

## LASTİK SEKTÖRÜNDE KARAR ANALİZİ UYGULAMASI

**Burcu ÖZCAN<sup>1,a</sup>, Furkan KÜLAHLI<sup>1,b</sup>**

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

<sup>a</sup>burcu.ozcan@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0820-4238

<sup>b</sup>ffurkankulahli@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7032-3129

### ÖZET

Gün geçtikçe karmaşık hale gelen teknolojik gelişmeler, zorluk seviyesi artmakta olan mühendislik problemlere çözüm aramak zorunda bırakmaktadır. Bu çalışmada, Kocaeli’nde faaliyet gösteren bir lastik firmasının kalite departmanı bünyesindeki garanti süreci kapsamında arızalı lastik inceleme sürecinin karar analizi yöntemleri ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. POM-QM paket programı yardımıyla belirsizlik altında karar verme, risk altında karar verme ve karar ağacı yöntemleri uygulanmış ayrıca inceleme yeri alternatifleri maliyetler bakımından irdelenmiştir. Mevcut iki inceleme yeri arasından birinin tercih edilmesi gerektiği varsayımı üzerinden firmanın bu süreci, mercek altına alınmıştır. Maliyetleri azaltma düşüncesi ile bu süreç hakkında fikir sahibi olmak hedeflenmiştir. Bu kapsamda problem üzerinde iyimserlik, kötümserlik, pişmanlık, eş olasılık, beklenen değer, beklenen fırsat kaybı, en olası olay, hedeflenen seviye ölçütleri, karar ağacı tekniği uygulanmış ve en iyi seçenek belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karar Analizi, Belirsiz Altında Karar, Risk Altında Karar, Karar Ağacı

### ABSTRACT

Technological developments, which are getting more complicated day by day, have to find solutions to increasingly difficult engineering problems. In this study, it is aimed to analyze the defective tire inspection process by decision analysis methods within the scope of the warranty process within the quality department of a tire company operating in Kocaeli. With the help of the POM-QM package program, decision making under uncertainty, decision making at risk and decision tree methods were applied, and the examination site alternatives were examined in terms of costs. Based on the assumption that one of the two available investigation locations should be preferred, this process of the company is scrutinized. It is aimed to have an idea about this process with the idea of reducing costs. In this context, optimism, regret, pessimism, contingency, expected value, expected opportunity loss, most probable event, targeted level criteria and decision tree technique were applied on the problem and trying to determine the best option.

**Keywords:** Decision Analysis, Decision making, Risk, Uncertainty, Decision tree

## GİRİŞ

Satış sonrası hizmetler, müşterinin firmaya olan güvenini ve sadakatini belirleyen önemli faktörlerden birisidir. Günümüzde artan rekabet ile birlikte satış sonrası hizmetlerin üretim ve satış süreçlerinden sonra tamamlayıcı bir süreç olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ürünlerin satış sonrası hizmetleri ve garanti süreleri, kalitesi ve fiyatı kadar önemli iki etmendir. Çağımızın bilgi ve teknoloji sahibi firmaları arasındaki niteliksel farkların giderek azalması, müşterilerin tercihleri ile birlikte müşteriye firmaya olan sadakatini sağlanmasını da zorlaştırmıştır. Bu sebeple uygun fiyat ve kalitedeki ürünlerin pazara sunulması yeterli gelmemektedir. Bununla birlikte müşterinin gözünde ürün değerini ve güvenini arttıracak satış sonrası hizmetlerin ve uygun garanti sürelerinin sunulması gerekmektedir [1-2].

Bu günlerde sosyal ve ekonomik değişimler doğrultusunda tüketici taleplerinin karşılanması yüksek miktarda öneme sahiptir. Bu değişim doğrultusunda otomotiv sektörü de aynı süratte değişmektedir [3]. Aynı şekilde lastik sektöründe de bu değişim kendini göstermektedir. Tüketicilerde ürünlerin teknolojileri geliştikçe, satış sonrası hizmetler konusunda daha kaliteli hizmet talep etmektedirler. Müşteri davranışlarının değişimi teknolojik gelişmelerle değişimi de hızlıdır [26]. Bu da firmaların bu alanların kalitesini artırma yoluna gitmelerine sebebiyet vermektedir. Satış sonrası hizmetlerdeki bu iyileştirme pazar payı olarak kendini gösterse de bazı maliyet kalemlerini açığa çıkarmaktadır. Müşteri memnuniyetinin sağlanması için çok sayıda kriter bulunmaktadır. Bunlar yenilikçilik, teslimat, esneklik kalite, fiyat, teknik yeteneklilik ve servis hizmetleridir. Bu kriterlerden biri olan servis hizmetleri müşteri memnuniyetinde yüksek oranda etkilediği görülmüştür [29].

Kocaeli’de endüstriyel lastik üretimi yapan bir firmada müşterilerin şikayetleri doğrultusunda lastiklerin garanti kapsamında olup olmadığı belirlenmek üzere arızalı lastikler incelenmektedir. Süreç müşterinin lastiğinde meydana gelen arıza veya deformasyon gibi şikayetlerin yetkili satıcıya veya firmanın müşteri hizmetlerine bildirilmesi ile başlamaktadır. Eğer müşteri tarafından müşteri hizmetleri ile iletişime geçilmişse ve lastiğin incelenmesini gerektiren bir durum söz konusu ise müşteri lastiğini teslim etmek üzere en yakın yetkili satıcıya yönlendirilir ve müşteri, araç ve lastik bilgileri alınarak şikâyet kaydı oluşturulur. Lastiği araç üzerinde incelemek can güvenliği açısından risk oluşturabileceği için lastiğin sökülmiş bir halde yetkili satıcıya teslim edilmesi gerekmektedir. Lastiği teslim alan yetkili satıcı müşteri ve araç bilgileri ile birlikte lastiğin model ve üretim tarihi gibi bilgileri içeren

lastik bilgilerini sisteme kaydederek arızalı lastik formunu oluşturur. Garanti kapsamında inceleme süresi bu işlemin yapılması ile başlamış olmaktadır. İnceleme süresi yasal mevzuatlarla kısıtlandırılmıştır. İnceleme süresinin aşılması durumunda lastiğin incelemesi sonucu lastik hatalı olarak kabul edilir.

Yetkili satıcının lastiği inceleme ve yorum yapma yetkisi bulunmamaktadır. Bu yetkiye sahip kişiler firma tarafından ilgili lastik eğitimlerinden geçirilmiş, bu alanda uzmanlaşmış ve firma tarafından yetkilendirilmiş teknik asistanlardır. Dolayısıyla incelemenin gerçekleştirilmesi için arızalı lastiklerin ve teknik asistanların bir şekilde bir araya gelmesi gerekmektedir. Firmanın Kocaeli’de bulunan fabrikasında arıza merkezi bulunmaktadır. Aynı zamanda firma Türkiye pazarını satış sonrası hizmetler olarak ayrı ayrı bölgelere ayırmıştır. Firma, arıza incelemelerini kalite departmanı bünyesinde çalışan teknik asistanlar ile Kocaeli’de bulunan arıza merkezinde ve Türkiye genelinde bulunan bayilerinde gerçekleştirmektedir. İnceleme yeri fabrikada inceleme ve bölgede inceleme olarak ikiye ayrılmaktadır. Fabrikada inceleme, Kocaeli’de bulunan arıza merkezine gönderilerek; bölgede inceleme ise teknik asistanın yetkili satıcıları ziyaret edilerek gerçekleşir.

Fabrikada veya bölgede inceleme durumu yetkili satıcının arıza adetlerine, bulunduğu bölgeye, arıza çeşidine göre değişmektedir. Örneğin bulunduğu bölgede lastik arıza talebi az kendinde fazla olduğu durumlarda bayinin lastiklerini fabrikaya göndermesi istenebilmektedir. Zira her ne kadar fabrikaya ulaştırma maliyeti söz konusu olacaksa da teknik asistanın arızalı lastiklerin daha yoğun bölgeye öncelik vermesi durumundaki süre ve maliyet verimliliği ile söz konusu maliyet dengelenecektir. Diğer bir durum ise bölgede yapılan inceleme sonucunda teknik asistanın yetkili satıcının lastiği incelemek için gerekli ekipmana sahip olmamasından dolayı lastiği fabrikaya gönderme durumudur. Ayrıca aynı departman mensubu başka bir birimin saha ekiplerinin de gittiği bölgelerde bulunan arızalı lastikleri incelemesi söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlardan dolayı fabrikada veya bölgede inceleme durumu dinamik bir süreçtir. Bu sebepten ötürü süreç içerisinde fabrikada veya bölgede inceleme seçimleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum sürecin dinamikliğine sebep olmakla birlikte sürecin yönetilmesinin de dinamik olmasını gerektirmektedir. Bölgedeki teknik asistanların seyahat rotaları lastik inceleme taleplerine göre güncellenmelidir.

Fabrikada veya bölgede inceleme seçimleri ayrı ayrı maliyetleri içinde barındırmaktadır. Örneğin fabrikada inceleme yapılması durumunda kargo ücretleri ortaya çıkmaktadır. Bölgede inceleme durumlarında ise teknik asistanın bir araca ihtiyaç duyması ile araç ve yakıt masrafları, konaklama masrafları gibi masraf kalemleri oluşmaktadır. Bu çalışma ile fabrika veya bölgede inceleme seçeneklerinden birini seçmemiz gerektiği varsayılacaktır. Firmanın geriye dönük olarak arıza adedi verileri kullanılarak gelecek dönemin tahmini yapılacaktır. Bu tahmin üzerinden seçeneklerden hangisinin hangi bakış açısında seçilmesi gerektiğine dair karar analizi yöntemleri uygulanacaktır. Bu yöntemler uygulanırken POM-QM paket programından yardım alınacaktır. Çalışmanın amacı bir karar vermek değil, 2 seçenekten birine karar vermemizin gerektiği varsayımı üzerinden seçeneklerin maliyetleri hakkında fikir edinme ve kıyaslama yapmaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Emhan [4], yapılan bu çalışmada karar verme süreci ve bu süreçte, yöneticiyi karar alma aşamasında destekleyen, kararların hız ve kalitesinin artmasına yardımcı olan bilişim sistemlerini inceleme konusu yapmıştır.

Aksoy ve Şahin [5], yaptıkları çalışmada kişilerin karar verme sürecinde yaptıkları davranışları açıklamakta olan beklenen değer, beklenti teorilerini geniş bir şekilde irdelemişlerdir. Beklenen değer teorisinde bulunan eksikler üzerinden beklenti teorisinin genel özelliklerini incelemiş daha sonra da beklenti teorisi ile nöroiktisatın var olan ilişkisinden bahsetmişlerdir.

Emhan [6], yaptığı çalışmada risk kavramı ile ilişkisi olduğu düşünülmekte olan belirsiz, olasılık ve karar alma kavramlarını incelemiştir. Ayrıca risk ve riskin yönetimi kavramları arasındaki ilişkiye değinmiştir. Organizasyonlarda bulunan mal ve bireyleri amaçlayan riskin yönetimi 1950'li yıllarda Amerika'da geliştirilmeye başlanılmıştır. Bu gibi bir yöntem ile faaliyet ve kaynakların planlaması, organizasyonları, yönetimi ve kontrol süreçleri yerine getirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşılması için aynı amanda organizasyonun kazanç gücünü korumak, organizasyonda oluşabilecek beklenmedik kayıpların düşük maliyetle en küçükleme gerektiği düşünülmektedir. Sonrasında riskin yönetimi prosesleri mercek altına alınmıştır. Risk tanımlaması, değerlendirilmesi ve hesaplanması, alternatif risk düzeltme araçları arasından seçim yapılması, seçim sonrası

alternatiflerden bir veya birkaçının uygulanması ve sonuçlarının kontrol edilmesi bahsi geçen prosesleri oluşturmaktadır.

Albayrak ve Yılmaz [7], yaptıkları çalışmada sanayi ve hizmet sektöründe çalışan 173 firmanın 2004 ve 2006 yılları arası finansal göstergelerinden yararlanmak kaydıyla veri madenciliği tekniklerinden karar ağacı yöntemini uygulamışlardır. Yararlanılan finansal göstergeler bazında sanayi ve hizmet alanlarında çalışan işletmeleri birbirinden ayıran en önemli değişkenler tespit edilmiştir.

Düzakın ve Bulğurcu [8], bu çalışmada Adana’da orta büyüklükte bir arazide 10 farklı ürünü doğal riskler altında ekme planlayan bir çiftçinin geleneksel tekniklerin yerine belirsizlik ve riskin mevzu bahis olduğu durumlarda kullanılmakta olan karar verme teknikleri ile tarımsal karar analizi sürecinde hangi kararların alındığını ortaya koymayı amaçlamaktadırlar.

Lezki [9], yaptığı çalışmada karar ağacı yönteminin çok kriterli karar verme problemlerinde de kullanılıp kullanılmayacağını araştırmıştır. Karar ağacı tekniğinin geleneksel olarak kullanılmakta olduğu karar verme problemlerinde, bir veya çok aşamalı karar verme problemleri mevzu bahis olup, karar verme problemlerinde göz ardı edilmemesi gereken amaç veya kriter sayısının tek olduğuna değinmiştir. Daha önceki çalışmalardan farklı olarak, çok kriterli karar verme problemlerinde karar ağacı kullanımından bahsedilmiştir. Bu araştırmada Ağırlıklı Toplam Modeli metodu ile Karar Ağacı analizi yönteminin benzerliğinden yola çıkılmaktadır.

Akgül [10], çalışmasında çok kriterli karar verme yöntemleri arasından SAW, MAUT ve ARAS yöntemlerinden faydalanarak 2010 ve 2018 yılları arasında Türk bankacılığının finansal göstergelerine dayalı performansını analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada, performans bakımından 2010 yılının en iyi, 2018 yılının ise en kötü olduğu sonucunda ulaşılmıştır.

Dedeoğlu vd. [11], bu çalışmada uzman görüşlerinden ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanarak araziler için kalite indisi hesaplamayı ve tarım arazileri üzerinde uygulamayı amaçlamıştır. Çalışma kapsamında Muğla’nın Dalaman ilçesinde bulunan Tarım İşletme Genel Müdürlüğüne bağlı 3338,61 hektarlık 7 toprak parçası ele alınmıştır. 13 farklı kriter bakımından Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi uygulanmış ve arazilerin kalite indisleri hesaplanarak araziler kıyaslanmıştır.

Önalmiş vd. [12], bu çalışmada Dünya Bankası tarafından açıklanan iş yapma kolaylığı endeksinin, 10 kriter bakımından aritmetik ortalama alınarak kriterler arası ağırlık olmadan hesaplandığını belirtmiştir. Bu çalışmada, altı yılın iş yapma kolaylığı verileri kullanılarak OECD ülkelerinin kendi aralarında sıralaması yapılmıştır. Çalışmada stokastik çok kriterli kabul edilebilirlik metodundan faydalanılmıştır.

Sonel vd. [13], bu çalışmada Türkiye'nin sağlık turizmi alanındaki geçmiş verileri kullanılarak en çok rağbet gören klinik çeşitlerine göre en çok ve en az rağbet gören iki şehirden birinin seçilmesi üzerine bir analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Kıyaslama için belirlenen kriterler ağırlıklandırılmış ve analitik hiyerarşi süreci yöntemi uygulanmıştır. Rağbet gören şehrin neden rağbet gördüğü, rağbet görmeyen şehrin neden rağbet görmediği ve nasıl daha fazla rağbet göreceği yönünde iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

Apan ve Öztel [14], bu çalışmada çok kriterli karar verme metodlarından Promethee kullanarak 2012 ve 2016 yılları arasındaki finansal verileri tam olan 7 firmayı analiz etmişlerdir.

Kasap vd. [15], bu çalışmada demir-çelik sanayinde bulunan bir firmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile değerlendirme kriterlerini ağırlıklandırmış ve VİKOR metodu ile de yatırım alternatiflerini belirlemişlerdir. Çalışmanın son kısmında Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi destekli VİKOR' un duyarlılık analizi yapılarak sonuçlarda meydana gelen değişimler değerlendirilmiştir.

Özcan ve Emiroğlu [16], çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemini kullanarak kurumların bulut tabanlı öğrenme yönetim sisteminden belli kriterlerde seçim yapma amacıyla bir model oluşturmuşlardır. Çalışmada kriterler ve altı alternatif, uzman yedi karar verici tarafından değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda en uygun bulut tabanlı öğrenme yönetim sistemi TalentLMS olarak saptanmıştır.

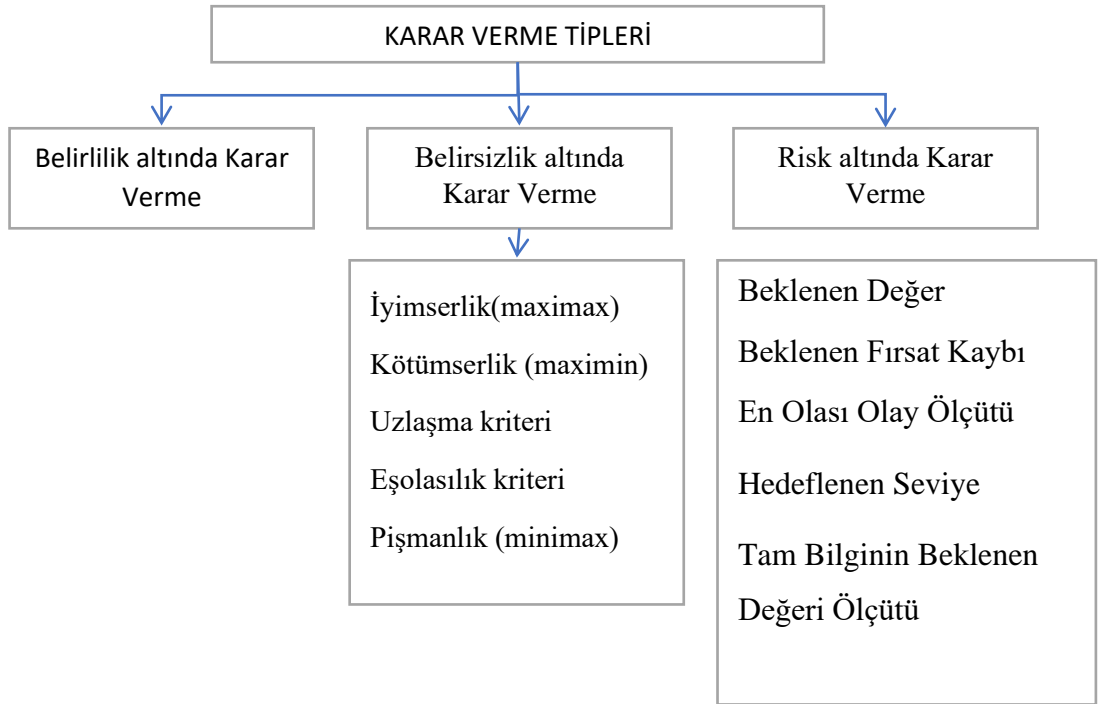
Lastik içerisinde çok sayıda organik ve inorganik birleşen içerdiğinden dolayı çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Hurda lastiği Geri dönüşüm seçeneğine dönüştürmek önemlidir. Pazar faktörü, karlılık, çevresel etki ve iş emirleri açısından kriterler belirlenmiş ve MACBETH yöntemi ile tersine lojistik seçeneklerinden en iyisi belirlenmiştir [27].

Hem ileri hem de geri tedarik zincirini entegre eden kapalı döngü bir tedarik zinciri işletmeye entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada iade ürünler, kalite, talep belirsizliği

gibi çok sayıda sorun üzerinde çalışılmıştır. Senaryo analizleri yapılmıştır. Amaç maliyetleri azaltmak, atık yönetimine destek sağlamaktır [28].

### 3. KARAR ANALİZİ

“Karar verme ne yapacağımızı bilmediğimiz zaman yaptığımızdır” [17]. “Kantitatif (nicel) yaklaşımlar, karar ortamının matematik istatistik modelini kurarak model üzerinde işlem yapmayı sağlar” [18]. Karar analizinin genel adımları; problemi belirlenmesi, olma ihtimali olan bütün karar seçeneklerin liste haline getirilmesi, bütün olası olayların liste haline getirilmesi, her karar alternatifinin her durum karşılık gelen değerlerin karar matrisinin meydana getirilmesi, bir karar yönteminin belirlenmesi, yöntemin uygulaması ve bir alternatifin seçilerek karar vericinin kararı vermesidir [19].



Şekil 1. Karar Verme Tipleri

### 3.1. Karar Matrisi

Karar Analizinin ilk ve önemli aşaması karar matrisidir. Karar alternatiflerin karar durumlarına göre değişen maliyet veya kazançlarının gösterildiği matris çeşididir. Belirsizlik altında karar verme ve risk altında karar verme tekniklerinin karar matrislerinin arasında bulunan fark karar durumlarının olasılık bilgileridir.

### 3.2. Baskın/Basılgin Seçenekler

Karar alternatifleri arasında bir alternatifin bütün durumlardaki(kabul/ret) matris değerlerinin diğer bir karar alternatifinin bütün durumlardaki(kabul/ret) matris değerlerinden daha dezavantajlı olduğu duruma basılgin, daha avantajlı olduğu duruma ise baskınlık denilmektedir. Baskınlık/basılginlik durumlarında karar analizine başlanmadan önce basılgin olan alternatifler matrizen çıkarılarak işlem yükünden kurtulmuş olunur.

### 3.3. Belirsizlik Altında Karar Verme

Belirsizlik altında karar verme durumların olma olasılıklarının bilinmediği veya öngörülemediği durumlarda uygulanmaktadır. Karar alternatifleri arasında bir alternatifin bütün durumlardaki(kabul/ret) matris değerlerinin diğer bir karar alternatifinin bütün durumlardaki(kabul/ret) matris değerlerinden daha dezavantajlı olduğu duruma basılgin, daha avantajlı olduğu duruma ise baskınlık denilmektedir. Baskınlık/basılginlik durumlarında karar analizine başlanmadan önce basılgin olan alternatifler matrizen çıkarılarak işlem yükünden kurtulmuş olunur.

**İyimserlik (Maksimaks) Ölçütü:** İyimserlik ölçütü, karar alternatiflerinin satır bazında ilgili problem türüne göre en avantajlı durumun gerçekleşmesi halinde elde edilecek maksimum kazançlara veya minimum maliyetlere göre kıyaslanması bakış açısıdır. Kıyaslama sonucunda en yüksek kazanç veya en düşük maliyet seçilir. Karar matrisi, maliyet bilgilerinden oluşmaktadır. Bu durumda iyimserlik ölçütünde minimum maliyetler göz önünde bulundurulacaktır.

**Kötümserlik (Maksimin) Ölçütü:** Bu ölçüt iyimser yaklaşımın tam tersi kötümser bir ölçüttür. Bu ölçüte göre karar verici her durumun en dezavantajlı maliyetini belirledikten sonra belirlenen maliyetler arasından maliyeti en düşük olan seçeneği seçer [20]. Diğer bir deyişle kötümserlik ölçütü, karar alternatiflerinin satır bazında ilgili problem türüne göre en



dezavantajlı durumun gerçekleşmesi halinde elde edilecek minimum kazançlara veya maksimum maliyetlere göre kıyaslanması bakış açısidir. Kıyaslama sonucunda minimum kazançlar arasından en yükseği, maksimum maliyetler arasından en düşüğü seçilir. Yani en kötü durumlarına göre karar alternatiflerinden biri seçilir. Bu ölçüt aslında riske girmeden gelecek sonucun garanti olmasını yani beklenenden daha iyi sonuç gelebileceği lakin daha kötü sonuç gelmeyecek olan ölçüt çeşididir.

**Pişmanlık (Minimaks) Ölçütü:** Her durumun kendi içerisinde bulunan her alternatif değerlerinin yine aynı durumda bulunan en avantajlı alternatif değeri ile olan mutlak farkı pişmanlık olarak tanımlanır. Pişmanlıklar her durum için kendi içerisinde hesaplanır. Sonrasında her alternatifin en büyük pişmanlıkları kıyaslanır. En büyük pişmanlıklar arasından en küçük olanına sahip olan alternatif tercih edilir.

**Eş Olasılık (Laplace) Ölçütü:** Karar durumlarının olma olasılıkları eşit olarak düşünülür. Karar alternatifleri, farklı durumlardaki değerlerinin eşit ağırlıklı ortalaması alınarak kıyaslanır [30].

### 3.4. Risk Altında Karar Verme

Belirsizlik altında karar verme yöntemlerinden farkı olasılık bilgisinin bilindiği veya öngörüldüğü durumlarda kullanılmaktadır.

**Beklenen Değer Ölçütü:** Durumların olasılık bilgilerine göre ağırlıklandırma yapılarak karar alternatiflerinin o durumlarda bulunan değerlerinin ortalaması alınarak beklenen değer hesaplanır. Alternatiflerin beklenen değerleri arasından en avantajlı beklenen değere sahip olan alternatif seçilir.

**Beklenen Fırsat Kaybı Ölçütü:** Her durumun kendi içerisinde bulunan her alternatif değerlerinin yine aynı durumda bulunan en avantajlı alternatif değeri ile olan mutlak farkı fırsat kaybı olarak tanımlanır. Fırsat kaybı her durum için kendi içerisinde hesaplanır. Hesaplanan fırsat kayıpları ile fırsat kaybı matrisi oluşturulur. Bu matristeki değerler alternatifler bazında durumların olasılıklarına göre ağırlıklandırılmış ortalaması alınır. Elde edilen sonuçlara beklenen fırsat kaybı denilmektedir. Alternatifler arasından en düşük fırsat kaybına sahip olan tercih edilir.

**En Olası Olay Ölçütü:** Olasılık değeri en yüksek olan durumun gerçekleşeceği varsayılır.

Varsayılan durumdaki karar alternatiflerinin değerleri kıyaslanır. En avantajlı alternatif seçilir.

**Hedeflenen Seviye Ölçütü:** Hedeflenen bir maliyet veya kazanç değerinin karşılayan durumların olasılık değerleri toplanır. Toplam olasılık değeri açısından alternatifler kıyaslanır. En yüksek toplam olasılık değerine sahip alternatif seçilir.

**Tam Bilginin Beklenen Değeri:** Tam bilgi durumunda beklenen değer, her durum için en avantajlı seçeneklerin durum olasılıklarına göre ağırlıklandırılmış ortalaması ile hesaplanmaktadır. Tam bilgi durumu, olayların gerçekleşme olasılığının net bir şekilde bilindiği durum olarak düşünülebilir. Tam bilginin beklenen değeri ise olasılıkların net bir şekilde bilindiği duruma ulaşmak için yapılan araştırmalara ödenebilecek maksimum ücret olmaktadır. Tam bilginin beklenen değeri, tam bilgi durumunda beklenen değerden beklenen değer çıkarılması ile hesaplanmaktadır [31].

### 3.5. Karar Ağacı

Karar ağaçları, karar seçenekleri ve olay durumlarını bir arada ifade etmede kullanılan ve görsellik açısından karar verme durumlarını daha iyi ifade eden karar analizi şeklidir. Karar ağaçları düğümlerden ve düğümlerin gittiği yollardan oluşmaktadır. Karar ağaçları içerisinde yer alan bir öge olan düğümler ise karar düğümleri ve olay düğümleri olmak üzere ikiye ayrılır. Karar düğümlerinden çıkan yollar yani arklarda karar seçenekleri yer alır ve olasılık bu arklarda yer almamaktadır. Olay düğümleri ise kendisinden sonra olayların ve olayların gerçekleşme olasılıklarının yer aldığı arkların geldiği düğümlerdir. Arklar ise düğümler arasında yer alan, karar ve olay düğümlerini birleştiren karar ağacı elemanıdır. Belirli bir zaman diliminde bir dizi kararların alınması gerektiği durumda süreç şematize edilir. Risk altında karar verme yöntemi ile aynı hesaplamalar yapılmaktadır. Karar, durum düğümlerinden oluşur. Süreç sondan başa doğru ilerler. Durum düğümlerinde beklenen değer hesaplanır, karar düğümlerine gelindiğinde ise en avantajlı seçenek seçilir.

## 4.LASTİK SEKTÖRÜNDE KARAR ANALİZİ UYGULAMASI

Araştırmadaki veriler, bahsi geçen Kocaeli’deki bir lastik firmasının veri tabanındaki son üç yıla ait arızalı lastik verilerinden oluşmaktadır.

#### 4.1. Araştırmanın Amacı

Bahsi geçen firmadan elde edilen verilere göre önümüzdeki yılın arızalı lastik tahminleri üzerinden arızalı lastik inceleme yeri alternatiflerinin birine karar verilmesi gerektiği varsayımı yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, varsayım üzerinden inceleme yeri alternatiflerini karar analizi yöntemlerini kullanarak POM-QM paket programı vasıtasıyla çözdürülerek değerlendirilmesidir.

#### 4.2. Araştırmada Kullanılan Veriler

##### 4.2.1. Arızalı Lastik Adeti Verileri

Tablo 1’de firmanın altı aylık periyot halinde son üç yıla ait arızalı lastik verileri verilmiştir. Tablo 1’de 1, 3 ve 5. dönemlerde 2, 4 ve 6. dönemlere göre daha az arızalı lastik bulunmaktadır. Bunun mevsimsel olarak lastik kullanımından etkilendiği bilinmektedir.

**Tablo 1.** Son altı döneme (altı aylık) ait arızalı lastik verileri

Dönem	Adet
1	4218
2	6421
3	5230
4	6113
5	3772
6	5913

Arızalı lastik adeti verileri kullanılarak Tablo 2’de mevsimsel regresyon analizi yöntemi ile 7. ve 8. altı aylık dönemler tahmin edilmiştir.

**Tablo 2.** Mevsimsel regresyon analizi ile 7. ve 8. dönem tahminleri

Dönem	Tahmin	Mevsimsel Düzeltme İndeksi	Düzeltilmiş Tahmin	Yeni Tahmin
7	5418,933333	0,838692495	4544,819	4545
8	5459,247619	1,161295042	6339,797	6340

$y(t)=5136,733 + 40,314 \cdot x$

#### 4.2.2. Alternatifler Hakkında Veriler

Fabrikada ve bölgede inceleme olmak üzere iki tane alternatif bulunmaktadır. Bu inceleme yeri alternatiflerinin birbirine göre farklı maliyet kalemleri bulunmaktadır.

Fabrikada inceleme alternatifi için veriler şu şekildedir;

Lastiklerin fabrikada incelenebilmesi için fabrikaya gönderilmesi gerekmektedir. Bu iş için bir kargo firması ile anlaşılmıştır. Lastiklerin tek yön ortalama gönderim ücreti 50 ₺'dir. Eğer lastik fabrikada incelendikten sonra ret olursa mevzuat gereği o lastik hala sahibinindir ve geri gönderilmesi gerekir. Bu yüzden 50 ₺'lik geri gönderim maliyeti söz konusu olmaktadır. Lastiğin kabul olması durumunda geri gönderilmesine gerek yoktur. Kullanılan dış milimetresi düşülerek geri kalanı kadar sahibine nakit veya yeni alınacak lastikten indirim yolu ile ödenir. Kabul edilen lastikler önemli arıza türleri bulunması veya eğitim için kullanılması amacı ile kenarı ayrılabilir. Bun arıza türleri dışında belirli bir süre geçtikten sonra imha edilmektedirler.

Bölgede inceleme alternatifi için veriler şu şekildedir;

Pazar; İstanbul, Ankara, İzmir ve Adana olmak üzere 4 bölgeye ayrılmıştır. Her bölge için bir teknik asistan görev yapmaktadır. Teknik asistanlara tahsis edilen kiralık araçların yıllık maliyeti 30.000 ₺'dir. Günlük konaklama, yemek, yakıt ve diğer masraflar için 500 ₺'lik maliyet söz konusudur.

Kabul edilen lastiklerden %20'si eğitim, ürün değerlendirme ve geliştirme amaçlı fabrikaya gönderilmektedir. Kargolanacak lastik adeti azaldığından dolayı birim tek yön gönderim maliyeti 75 ₺ olmaktadır. Teknik asistanların senede 250 iş günü, altı ayda 125 iş günü çalıştıkları varsayılmıştır.

#### 4.2.3. Durumlar Hakkında Veriler

Ret veya kabul olmak üzere iki durum söz konusudur. Son 3 yılın arızalı lastik verilerinden ret ve kabul oranları hesaplanmıştır ve Tablo 3'te belirtilmiştir. Bu oranlar risk altında karar verme yöntemleri uygulanırken olasılık verileri olarak kullanılacaktır.

**Tablo 3.** Ret ve kabul olma olasılıkları

Sonuç	Adet	Oran	(%)
Kabul	14762	0,466164	46,7
Ret	16905	0,533836	53,3
<b>Toplam</b>	<b>31667</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

#### 4.2.4. Durum ve Alternatiflere Göre Hesaplanan Maliyet Verileri

Belirtilen veriler doğrultusunda her bir durum-alternatif kombinasyonu için maliyetler hesaplanmıştır ve Tablo 4’de belirtilmiştir.

**Tablo 4.** Her bir durum-alternatif kombinasyonu için maliyetlerin hesaplanması

Durum ve Alternatiflere Göre Hesaplanan Maliyetler	7. Dönem	İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul
		Fabrikada İnceleme Maliyetleri	$4545 \cdot 100 = 454.500 \text{ ₺}$	$4545 \cdot 50 = 227.250 \text{ ₺}$
Bölgede İnceleme Maliyetleri	$125 \cdot 500 \cdot 4 = 250.000 \text{ ₺}$ $4 \cdot 15.000 = 60.000 \text{ ₺}$	$125 \cdot 500 \cdot 4 = 250.000 \text{ ₺}$ $4 \cdot 15.000 = 60.000 \text{ ₺}$ $4545 \cdot 0,2 \cdot 75 = 68.175 \text{ ₺}$		
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>310.000 ₺</b>	<b>378.175 ₺</b>		
Durum ve Alternatiflere Göre Hesaplanan Maliyetler	8. Dönem	İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul
		Fabrikada İnceleme Maliyetleri	$6340 \cdot 100 = 634.000 \text{ ₺}$	$6340 \cdot 50 = 317.000 \text{ ₺}$
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>634.000 ₺</b>	<b>317.000 ₺</b>		
Bölgede İnceleme Maliyetleri	$125 \cdot 500 \cdot 4 = 250.000 \text{ ₺}$ $4 \cdot 15.000 = 60.000 \text{ ₺}$	$125 \cdot 500 \cdot 4 = 250.000 \text{ ₺}$ $4 \cdot 15.000 = 60.000 \text{ ₺}$ $6340 \cdot 0,2 \cdot 75 = 95.100 \text{ ₺}$		
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>310.000 ₺</b>	<b>405.100 ₺</b>		

Alternatif-durum kombinasyonu şekil 2’de ve şekil’3deki gibidir.

Fabrikada Red	7.Dönem için 4545 adet arızalı lastik inceleneceği tahmin edilmektedir. Fabrikada incelemede 50 ₺ kargo ücreti söz konusuydu. Ancak burada ret durumu söz konusu olduğu için geri dönüş ücreti de göz önünde bulundurulur ve kargo maliyeti 100 ₺’ye çıkmaktadır. Bu durumda 7. Dönem ret durumu fabrikada inceleme maliyeti 454.500 ₺ olarak hesaplanmıştır.	7. Dönem bölgede inceleme seçeneğinde asistanın 6 aylık süre zarfında 125 gün bölgede inceleme yaptığı varsayılmıştır. Günlük konaklama, yemek ve yakıt masrafı 500 ₺’ydi. Ayrıca aracı firma tarafından kiralanarak tahsis edilmektedir. Aracın 6 aylık kiralama maliyeti 15.000 ₺’dir. Bölgede inceleme yapan 4 asistan bulunmaktadır. 7. dönem ret durumu bölgede inceleme maliyeti 310.000 ₺ olarak hesaplanmıştır.	Bölgede Red
Fabrikada Kabul	Kabul olma durumu söz konusu olduğu için arızalı lastikler incelendikten sonra geri gönderilmeyecektir. Bu sebeple kargo ücreti 50 ₺ olacaktır. Bu durumda 7. Dönem kabul durumu fabrikada inceleme maliyeti 227.250 ₺ olarak hesaplanmıştır.	7.dönem kabul durumu bölgede inceleme maliyetine, ret durumu bölgede inceleme maliyetine ek olarak kabul lastiklerin %20’sinin eğitim, ürün değerlendirme ve geliştirme amaçlı fabrikaya gönderilmesi sebebiyle 75 TL’lik kargo ücreti yansımaktadır. Bu durumda maliyet 378.175 ₺ olarak hesaplanmıştır.	Bölgede Kabul

Şekil 2. Yedinci Dönem Fabrikada ve Bölgede Red/Kabul Durumu

Şekil 2’ de yedinci dönem fabrikada inceleme ve bölgede incelemedeki ürünlerin kabul durumunda ve fabrikada ve bölgede incelemede red durumundaki maliyetleri gösterilmiştir.

Fabrikada Red	8.Dönem için 6340 adet arızalı lastik inceleneceği tahmin edilmektedir.7. dönemden farklı olarak sadece adet miktarında farklılık olduğu görülmektedir. Bu durumda 8. Dönem red durumu fabrikada inceleme maliyeti 634.000 ₺ olarak hesaplanmıştır.	8. Dönem red durumu bölgede inceleme maliyeti 310.000 ₺ olarak hesaplanmıştır.	Bölgede Red
Fabrikada iKabul	8. Dönem kabul durumu fabrikada inceleme maliyetinde, 7. dönemden farklı olarak sadece adet miktarında farklılık olduğu görülmektedir. 8. Dönem kabul durumu fabrikada inceleme maliyeti 317.000 ₺ olarak hesaplanmıştır.	8. Dönem kabul durumu bölgede inceleme maliyetinde, 7. dönemden farklı olarak sadece adet miktarında farklılık olduğu görülmektedir. Bu durumda 8. Dönem kabul durumu bölgede inceleme maliyeti 405.100 ₺ olarak hesaplanmıştır.	Bölgede Kabul

Şekil 3. Sekizinci Dönem Fabrikada ve Bölgede Red/Kabul Durumu

Şekil 3' de sekizinci dönem fabrikada inceleme ve bölgede incelemedeki ürünlerin kabul durumunda ve fabrikada ve bölgede incelemede red durumundaki maliyetleri gösterilmiştir.

### 4.3. Araştırma Yöntemi

Araştırmanın verileri bahsi geçen firmanın SAP veri tabanında bulunan arızalı lastik verilerinden elde edilmiştir. Elde edilen son üç yıla ait veriler altı aylık periyotlar halinde düzenlenmiştir. Bu veriler mevsimsel regresyon analizi yöntemi ile sonraki 2 dönem tahmin edilmiştir. Daha sonra karar matrisini oluşturmak için gerekli olan tablo verileri yani ret ve kabul durumlarında; fabrikada ve bölgede inceleme ortalama maliyet kalemleri hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler ile tahmin edilen iki dönem için karar analizi yöntemlerinden belirsizlik altında karar verme, risk altında karar verme ve karar ağacı teknikleri uygulanmıştır. Bu teknikler POM-QM (Production and Operations Management-Quantitative Methods) isminde yöneylem araştırması, karar analizi, proje yönetimi, atama problemleri, şebeke modelleri gibi daha pek çok konuda kolay bir şekilde hesaplama yapabilme yeteneğine sahip program tarafından çözdürülmüştür.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Karar Analizi Bulguları

Bölüm 3.2. 'de bulunan alternatif ve durum verileri kullanılarak belirsizlik altında ve risk altında karar verme matrisleri oluşturulmuştur.

Karar matrislerinin baskınlık-basılgınlık kontrolü yapılmıştır ve baskın veya basılgın bir karar alternatifine rastlanmamıştır.

**Tablo 5.** Belirsizlik ve risk altında karar verme matrisleri

Belirsizlik Altında Karar Verme Matrisleri	7. Dönem	İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul
		Fabrikada İnceleme	454.500,00 ₺	227.250,00 ₺
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	378.175,00 ₺		
8. Dönem	İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul	
	Fabrikada İnceleme	634.000,00 ₺	317.000,00 ₺	
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	405.100,00 ₺		
Risk Altında Karar Verme Matrisleri	7. Dönem	Durumların Olma Olasılıkları	%53,3	%46,7
		İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul
Fabrikada İnceleme	454.500,00 ₺	227.250,00 ₺		
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	378.175,00 ₺		
8. Dönem	Durumların Olma Olasılıkları	%53,3	%46,7	
	İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul	
Fabrikada İnceleme	634.000,00 ₺	317.000,00 ₺		
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	405.100,00 ₺		

### 5.1.1. Belirsizlik Altında Karar Verme Bulguları

Belirsizlik altında karar verme yöntemi bölüm 5.1 'de bulunan Tablo 5'te belirsizlik altında karar verme matrisleri olarak belirtilmiş 7 ve 8. dönemlerin karar matrislerine uygulanmıştır. Bu yöntem POM-QM paket programında çözdürülmüş ve sonuçları tablo haline getirilip aşağıda paylaşılmıştır. Belirsizlik altında karar verme analizi Bölüm 4.3. 'de açıklanan ölçütler kullanılarak karar vericinin sahip olduğu bakış açılarına göre aşağıda açıklanmıştır.



**Tablo 6. 7.** Dönemin belirsizlik altında karar verme ölçütlerine göre alternatif seçimleri

Alternatifler\Ölçütler	İyimserlik	Kötümserlik	Pişmanlık	Eş Olasılıklı
Fabrikada İnceleme	227.250,00 ₺	454.500,00 ₺	144.500,00 ₺	340.875,00 ₺
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	378.175,00 ₺	150.925,00 ₺	344.087,50 ₺
<b>Seçim</b>	<b>227.250,00 ₺</b>	<b>378.175,00 ₺</b>	<b>144.500,00 ₺</b>	<b>340.875,00 ₺</b>

7. dönemin belirsizlik altında karar verme analizinin sonuçları şu şekildedir;

- Karar verici iyimser bakış açısına sahip ise Tablo 5'te bulunan matrisiye göre matrisiye bulunan en küçük maliyeti yani 227.250,00 ₺ olarak ifade edilen fabrikada inceleme seçeneği seçilir
- Karar verici kötümser bakış açısına ile, en büyük maliyetler arasından en küçüğünü yani 378.175,00 ₺ olarak ifade edilen bölgede inceleme seçeneği seçilir. Bu seçimle karar verici göze aldığı 378.175,00 ₺'lik maliyetten daha fazlasına katlanmayacağını düşünerek kendini garanti altına almıştır.
- Pişmanlığını minimize etmek isteyen karar verici pişmanlık matrisinde satırdaki en büyük pişmanlıklar arasından en küçüğünü seçerek en az pişman olacağı seçenek olan fabrikada inceleme seçeneğini seçilir
- Kabul ve ret durumlarının olma olasılıklarını eşit olarak düşünen karar verici iki durumdaki maliyet değerlerinin ortalamasını hesapladığında minimum maliyeti veren fabrikada inceleme seçeneği seçilir.

**Tablo 7. 8.** Dönemin belirsizlik altında karar verme ölçütlerine göre alternatif seçimleri

Alternatifler\Ölçütler	İyimserlik	Kötümserlik	Pişmanlık	Eş Olasılıklı
Fabrikada İnceleme	317.000,00 ₺	634.000,00 ₺	324.000,00 ₺	475.500,00 ₺
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	405.100,00 ₺	88.100,00 ₺	357.550,00 ₺
<b>Seçim</b>	<b>310.000,00 ₺</b>	<b>405.100,00 ₺</b>	<b>88.100,00 ₺</b>	<b>357.550,00 ₺</b>

8. dönemin belirsizlik altında karar verme analizinin sonuçları şu şekildedir;

- Karar verici iyimser bakış açısına sahip ise, Tablo 5'te bulunan matrisiye göre matrisiye bulunan en küçük maliyeti yani 310.000,00 ₺ olarak ifade edilen bölgede inceleme seçeneği seçilir.
- Karar verici kötümser bakış açısına sahip ise Tablo 5'te bulunan matrisiye göre matrisiye bulunan en büyük maliyetler arasından en küçüğünü yani 405.100,00 ₺ olarak ifade edilen bölgede inceleme seçeneğini seçilir. Bu seçimle karar verici göze aldığı

405.100,00 ₺'lik maliyetten daha fazlasına katlanmayacağını düşünerek kendini garanti altına almıştır.

- Pişmanlığını minimize etmek isteyen karar verici pişmanlık matrisinde satırdaki en büyük pişmanlıklar arasından en küçüğünü seçerek en az pişman olacağı seçenek olan bölgede inceleme seçeneğini seçilir.
- Kabul ve ret durumlarının olma olasılıklarını eşit olarak düşünen karar verici iki durumdaki maliyet değerlerinin ortalamasını hesapladığında minimum maliyeti veren bölgede inceleme seçeneği seçilir.

### 5.1.2.Risk Altında Karar Verme Bulguları

Risk altında karar verme analizi için belirsizlik altında karar verme analizinden farklı olarak durumların olasılıklarına da ihtiyaç duyarız. Geçmiş yıllara ait istatistiklerden temin edilen ret ve kabul olasılıkları Tablo 3'te paylaşılmıştır. Kabul olma olasılığı %46,7 iken ret olma olasılığı %53,3 'tür. Hesaplamalar POM-QM paket programı ile yapılarak sonuçları aşağıda tablolar halinde paylaşılmıştır.

**Tablo 8.** 7. Dönemin risk altında karar verme ölçütlerine göre alternatif seçimleri

Alternatifler\Ölçütler	Beklenen Değer Ölçütü	Beklenen Fırsat Kaybı	En Olası Olay (%53,3)	Hedeflenen Seviye(400.000,00)
Fabrikada İnceleme	348.374,25 ₺	77.018,50 ₺	454.500,00 ₺	46,70%
Bölgede İnceleme	<b>341.837,73 ₺</b>	<b>70.481,98 ₺</b>	<b>310.000,00 ₺</b>	<b>100,00%</b>
<b>Seçim</b>	<b>341.837,73 ₺</b>	<b>70.481,98 ₺</b>	<b>310.000,00 ₺</b>	<b>100,00%</b>

7. dönemin risk altında karar verme analizinin sonuçları şu şekildedir;

- Ret ve kabul olasılıklarının bu durumların olması halinde oluşan maliyetler ile çarpılıp toplanması sonucu karar alternatiflerinin beklenen değeri hesaplanmıştır. Beklenen değerler arasında en düşük maliyet beklentisi bölgede inceleme seçeneğinde olmuştur. Bu sebeple beklenen değer ölçütüne göre bölgede inceleme seçeneği seçilir.
- Sütun bazında bütün değerlerin en avantajlı seçeneğe olan uzaklıkları hesaplanarak pişmanlık matrisi oluşturulmuştur. Pişmanlık matrisindeki değerlerin ret ve kabul durum olasılıkları ile çarpılıp toplanması sonucu karar alternatiflerinin beklenen fırsat kaybı hesaplanmıştır. Beklenen fırsat kaybını minimize etmek isteyen karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilmiştir.
- Ret durumunun %53,3, kabul durumunun %46,7 olasılığa sahip olduğunu paylaşmıştık. Ret durumu kabul durumuna göre olasılığının daha büyük olması sebebiyle en olası durum seçilmiştir. Ret durumunda meydana gelen maliyetler

arasından bölgede inceleme maliyetleri daha az olduğu için karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilir.

- 7. Dönem için maliyetin 400.000,00 ₺' yi geçmemesi hedeflenmektedir. Bu hedefi bölgede inceleme seçeneği %100 olarak karşıladığı için karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilir.

**Tablo 9. 8.** Dönemin risk altında karar verme ölçütlerine göre alternatif seçimleri

Alternatifler\Ölçütler	Beklenen Değer Ölçütü	Beklenen Fırsat Kaybı	En Olası Olay (%53,3)	Hedeflenen Seviye(400.000,00)
Fabrikada İnceleme	485.961,00 ₺	172.692,00 ₺	634.000,00 ₺	46,70%
Bölgede İnceleme	<b>354.411,70 ₺</b>	<b>41.142,70 ₺</b>	<b>310.000,00 ₺</b>	<b>53,30%</b>
<b>Seçim</b>	<b>354.411,70 ₺</b>	<b>41.142,70 ₺</b>	<b>310.000,00 ₺</b>	<b>53,30%</b>

8. dönemin risk altında karar verme analizinin sonuçları şu şekildedir;

- Ret ve kabul olasılıklarının bu durumların olması halinde oluşan maliyetler ile çarpılıp toplanması sonucu karar alternatiflerinin beklenen değeri hesaplanmıştır. Beklenen değerler arasında en düşük maliyet beklentisi bölgede inceleme seçeneğinde olmuştur. Bu sebeple beklenen değer ölçütüne göre bölgede inceleme seçeneği seçilir.
- Sütun bazında bütün değerlerin en avantajlı seçeneğe olan uzaklıkları hesaplanarak pişmanlık matrisi oluşturulmuştur. Pişmanlık matrisindeki değerlerin ret ve kabul durum olasılıkları ile çarpılıp toplanması sonucu karar alternatiflerinin beklenen fırsat kaybı hesaplanmıştır. Beklenen fırsat kaybını minimize etmek isteyen karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilmiştir.
- Ret durumunun %53,3, kabul durumunun %46,7 olasılığa sahip olduğunu paylaşmıştık. Ret durumu kabul durumuna göre olasılığının daha büyük olması sebebiyle en olası durum seçilmiştir. Ret durumunda meydana gelen maliyetler arasından bölgede inceleme maliyetleri daha az olduğu için karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilir.
- 7. Dönem için maliyetin 400.000,00 ₺'yi geçmemesi hedeflenmektedir. Bu hedefi bölgede inceleme seçeneği %53,3 olarak karşıladığı için karar verici tarafından bölgede inceleme seçeneği seçilir.

### 5.1.3. Tam Bilginin Beklenen Değeri

**Tablo 10.** 7. Dönemde tam bilginin beklenen değeri

Durumların Olma Olasılıkları	53,3%	46,7%	Beklenen Değer	Tam Bilgi Durumunda Beklenen Değer	Tam Bilginin Beklenen Değeri
İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul			
Fabrikada İnceleme	454.500,00 ₺	227.250,00 ₺	341.837,73 ₺	271.355,75 ₺	70.481,98 ₺
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	378.175,00 ₺			

7. dönemde tam bilginin beklenen değeri şu şekildedir;

Fabrikada inceleme seçeneğinin en avantajlı maliyeti olan 227.250,00 ₺ olma ihtimali olan %46,7, bölgede inceleme seçeneğinin en avantajlı maliyeti 310.000,00 ₺ olma ihtimali olan %53,3 ile çarpılıp toplanarak tam bilgi durumunda beklenen değer 271.355,75 ₺ olarak hesaplanmıştır. 7. Dönem beklenen değeri Tablo 8’de hesaplanmıştır. Beklenen değerden, tam bilgi durumunda beklenen değeri çıkararak tam bilginin beklenen değeri 70.481,98 ₺ olarak hesaplanmıştır. Tam bilgi durumunda beklenen değer, durum olasılıklarının net bir şekilde bilindiği durum olarak tanımlanmaktadır. Tam bilginin beklenen değeri ise, tam bilgi durumunda beklenen değer ulaşabilmek için yapacağımız veya yaptıracığımız araştırmalar için katlanabileceğimiz en yüksek maliyeti ifade etmektedir.

**Tablo 11.** 8. Dönemde tam bilginin beklenen değeri

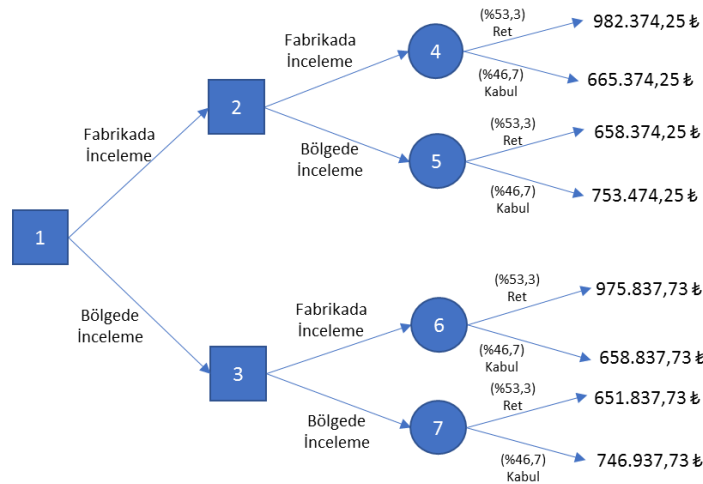
Durumların Olma Olasılıkları	53,3%	46,7%	Beklenen Değer	Tam Bilgi Durumunda Beklenen Değer	Tam Bilginin Beklenen Değeri
İnceleme Yeri\İnceleme Durumu	Ret	Kabul			
Fabrikada İnceleme	634.000,00 ₺	317.000,00 ₺	354.411,70 ₺	313.269,00 ₺	41.142,70 ₺
Bölgede İnceleme	310.000,00 ₺	405.100,00 ₺			

8. dönemde tam bilginin beklenen değeri şu şekildedir;

Fabrikada inceleme seçeneğinin en avantajlı maliyeti olan 317.000,00 ₺, olma ihtimali olan %46,7; bölgede inceleme seçeneğinin en avantajlı maliyeti 310.000,00 ₺, olma ihtimali olan %53,3 ile çarpılıp toplanarak tam bilgi durumunda beklenen değer 354.411,70 ₺ olarak hesaplanmıştır. 7. Dönem beklenen değerini Tablo 8’de hesaplanmıştır. Beklenen değerden, tam bilgi durumunda beklenen değeri çıkararak tam bilginin beklenen değeri 41.142,70 ₺ olarak hesaplanmıştır. Tam bilgi durumunda beklenen değer, durum olasılıklarının net bir şekilde bilindiği durum olarak tanımlanmaktadır. Tam bilinin beklenen değeri ise, tam bilgi durumunda beklenen değer ulaşabilmek için yapacağımız veya yaptıracığımız araştırmalar için katlanabileceğimiz en yüksek maliyeti ifade etmektedir.

#### 5.1.4. Karar Ağacı

Bu çalışmada 7. Dönem ve 8. Dönem olarak ifade ettiğimiz 6 aylık zaman dilimlerinde arızalı lastik inceleme yeri seçimi için belirsizlik ve risk altında karar verme yöntemleri uygulanmıştır. Bunun yanı sıra 7 ve 8. Dönemlerin karar aşamalarını bir bütün halinde aynı zamanda görsel bir şekilde görmemize yarayan karar ağacı yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem POM-QM paket programı ile uygulanıp sonuçları aşağıda aktarılmıştır.



Şekil 4. Karar ağacının oluşturulması

Şekil 4’de görülen karar ağacı 7 adet düğümden ve 14 adet arkta meydana gelmektedir. 1, 2, 3. Düğümler inceleme yerlerinin seçimini ifade eden karar düğümleridir. 4, 5, 6, 7. Düğümler ise ret ve kabul durumlarını gösteren karar düğümlerini ifade etmektedir. 1. Düğüm ilk altı ay yani 7. Dönem için hangi inceleme yerinin seçilmesi gerektiğini simgeleyen karar düğümüdür. İlk altı ay için iki seçenek mevcuttur. Bunlar fabrikada ve bölgede inceleme olarak belirtilmiştir. İlk altı ay için fabrikada veya bölgede inceleme için yapılan seçimin sonrasında ikinci altı ay yani 8. Dönemin arızalı lastik inceleme yeri seçimi gelmektedir. 8. Dönem içinde iki seçenek mevcut olduğu için toplamda dört farklı kombinasyon oluşmaktadır. Kombinasyonlar şu şekildedir;

- Fabrika-Fabrika

İlk altı ay için fabrika seçimi yapıldığı varsayıldığı için 7. Dönemin fabrika seçeneği için beklenen değeri ile 8.dönemin matrisinde fabrika satırında bulunan ret ve kabul maliyetlerinin her ikisi ayrı ayrı toplanarak 4. Düğümden ayrılan iki arkla ifade edilmiştir.

- Fabrika-Bölge

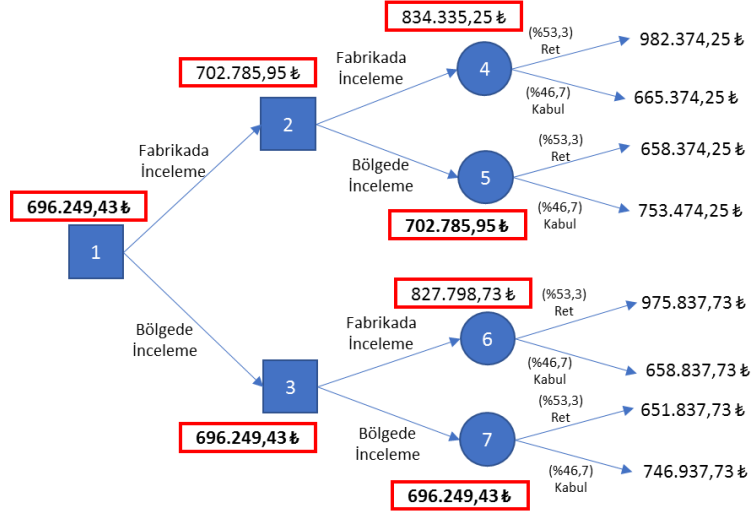
İlk altı ay için fabrika seçimi yapıldığı varsayıldığı için 7. Dönemin fabrika seçeneği için beklenen değeri ile 8.dönemin matrisinde bölge satırında bulunan ret ve kabul maliyetlerinin her ikisi ayrı ayrı toplanarak 5. düğümden ayrılan iki arkla ifade edilmiştir.

- Bölge-Fabrika

İlk altı ay için bölge seçimi yapıldığı varsayıldığı için 7. dönemin bölge seçeneği için beklenen değeri ile 8.dönemin matrisinde fabrika satırında bulunan ret ve kabul maliyetlerinin her ikisi ayrı ayrı toplanarak 6. Düğümden ayrılan iki arkla ifade edilmiştir.

- Bölge- Bölge

İlk altı ay için bölge seçimi yapıldığı varsayıldığı için 7. dönemin bölge seçeneği için beklenen değeri ile 8.dönemin matrisinde bölge satırında bulunan ret ve kabul maliyetlerinin her ikisi ayrı ayrı toplanarak 7. Düğümden ayrılan iki arkla ifade edilmiştir.



Şekil 5. Karar ağacının çözülmesi

Karar ağaçları sondan başa doğru çözülmektedir. Şekil 5’de görüldüğü üzere sondan 1. Düğümde gelindiğinde iki farklı karar verilmiştir. 4, 5, 6 ve 7. Düğümlerde bulunan arklar ret ve kabul olasılıklarını ve bu durumların olması durumunda oluşacak maliyetleri içermektedir. Ret ve kabul olasılıkları ile sonda bulunan maliyetler çarpılıp toplanarak 2 ve 3. kararlar için gerekli olan alternatiflerimizin beklenen değerleri hesaplanmıştır. 2. düğümün yani 7.dönemin kararı fabrika olduğu taktirde 8. dönemin kararı; 5. Düğümden bulunan maliyet, 4’e göre daha az olduğu için bölge olmuştur. 3. düğümünki ise yani 7.dönemin kararı, bölge olduğu taktirde 8. dönemin kararı; 7. Düğümden bulunan maliyet 6’ya göre daha az olduğu için bölge olmuştur. Bu aşamada 8. dönemin kararının bölge olduğu netleşmiştir. 1. Karar düğümüne gelindiğinde ise 3. Düğümden gelen 696.249,43 ₺’lik maliyet 2. düğümdekine nazaran daha avantajlı olduğu için bölge kararı verilmiştir.

Karar ağacı yönteminin sonucunda 7 ve 8. dönemlerin arızalı lastik inceleme yeri seçimleri, “Bölgede İnceleme” olarak karar verilmiştir.

## 6. SONUÇ

Çalışmada, Kocaeli’de faaliyet gösteren bir lastik firmasının market kalite departmanı bünyesindeki garanti süreci kapsamında arızalı lastik inceleme sürecinin karar analizi yöntemleri ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. POM-QM paket programı yardımıyla belirsizlik altında karar verme, risk altında karar verme ve karar ağacı yöntemleri uygulanmış ayrıca inceleme yeri alternatifleri maliyetler bakımından irdelenmiştir. Mevcut iki inceleme yeri arasından birinin tercih edilmesi gerektiği varsayımı üzerinden firmanın bu süreci mercek altına alınmıştır. Maliyetleri azaltma düşüncesi güdülenerek bu süreç hakkında fikir sahibi olmak hedeflenmiştir.

Çalışmanın sonucunda; gelecek altışar aylık zaman dilimlerini ifade eden 7 ve 8. dönemlerin karar analizleri şu şekildedir;

7. Dönemde inceleme yeri seçimi olarak, iyimserlik ve pişmanlık ölçütlerine göre “fabrikada inceleme” seçeneği seçilirken; kötümserlik, eş olasılık, beklenen değer, beklenen fırsat kaybı, en olası olay ve hedeflenen seviye ölçütlerine göre “bölgede inceleme” seçeneği seçilmiştir. Ayrıca tam bilgi durumuna ulaşmak için gözden çıkarılabilecek maksimum tutar “70.481,98 ₺” olarak belirlenmiştir.

8. Dönemde inceleme yeri seçimi olarak ise, iyimserlik, pişmanlık, kötümserlik, eş olasılık, beklenen değer, beklenen fırsat kaybı, en olası olay ve hedeflenen seviye ölçütlerine göre “bölgede inceleme” seçeneği seçilmiştir. Ayrıca tam bilgi durumuna ulaşmak için gözden çıkarılabilecek maksimum tutar “41.142,70 ₺” olarak belirlenmiştir.

Ayrıca karar ağacı yöntemi sonucunda, 7 ve 8. Dönemler birbirini takip eden bir bütün olarak incelendiğinde art arda iki karar verilmiştir. Bu kararların ikisi de “bölgede incelemeden” yana olmuştur.

Buradan, 7. dönem için iyimserlik ve pişmanlık ölçütleri dışındaki tüm ölçütlere göre “bölgede inceleme kararı alınması gerektiği açığa çıkıyor. Bu durum, lastiklerin fabrikada incelenmesi halinde mevcut kargo ücretlerinin; bölgede inceleme yapan teknik asistanların masraflarından daha fazla olmasından kaynaklandığı göstermektedir. Dolayısıyla bölge teknik asistanlarının kapasitelerini aşmayacak şekilde fabrikaya gelmekte olan lastiklerin adedinin azaltılıp bölgede incelenmesi gerektiği veyahut kargo şirketi ile olan tarife anlaşmasının revize edilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkıyor.



## KAYNAKLAR

- [1] Çelik, H., ve Bengül, S. S. (2008). Satış Sonrası Hizmetler ve Ürün Garantilerinin Müşteri Tatmini, Memnuniyeti ve Müşteri Sadakati Üzerine Etkileri. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 26(2), 105-120.
- [2] Kalkan, M., ve Yarimoğlu, E. K. (2016). Dayanıklı Tüketim Malları Sektöründe Satış Sonrası Hizmet Kalitesi Ölçümü. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12(30), 63-80.
- [3] Özgüner, Z., ve Kurtuldu, H. S. (2015). Yetkili Servislerde Verilen Satış Sonrası Hizmetlerin, Müşteri Memnuniyetine Etkisi: İstanbul İli Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. Çankırı Karatekin Üniversitesi Çankırı Karatekin University.
- [4] Emhan, A. (2007). Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 6(21), 212-224.
- [5] Aksoy, T., ve Şahin, I. (2009). Belirsizlik Altında Karar Alma: Geleneksel ve Modern Yaklaşımlar. Türkiye Ekonomi Kurumu Tartışma Metni.
- [6] Emhan, A. (2009). Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetimde Kullanılan Teknikler. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(3), 209-220.
- [7] Albayrak, A. S., ve Yılmaz, Ş. K. (2009). Veri Madenceiliği: Karar Ağacı Algoritmaları ve İMKB Verileri Üzerine Bir Çalışma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(1), 31-52.
- [8] Düzakın, E., ve Bulğurcu, B. K. (2011). Tarımsal Karar Analizi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(3), 233-252.
- [9] Lezki, Ş. (2014). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Karar Ağacı Kullanımı. İktisadi Yenilik Dergisi, 2(1), 16-31.
- [10] Akgül, Y. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türk Bankacılık Sisteminin 2010-2018 Yılları Arasındaki Performansının Analizi. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(4), 567-582.
- [11] Dedeoğlu, M., Başayığıt, L., ve Yüksel, M. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Analizine Dayalı Tarımsal Amaçlı Arazi Kalite İndisi Uygulaması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 6(3), 295-307.
- [12] Önalmış, Ç., Ulucan, A., ve Atıcı, K. B. (2019). OECD Ülkelerinin İş Yapma Kolaylığı Açısından Çok Kriterli Karar Analizi İle Sıralaması. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 37(2), 341-363.

- [13] Sonel, E., Gür, Ş., ve Eren, T. (2019). Çok Ölçütlü Karar Verme İle Sağlık Turizminde Şehir Seçimi ve Analizi. Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(1), 27-39.
- [14] Apan, M., ve Öztel, A. (2020). Girişim Sermayesi Yatırım Ortaklıklarının Critic-Promethee Bütünleşik Karar Verme Yöntemi İle Finansal Performans Değerlendirmesi: Borsa İstanbul'da Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi(63), 54-73.
- [15] Kasap, S. S., Şahin, Y., ve Çınar, T. (2020). Bulanık Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Demirçelik Endüstrisinde En Uygun Yatırım Seçeneğinin Belirlenmesi. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 31(0), 59-71.
- [16] Özcan, H., ve Emiroğlu, B. G. (2020). Bulut Tabanlı Öğrenme Yönetim Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Analizi Yaklaşımı. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 13(1), 97-111.
- [17] Gürsakal, N. (2011). Karar Analizi Üzerine Bazı Notlar. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası.
- [18] Karaca, Y. (2011). Çok Kriterli Karar Verme Metotları ve Analitik Hiyerarşi Süreci İle Matematik Eğitimi Alanında Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- [19] Ersöz, F., ve Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. Savunma Bilimleri Dergisi, 97-125.
- [20] Koçi, E. (2009). Riskli Ortamlarda Karar Verme. Ankara: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.
- [21] Aladağ, Z. (2011). Karar Teorisi. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- [22] Aladağ, Z., Alkan, A., ve Karaca, E. (2011). Otomotiv Sektöründe Emisyon Tarihlerine Bağlı Aşamalı Karar Analizi. XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 602-609.
- [23] Arık, O. A. (2014). Bir Ürünün Bayes Karar Ağacı Yöntemi İle Üretim Kararının Alınması. Kayseri: Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.
- [24] Toraman, D. (2009). Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi: Ulaştırma İçin Güzergah Seçenekleri. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [25] Ulusoy, G. (2013). Karar Ağacı Analizi ile AB Genişleme Kriterlerinin Değerlendirilmesi. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [26] Özcan, B., Özgün, İ. (2020). Relationship Between Consumer Behavior Before And After Purchase In Social Media . Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi , 2 (1) , 1-23.

- [27] Dhouib D.(2014), An extension of MACBETH method for a fuzzy environment to analyze alternatives in reverse logistics for automobile tire wastes, Omega, 42( 1), 25-32, ISSN 0305-0483.
- [28] Pedram A., Yusoff N.B, Udony O.E, Mahat A.B, Pedram P., Babalola A., (2017) Integrated forward and reverse supply chain: A tire case study, Waste Management, 60, 460-470,ISSN 0956-053X.
- [29] Coskun Ö., Gülsen A., Özcan B. (2010). Effecting Factors of Customer Satisfaction at Supply Chain Context An Empirical Investigation at Turkish Manufacturing Industry. International Journal Of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice, 17(4), 287-299.
- [30] Natarajan A.,Balasubramani P.,Tamilarasi A., 2006, Operations research, New Delhi : Pearson Education.
- [31] Taha H.(2006),Operations Research: An Introduction 8th Edition, Publisher : Prentice Hall; 8th edition,ISBN-10 : 0131889230