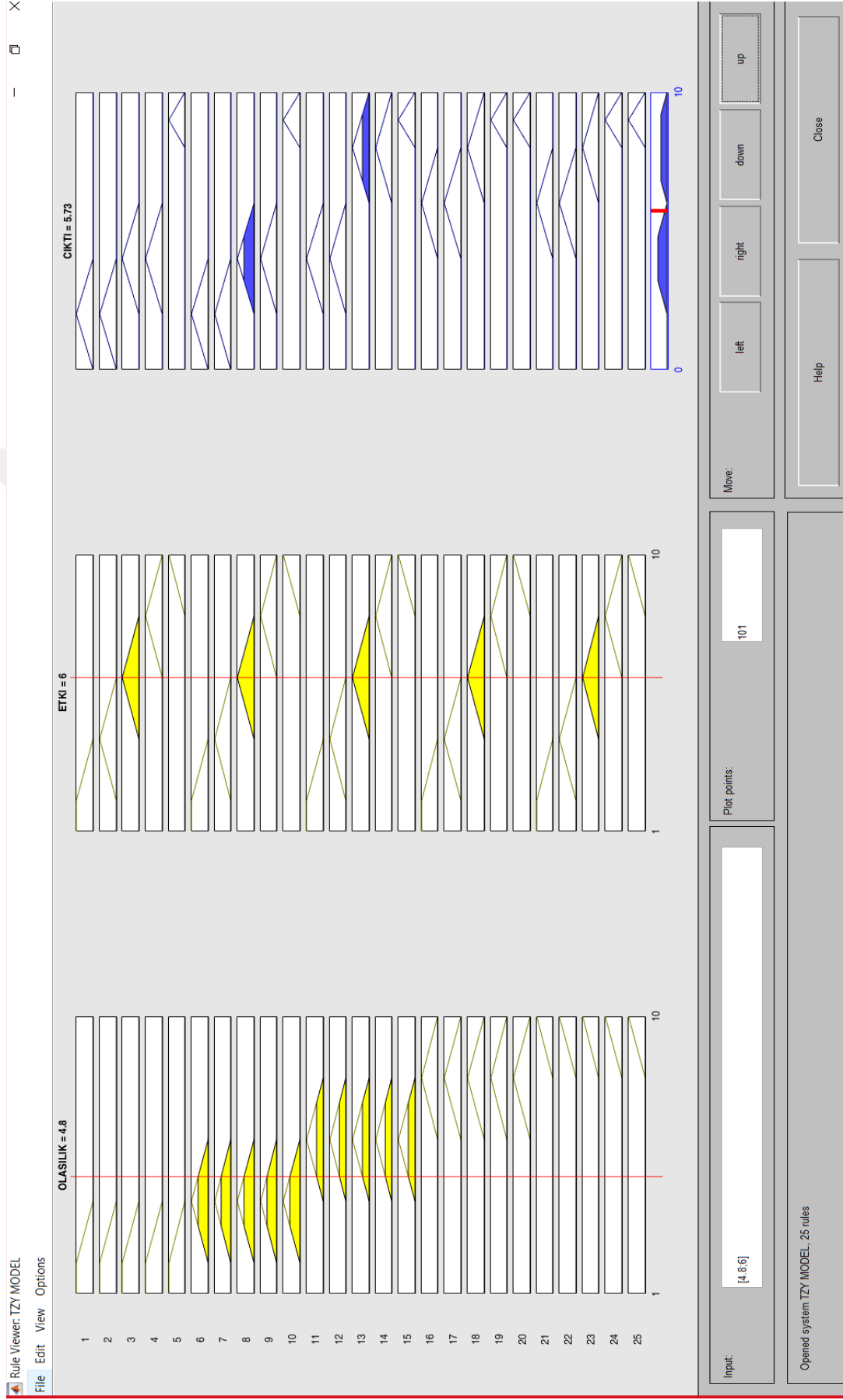
File Edit View Options



Ek-19: Bütçe Gücünün Yetersizliği Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi

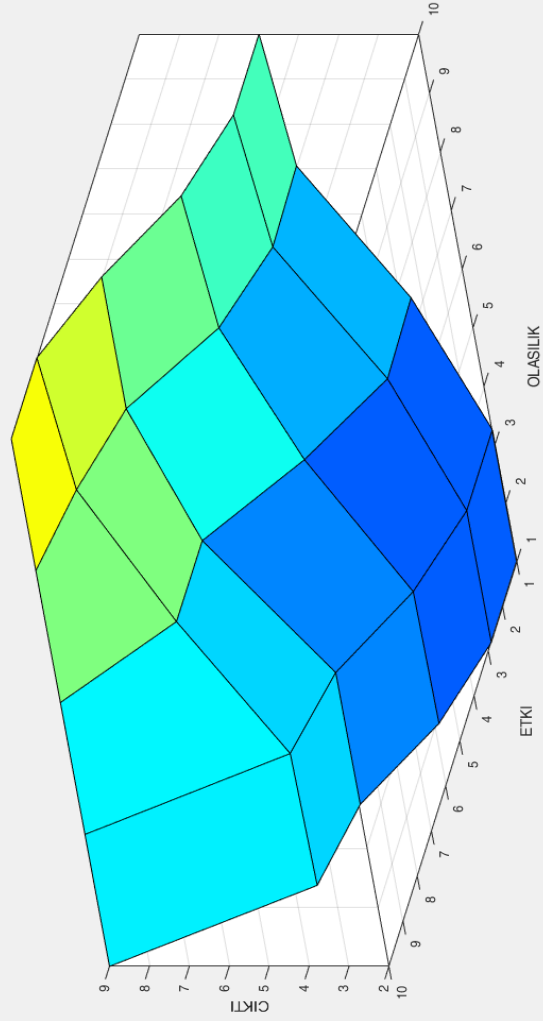


Ek-20: Taraflar Arasında Bağlayıcı Sözleşmelerin Yapılması Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



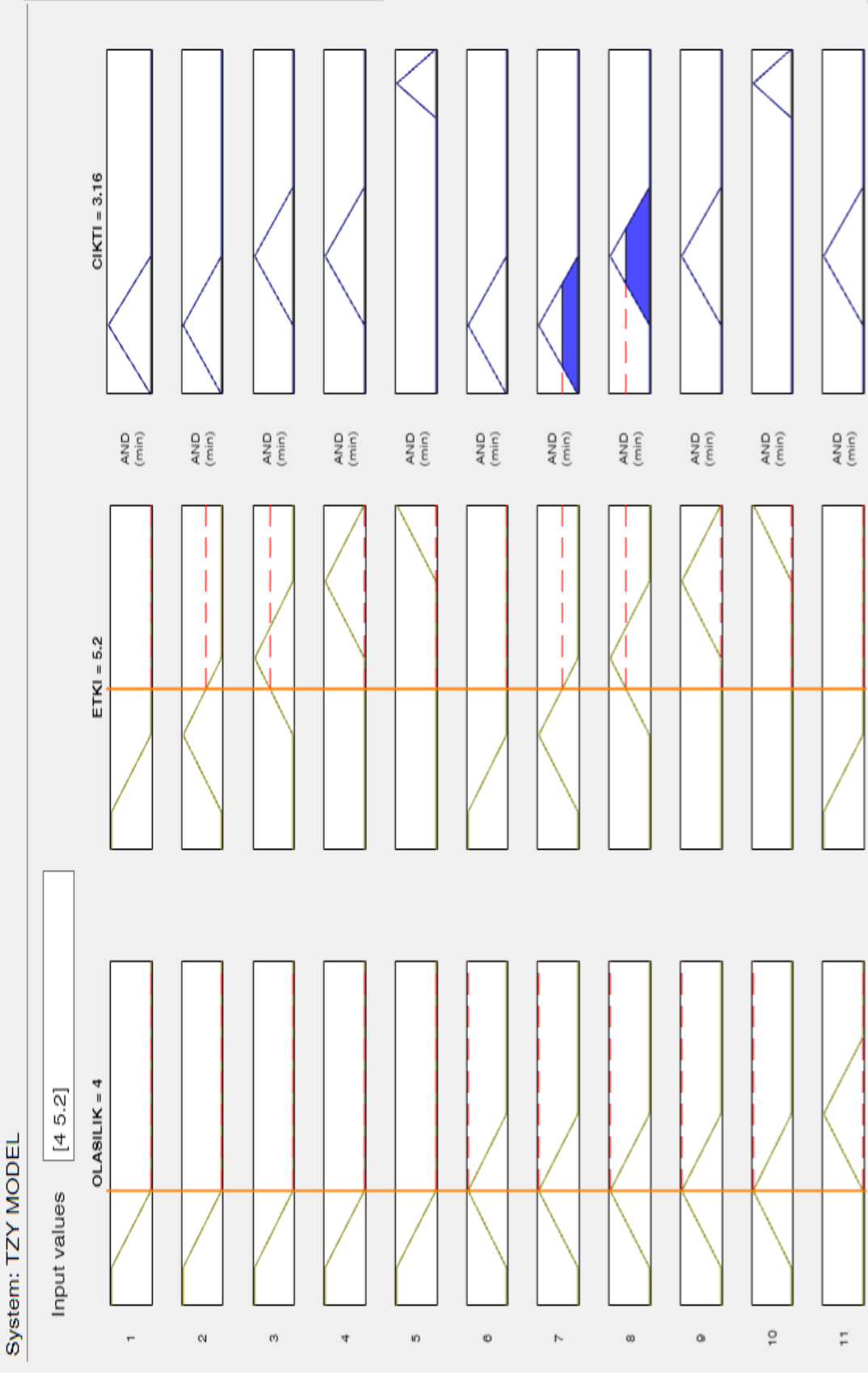
Ek-21: Taraflar Arasında Bağlayıcı Sözleşmelerin Yapılması Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi

Surface Viewer: TZY MODEL
File Edit View Options

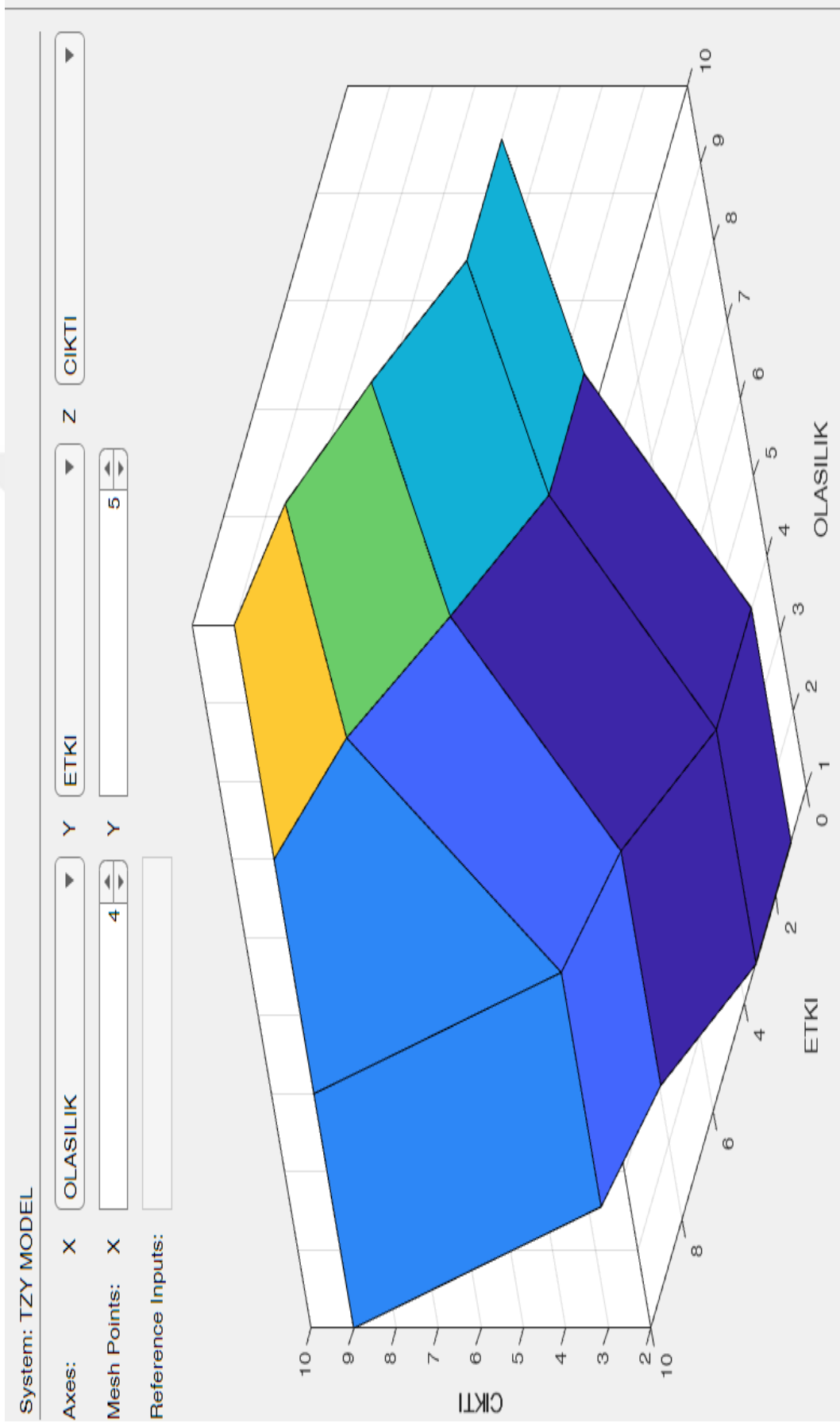


X (input):	OLASILIK	Y (input):	ETKİ	Z (output):	ÇIKTI
X Mesh Points:	5	Y Mesh Points:	6	Evaluate	
Ref. Input:	Plot points:		101	Close	
Ready					

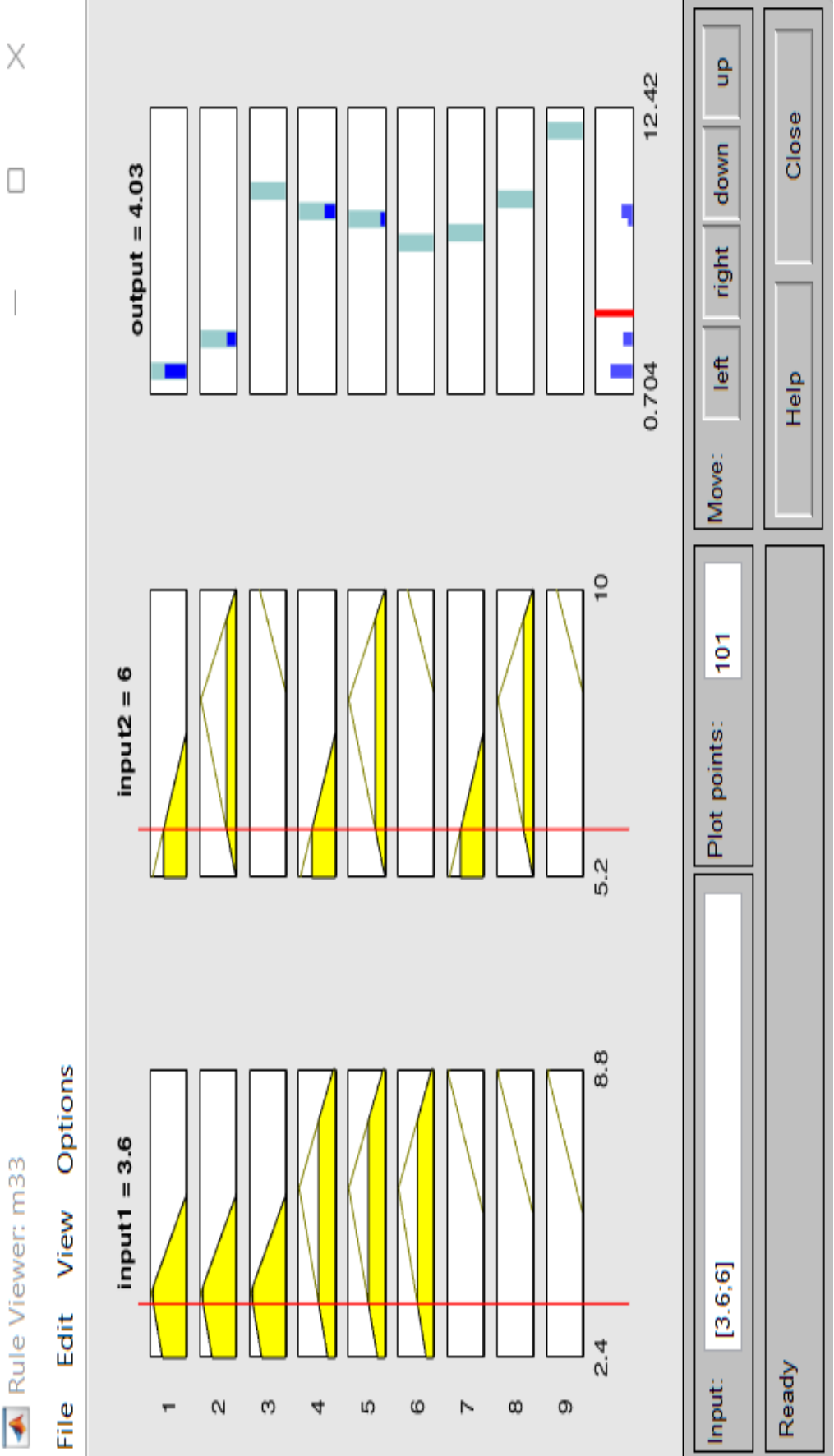
Ek-22: İşletme Maaş Politikalarından Doğan Memnuniyetsizlik Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



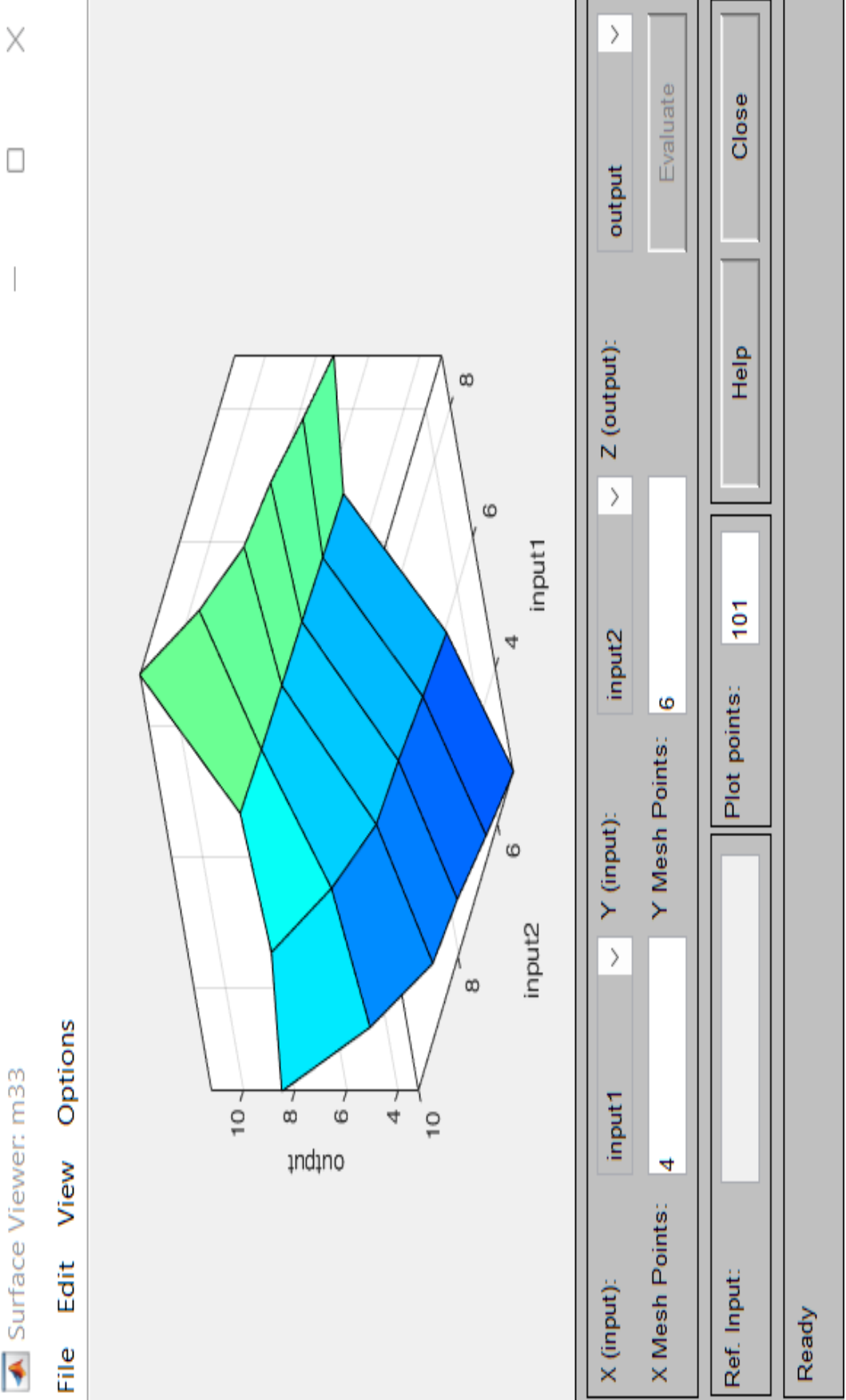
Ek-23: İşletme Maaş Politikalarından Doğan Memnuniyetsizlik Riskinin İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi



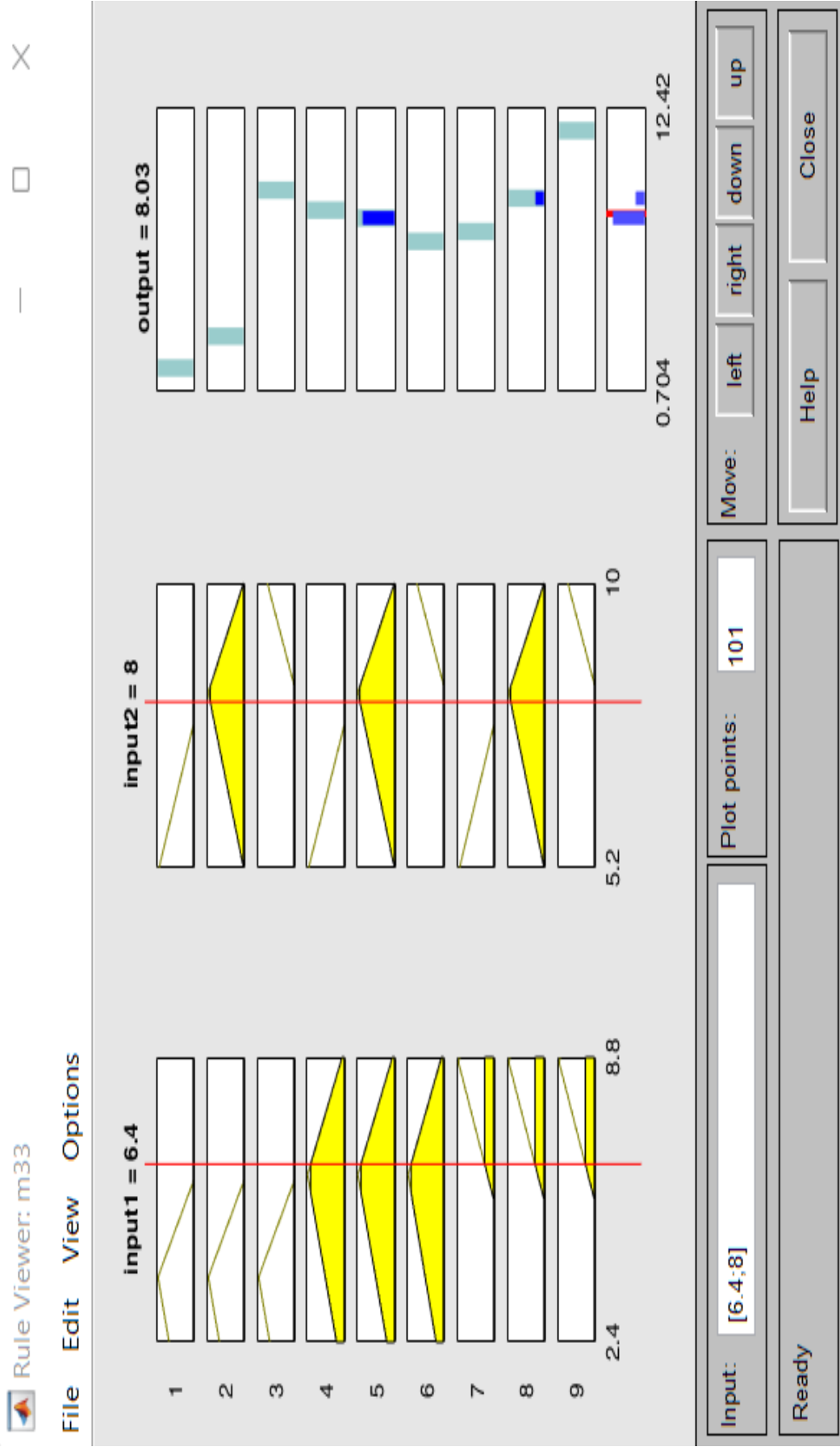
Ek-24: Bilgi Teknoloji Araçlarından Mahrumiyet Riskinin Anfis Yönteminde İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



Ek-25: Bilgi Teknoloji Araçlarından Mahrumiyet Riskinin Anfis Yönteminde İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi



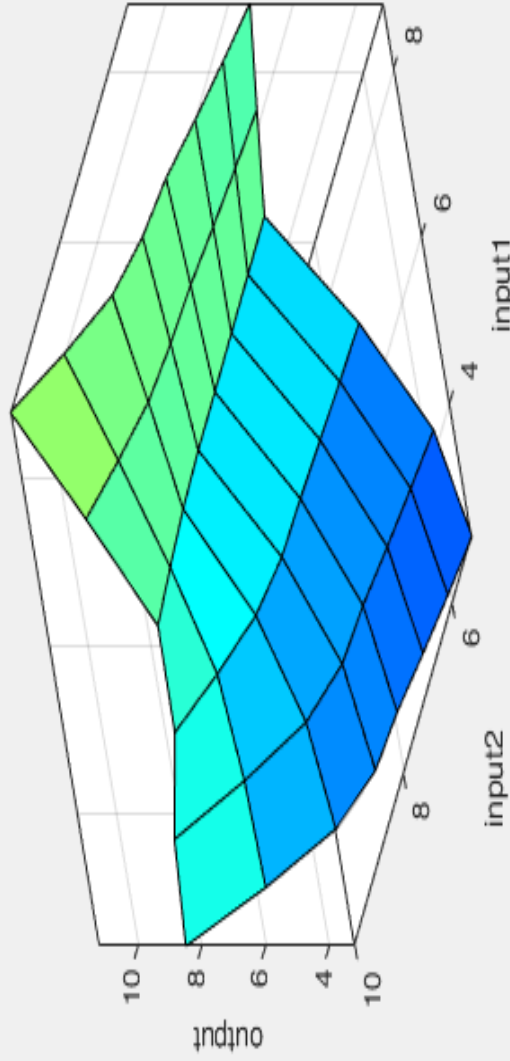
Ek-26: Bütçe Gücünün Yetersizliği Riskinin Anfis Yönteminde İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri



Ek-27: Bütçe Gücünün Yetersizliği Riskinin Anfıs Yönteminde İşletmeler Bazlı Ortalama Girdi ve Çıktı Değerleri Yüzeyi



File Edit View Options

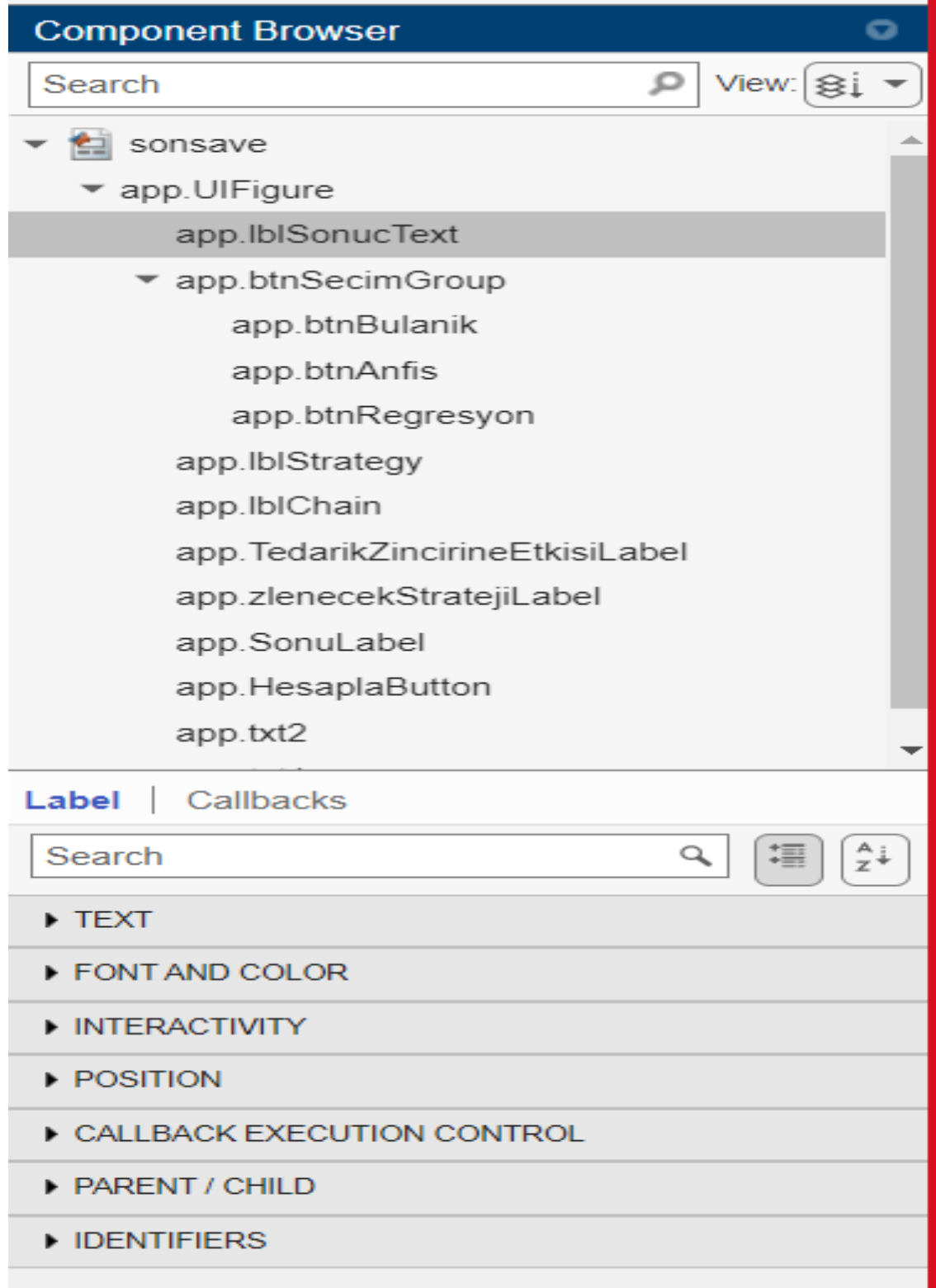


X (input):	input1	Y (input):	input2	Z (output):	output
X Mesh Points:	6	Y Mesh Points:	8	Evaluate	

Ref. Input:		Plot points:	101	Help	Close
-------------	--	--------------	-----	------	-------

Ready

EK-28: Bulanık Mantık, Anfis ve Regresyon Yöntemi Kullanıcı Arayüz Tasarımı İçin Geliştirilen App Designer Toolbox Tanımlamaları



EK-29: Bulanık Mantık, Anfis ve Regresyon Yöntemi Kullanıcı Arayüz Tasarımı İçin Geliştirilen Kodlama Satırları

```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)

% Button pushed function: HesaplaButton
function HesaplaButtonPushed(app, event)
    num1 = app.txt1.Value;
    num2 = app.txt2.Value;
    if (app.secimGrupButton==1)
        cd('C:\Users\murat.karabulut\Desktop\DOKTORA\DOKTORA
TEZ\2.TİK\UYGULAMA\MATLAB\13.11.2022 MATLAB')
        fis = readfis("TZY MODEL.fis");
        output = evalfis([num1 num2], fis);
        output=round(output,1);
    %
        app.lblSonucText.Text=num2str(round(output));
    if (output <= 3.0)
        app.lblStrategy.Text = 'Ertele stratejisini uygula';
        app.lblChain.Text='Tedarik zinciri kırılmaz.';
    elseif (output > 3) && (output <8)
        x=3.01:0.05:7.8;
        output=(100/(max(x)-min(x)))*(output-min(x));
    %
        app.lblSonucText.Text=num2str(output);
        app.lblChain.Text=sprintf('Tedarik zinciri yüzde %0.2f kırılır.',output);
    if (output >= 77 && output <= 95 )
        app.lblStrategy.Text = 'Transfer stratejisini uygula';
    elseif (output >= 30 && output <= 76 )
        app.lblStrategy.Text = 'Takip stratejisini uygula';
    elseif (output >= 1 && output <= 29 )
        app.lblStrategy.Text = 'Kontrol stratejisini uygula';
    elseif (output >=100)
        app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
        app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
    end
    else
        app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
        app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
    end
    elseif (app.secimGrupButton == 2)
        cd('C:\Users\murat.karabulut\Desktop\DOKTORA\DOKTORA
TEZ\2.TİK\UYGULAMA\MATLAB\13.11.2022 MATLAB')
        fis = readfis("m33.fis");
        output = evalfis([num1 num2], fis);
        output=round(output,1);
    %
        app.lblSonucText.Text=num2str(round(output));
    if (output <= 3.0)
        app.lblStrategy.Text = 'Ertele stratejisini uygula';
        app.lblChain.Text='Tedarik zinciri kırılmaz.';
    elseif (output > 3) && (output <8)
        x=3.01:0.05:7.80;
        output=(100/(max(x)-min(x)))*(output-min(x));
    %
        app.lblSonucText.Text=num2str(output);
        app.lblChain.Text=sprintf('Tedarik zinciri yüzde %0.2f kırılır.',output);
    if (output >= 77 && output <= 95 )
        app.lblStrategy.Text = 'Transfer stratejisini uygula';
    elseif (output >= 30 && output <= 76 )
        app.lblStrategy.Text = 'Takip stratejisini uygula';
```

```

elseif (output >= 1 && output <= 29 )
    app.lblStrategy.Text = 'Kontrol stratejisini uygula';
elseif (output >=100)
    app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
    app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
end
else
    app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
    app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
end
else (app.secimGrupButton==3)
    R.OLASILIKORTALAMASI=num1;
    R.ETK_ORTALAMASI=num2;
    RT = struct2table(R);
    load('neuralnetwork.mat');
    output=murat.predictFcn(RT);
    output = double(output);
if (output <= 3.0)
    app.lblStrategy.Text = 'Ertele stratejisini uygula';
    app.lblChain.Text='Tedarik zinciri kırılmaz.';
elseif (output > 3) && (output <8)
    x=3.01:0.05:7.80;
    output=(100/(max(x)-min(x)))*(output-min(x));
    app.lblSonucText.Text=num2str(output);
    app.lblChain.Text=sprintf('Tedarik zinciri yüzde %0.2f kırılır.',output);
if (output >= 77 && output <= 95 )
    app.lblStrategy.Text = 'Transfer stratejisini uygula';
elseif (output >= 30 && output <= 76 )
    app.lblStrategy.Text = 'Takip stratejisini uygula';
elseif (output >= 1 && output <= 29 )
    app.lblStrategy.Text = 'Kontrol stratejisini uygula';
elseif (output >=100)
    app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
    app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
end
else
    app.lblStrategy.Text = 'Çeviklik stratejisini uygula';
    app.lblChain.Text='Tedarik zinciri %100 kırılır.';
end
end
end

% Selection changed function: btnSecimGroup
function btnSecimGroupSelectionChanged(app, event)

    selectedValue = app.btnSecimGroup.SelectedObject;
    selectedValue1 = app.btnSecimGroup.SelectedObject;
    if strcmp(selectedValue.Text, 'Bulanık Mantık')
        app.secimGrupButton=1;
    elseif strcmp(selectedValue1.Text, 'Anfis')
        app.secimGrupButton=2;
    else
        app.secimGrupButton=3;
    end

end

end
end

```