



**TÜRKİYE'DE ARICILIK SİGORTASI İÇİN
AKTÜERYAL PRİM HESABI**

**2023
YÜKSEK LİSANS TEZİ
AKTÜERYA VE RİSK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

Sümevra SEZER KAPLAN

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU**

TÜRKİYE'DE ARICILIK SİGORTASI İÇİN AKTÜERYAL PRİM HESABI

Sümevra SEZER KAPLAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU

T.C.

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Aktüerya ve Risk Yönetimi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Ocak 2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
TEZ ONAY SAYFASI.....	5
DOĞRULUK BEYANI	6
ÖNSÖZ	7
ÖZ.....	8
ABSTRACT.....	9
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ.....	10
ARCHIVE RECORD INFORMATION	11
KISALTMALAR	12
ARAŞTIRMANIN KONUSU	13
ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	14
ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	15
ARAŞTIRMA HİPOTEZLERİ.....	16
EVREN VE ÖRNEKLEM	16
KAPSAM VE SINIRLILIKLAR	16
1. ARICILIK SEKTÖRÜ VE ARICILIK SİGORTASI	17
1.1. Arıcılık Sektörü	17
1.2. Arıcılık Sigortası.....	23
1.2.1. Sigorta Kavramı.....	23
1.2.2.Arıcılık Sigortası	24
2. BAZI HASAR TUTARI VE HASAR SAYISI DAĞILIMLARI	26
2.1. Hasar Tutarı Dağılımları.....	26
2.1.1. Üstel dağılım (Exponential distribution)	26

2.1.1.1.Üstel dağılım için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi	27
2.1.2. Pareto dağılımı (Pareto distribution)	27
2.1.2.1.Pareto dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi	28
2.1.3. Gamma dağılımı (Gamma distribution)	29
2.1.3.1.Gamma dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi	29
2.1.4. Weibull dağılımı (Weibull distribution).....	30
2.1.4.1.Weibull dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi	30
2.1.5. Log-normal dağılımı (Lognormal distribution).....	31
2.1.5.1.Lognormal dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi.....	32
2.1.6.Üç parametrelili Log-normal dağılımı (Three-parameter Log-normal distribution)	33
2.1.6.1.Üç parametrelili Log-normal dağılım için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi	33
2.2. Hasar Sayısı Dağılımları.....	34
2.2.1. Poisson dağılımı (Poisson distribution).....	34
2.2.2. Binom dağılımı (Binomial distribution).....	35
2.2.3. Negatif binom dağılımı (Negative binomial distribution)	35
2.2.4. Geometrik dağılım (Geometric distribution)	35
3.PRİM HESAPLAMA İLKELERİ VE RİSK MODELLERİ	36
3.1. Prim Kavramı ve Prim Hesaplama ilkeleri	36
3.1.1. Net prim ilkesi	38
3.1.2. Beklenen değer ilkesi	38
3.1.3. Varyans ilkesi	38
3.1.4. Standart sapma ilkesi	39
3.1.5. Sıfır fayda ilkesi.....	39
3.1.6. Esscher ilkesi	39
3.1.7. Düzeltilmiş risk ilkesi.....	40
3.2. Toplam Hasar Modelleri (Aggregate-Loss Models).....	40
3.2.1. Kolektif Risk Modeli.....	41

3.2.1.1. Bileşik Dağılımın (Toplam Hasarın Dağılımının) Özellikleri	41
3.2.1.2. Panjer Özyinelemesi (Panjer Recursion)	41
3.2.1.3. Kolektif Risk Modeli için Normallik Yaklaşımı	42
3.2.2. Bireysel Risk Modeli	42
3.2.2.1. Konvülüsyon Yöntemi	43
3.2.2.2. De Pril Özyinelemesi Yaklaşımı	43
3.2.2.3. Bireysel Risk Modeli için Normallik Yaklaşımı	44
4. UYGULAMA	45
4.1. Literatür Taraması	45
4.2. Verinin İncelenmesi	49
4.2.1. Betimleyici İstatistikler	50
4.3. Kümeleme Analizi	51
4.4. Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Verilerinin Modellenmesi	54
4.4.1. Türkiye Geneli Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Dağılımları	54
4.4.2. Bölgeler Bazında Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Dağılımları	57
4.5. Toplam Hasarın Modellenmesi	63
4.5.1. Türkiye Geneli Toplam Hasar Dağılımı	64
4.5.2. Bölgelerin Toplam Hasar Dağılımları	64
SONUÇ	69
KAYNAKÇA	71
TABLolar LİSTESİ	82
ŞEKİLLER LİSTESİ	83
EKLER	84
Ek 1. Kümeleme Analizi	84
Ek 1.1. Benzerlik veya Farklılık Ölçümleri	85
Ek 1.2. Kümeleme Analizi Teknikleri	86
Ek 1.2.1. Yığımsal Hiyerarşik Kümeleme (Agglomerative Hierarchical Clustering)	86
Ek 1.2.2. K-Ortalamlar Kümeleme (K-Means Clustering)	88
Ek 1.2.3. Model Tabanlı Kümeleme (Model-Based Clustering)	89
Ek 2. İller	90
Ek 3. Kanun ve Karar	92

Ek 3.1. Tarım Sigortaları Kanunu	92
Ek 3.2. Bakanlar Kurulu Kararı	92
Ek 4. Gamma Fonksiyonu	93
ÖZGEÇMİŞ	94



TEZ ONAY SAYFASI

Sümeýra SEZER KAPLAN tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’DE ARICILIK SİĞORTASI İÇİN AKTÜERYAL PRİM HESABI” başlıklı bu tezin Aktüerya ve Risk Yönetimi Programı olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU

.....

Tez Danışmanı, Aktüerya ve Risk Yönetimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Aktüerya ve Risk Yönetimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez sınavı tarihi: 03.01.2023

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ayşe Sevtap KESTEL (ODTÜ)

.....

Üye: Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU (KBU)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Oytun HAÇARIZ (KBU)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Müslüm KUZU

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntıların intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: Sümeyra SEZER KAPLAN

İmza :

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca çalışmalarımı yönlendiren, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren tez danışmanım sayın Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU'na

Tez savunma jürisinde yer alan değerli görüşleriyle tezime katkı sağlayan Dr. Öğr.Üyesi Oytun HAÇARIZ'a ve Prof. Dr. Ayşe Sevtap KESTEL'e,

Bu süreç boyunca beni destekleyen sevgili oda arkadaşım Duygu ÖZKAN'a,

Her zaman yanımda olan ve bugünlere gelmemde büyük katkıları olan sevgili annem Gülsen SEZER ve babam Suat SEZER'e, desteklerini her zaman hissettiğim kardeşlerime, çalışmalarım boyunca birçok fedakârlık gösteren eşim ve biricik kızıma teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, arıcılık sektörünün önemini vurgulayarak Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerin 2014-2021 yılları arasındaki arıcılık sigorta poliçe verilerine göre Türkiye geneli ve coğrafi bölgeleri için aktüeryal primlerin hesaplanmasıdır. Bu amaca uygun olarak öncelikle bir kümeleme analizi yapılmış ve illerin hasar oranları dikkate alınarak benzerlikleri ortaya konulmuştur. Çalışmada Türkiye geneli ve coğrafi bölgeler için toplam hasar kolektif risk modeli ile modellenmiştir. Beklenen toplam hasar ve toplam hasarın varyansı elde edilerek farklı prim hesaplama ilkelerine göre Türkiye geneli ve coğrafi bölgeler için toplam hasara ilişkin prim hesaplamaları elde edilmiştir. Sonuçların bölgeler ve iller bazında karşılaştırılması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarım sigortası; Arıcılık Sektörü, Arıcılık Sigortası, Aktüeryal Prim Hesabı, Kolektif Risk Modeli

ABSTRACT

The aim of this study, emphasizing the importance of the beekeeping sector, is to calculate the actuarial premiums for the general and geographical regions of Turkey according to the beekeeping insurance policy data of the enterprises operating in Turkey between the years 2014-2021. In accordance with this purpose, first of all, a clustering analysis was made and the similarities of the provinces were revealed by considering the claim rates. In the study, the total claim was modeled with the collective risk model for Turkey in general and for the geographical regions. By obtaining the expected total loss and the variance of the total loss, premium calculations for the total loss for Turkey and geographical regions were obtained according to different premium calculation principles. The results were compared on the basis of regions and provinces.

Keywords: Agricultural Insurance; Beekeeping Industry; Beekeeping Insurance; Actuarial Premium Calculation; Collective Risk Model

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Türkiye'de Arıcılık Sigortası İçin Aktüeryal Prim Hesabı
Tezin Yazarı	SümeYra SEZER KAPLAN
Tezin Danışmanı	Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	03/01/2023
Tezin Alanı	Aktüerya ve Risk Yönetimi Anabilim Dalı
Tezin Yeri	KBÜ/LEE
Tezin Sayfa Sayısı	94
Anahtar Kelimeler	Tarım Sigortası, Arıcılık Sektörü, Arıcılık Sigortası, Aktüeryal Prim Hesabı, Kolektif Risk Modeli

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	Türkiye'de Arıcılık Sigortası İçin Aktüeryal Prim Hesabı
Author of the Thesis	Sümeysra SEZER KAPLAN
Advisor of the Thesis	Prof. Dr. Canan HAMURKAROĞLU
Status of the Thesis	Master's Degree
Date of the Thesis	03/01/2023
Field of the Thesis	Actuary and Risk Management Department
Place of the Thesis	UNIKA/IGP
Total Page Number	94
Keywords	Agricultural Insurance, Beekeeping Industry, Beekeeping Insurance, Actuarial Premium Calculation, Collective Risk Model

KISALTMALAR

AKS : Arıcılık Kayıt Sistemi

KVKK : Kişisel Verilerin Korunması Kanunu

TARSİM: Tarım Sigortaları Havuzu

TEPGE : Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü

TKDK : Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu

TSB : Türkiye Sigorta Birliği

r.d. : Rastgele Değişken

o.y.f. : Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

o.f. : Olasılık Fonksiyonu

ARAŞTIRMANIN KONUSU

Uzun yıllardır temel gıdanın üretimi tarım ile ilişkilendirilmektedir. Yaşadığımız çağda, gıda mahsullerinin üretiminde çiftçiliğin ötesinde tarım; ormancılık, arıcılık, kümes hayvanları, süt ürünleri, meyve yetiştiriciliği, vb. faaliyetleri de içermektedir. Hayvancılık ürünlerinin ve gıda mahsullerinin işlenmesi, pazarlanması ve dağıtımı, tarımın parçası olarak kabul edilir. Bu nedenle tarım, tarımsal ürünlerin üretimi, işlenmesi, tanıtımı ve dağıtımı olarak adlandırılabilir. Tarım, ülkelerin kendi ekonomik yapısına göre değerlendirilen bir sektördür.

Tarım sektörü, ülkemiz açısından özellikle son yıllarda önemi gittikçe artan sektörlerden biri olarak 30'dan fazla ürün üretiminde Dünya'da ilk 5'te yer almakta ve 1.827 çeşit tarımsal ürünü 190 ülkeye ihraç etmektedir. Ülkemiz açısından tarım sektörünün durumu göz önüne alındığında, sektörün barındırdığı şiddetli doğal afet ve küresel ekonomik kriz risklerine rağmen, Dünya'nın farklı bölgelerinde yapılan tarımsal faaliyetler içerisinde, küresel boyutta rekabet edebilecek bir sektör konumundadır (TARSİM, 2021).

Türkiye'de 1930'lu yıllarda ilk tarım sigortaları uygulamaları görülmektedir. Teknolojik gelişmelerin Dünya genelinde artmasıyla tarım sigortalarının gelişimi gerekli görülmüştür ve bu gereklilik devlet destekli tarım sigortacılığı sürecini başlatmıştır. 1987 yılından itibaren Türkiye de bu süreci devam ettirmiştir. 1995 yılında Tarım Sigortaları Vakfı (TSV) kurulmuş, 2005 yılında 5363 sayılı Tarım Sigortaları Kanunu yürürlüğe sokularak Tarım Sigortaları Havuzu (TARSİM) ile Tarım Sigortaları Havuz İşletmeleri A.Ş. (İşletici Şirket) faaliyete geçirilmiştir (Çiftyıldız & İsel, 2020).

TARSİM 14/06/2005 tarihinde yayınladığı 5363 numaralı 'Tarım Sigortaları Kanunu' kapsamında "Risklerin teminat altına alınması, standart sigorta poliçelerinin belirlenmesi, hasar organizasyonları, tazminat ödemelerinin yapılması, tarım sigortalarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve diğer teknik hizmetlerin yürütülmesi" amacıyla kurulmuştur.

TARSİM bünyesinde hizmet veren sigorta branşları bitkisel ürün, su ürünleri, büyükbaş-küçükbaş hayvan, arıcılık, sera ve kümes hayvanlarıdır. Türkiye'de arıcılık sigortası, 2019 yılı içerisinde 7.721 poliçe sayısı ile %0,4'lük pay alarak diğer tarım sigorta branşları arasında 5.sırada yer almaktadır.

Arıcılık, tarımsal faaliyetler içerisinde eski zamanlardan beri uygulanan; doğa ve çevreye zarar vermeden yapılabilen bir üretim faaliyetidir (Çukur, 2014). Tarımsal faaliyetlerin içerisinde arıcılık sektörü Dünya ve Türkiye açısından değerlendirildiğinde önemli bir yere sahiptir. Bu önem, sermaye açısından küçük bir sermaye ile yapılabilmesi, yapılma koşulları araziye bağlı olmaması, bitkisel üretime olumlu katkısı ve kısa sürede gelir getirmesinden gelir (Uzundumlu, Aksoy, & Işık). Günümüzde arı ürünleri hakkında yapılan bilimsel çalışmalar oldukça fazladır; bu çalışmalar arı ürünlerine duyulan ilgiyi artırmış ve pazarlama açısından değerini artırmıştır (Demir & Aydalga, 2020). İşletmeler bazında arıcılık faaliyetlerine bakıldığında işletmeler sırası ile üretim, pazarlama, finansman ve insan kaynaklı riskleri ile karşılaşabilmektedir (Bayramoğlu, Kaya, & Karakayacı, 2015). Arıcılık faaliyetleri ile bal, balmumu, polen, arı zehiri, propolis ve arı sütü benzeri ürünler ile oğul arı, ana arı gibi canlı materyal üretme faaliyeti yapılabilir; bu faaliyetlerden de anlaşılacağı gibi arıcılık doğaya bağımlı faaliyetir ve doğanın barındırdığı riskler ile mücadele etmeye mecburdur (Ören, ve diğerleri, 2010). Bu risklerden bazıları sigorta kapsamına alınmaktadır.

Arıcılık sigortasında sigorta kapsamına Arıcılık Kayıt Sistemine (AKS) kayıtlı, modern kovan niteliğinde plakalı olan kovanlarda gerçekleşen zararlar alınır. Genel Şartlar ile Tarife ve Talimatlar çerçevesinde, arıcılık sigortası kovanların; fırtına, sel ve su baskını, deprem, hortum, heyelan, taşıt çarpması, yangın, vahşi hayvan saldırısı, kovanların nakliyesi esnasında; yanma, devrilme, çarpma, çarpışma vb., risklerin neden olduğu zararları temin eder. Bu çalışmada, Türkiye geneli ve coğrafi bölgeler için arıcılık sigortasının aktüeryal priminin hesaplanması düşünülmüştür.

ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu çalışma ile arıcılık sektörünün ve sigortasının önemini ortaya koyarak, Türkiye'deki mevcut arıcılık sigortası için 81 il baz alınarak 2014-2021 yılları arasında arıcılık poliçeleri incelenerek Türkiye geneli ve coğrafi bölgeler için aktüeryal primlerin hesaplanması amaçlanmıştır. TARSİM'den alınan 2014-2021 yılları arasındaki 8 yıllık arıcılık verileri istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Türkiye geneli ve coğrafi bölgeler için hasar verisine uygun istatistiksel dağılım belirlenmiş ve aktüeryal denge göz önünde bulundurularak farklı prim hesaplama prensipleri ve yükleme faktörlerine göre aktüeryal primler hesaplanmıştır.

Çalışmada odak nokta, TARSİM kapsamında yer alan arıcılık sigortası için aktüeryal adil prim hesaplamasıdır. YÖK veri tabanında tarım sigortalarında prim hesaplanması ile ilgili (doktora + yüksek lisans) kasko sigortaları, tarım sigortaları ve hayat sigortaları ile ilgili tez çalışması bulunmaktadır. Arıcılık sigortası için prim hesaplamayı baz alan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2016-2019 yıllarına ilişkin arıcılık sigortası kapsamında poliçe sayılarına bakıldığında 2016 yılı 9.998 ;2017 yılı 9.803; 2018 yılı 10.489 ve 2019 yılı 7.721 adet olduğu görülmektedir (TARSİM, 2021). Poliçe sayılarında 2019 yılı için bir düşüş gerçekleşmiş düşüşün nedeninin sigorta bedeli olduğu düşünülmektedir. Poliçe sayılarında 2019 yılındaki düşüş, prim tutarlarının incelenmesi gerekliliğini göstermektedir. Bu gereklilik, bu alanda çalışmalar yapılmasını önemli kılmaktadır. Arıcılık sigortası için adil prim hesaplanmasının gerekli olduğu düşünülmüş ve bu çalışmada arıcılık sigortası için aktüeryal prim hesabı yapılmıştır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Tarım sigortaları için belirlenen fiyatlandırmanın doğru olması için aktüeryal adil primin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, arıcılık sigortası için güncel fiyatlandırmanın yapılması amaçlanmıştır. Beklenen yükümlülüklerin ve beklenen prim ödemelerinin bugünkü değerlerinin eşit olması ön şartı ile aktüeryal adil primin doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Risk analizi ve meydana gelmesi beklenen hasarın doğru bir şekilde tahmin edilmesi sağlandığında ancak bu denge sağlanacak ve prim doğru bir şekilde belirlenebilecektir. Bu amaçla elde edilen veriler kapsamında kümeleme çalışması ile iller benzerliklere göre ayrılmış, coğrafi bölgelere göre ayrılmış grupların hasar tutarı ve hasar sayısı dağılımları hesaplanmış ve son olarak toplam hasar dağılımları ele alınarak aktüeryal adil prim hesabı yapılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde arıcılık sektörü ve arıcılık sigortası anlatılmış, ikinci bölümde hasar tutarı ve hasar sayısı dağılımları incelenmiş ve üçüncü bölümde prim hesaplama ilkeleri ve risk modelleri verilmiştir. Dördüncü bölüm çalışmanın uygulama kısmını kapsamaktadır. Beşinci bölümde sonuç ve öneriler verilmiştir.

ARAŞTIRMA HİPOTEZLERİ

Bu tez çalışmasında kümeleme analizi için “Arıcılık sektöründe hasar sayısı ve hasar tutarı dağılımları ilden ile farklılık gösterir mi?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Parametre tahmini için kurulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

H_0 : Hasar tutarı Üstel/Gamma/Weibull/Log-normal/Log-normal(3p) dağılımına uygundur.

H_1 : Hasar tutarı Üstel/Gamma/Weibull/Log-normal/Log-normal(3p) dağılımına uygun değildir.

EVREN VE ÖRNEKLEM

Bu tez çalışmasının evreni “Türkiye’de arıcılık sektörüyle uğraşan tüm birimler”dir. Örneklemi ise “Türkiye’de 2014-2021 yılları arasında arıcılık sektörü ile uğraşan, kayıtlı tüm birimler”dir.

KAPSAM VE SINIRLILIKLAR

Araştırmanın kapsamında TARSİM’den alınan 2014-2021 yılları arasındaki 8 yıllık arıcılık verileri yer alır. Bu veriler Türkiye’deki 81 il için yıllık toplam poliçe sayısı, hasar ödenen poliçe sayısı, toplam kovan sayısı, hasar ödenen kovan sayısı ve toplam ödenen hasar tazminatını içermektedir.

1. ARICILIK SEKTÖRÜ VE ARICILIK SİGORTASI

1.1. Arıcılık Sektörü

Arıcılık, farklı tarım kollarıyla uyumlu olarak yürütölme imkânı olan ve topraktan bağımsız yapılabilen yetiştiricilik kolu olarak bilinir. Üretim faaliyeti olarak düşünöldüğünde arıcılık; arı, emek ve bitkisel kaynakların bir arada kullanıldığı, bunun sonucunda polen, propolis, bal, arı sütü, arı zehiri benzeri ürünleriyle paket arı, ana arı, oğul benzeri canlı ürünlerinin üretiminin sağlandığı bir üretim koludur. Bitkisel üretimlerin birçoğı, karşılıklı yarar sağlayarak arıcılık ile sürdüröllebilir. Bitki ve çiçeğın olduğı her mekânda, deniz seviyesinden binlerce metre yüksek yaylalarda bile arıcılık yapılabilir (TKDK, 2020).

Arıcılık, gıdanın güvence altına alınması, yoksulluğun azaltılması, sağlık, çevre koruma ve bitki tozlaşması için önemli faktörlerden biridir. Son yıllarda birçok biyotik ve abiyotik faktör tarafından arıcılık uygulamaları sorgulanmaktadır. Bu faktörlerin bal arılarını ve arı ürünlerini bütöncöl veya tek olarak etkilediğı bilinmektedir. Bu etkilerden bal arısı kolonilerinin ve ürünlerinin azalmasına neden olanlar aşğıdaki gibi sıralanabilir; aşırı sıcaklık, bağıl nem, su kıtlığı, çiçek bitkilerinin ormansızlaşması gibi iklim faktörleri, zayıf arıcılık uygulamaları, sentetik böcek ilaçları, hastalıklar ve eklembackalı zararlıları gibi insan faktörleri, vb. Çok çeşitli kullanımlar ve uygulamalar için bal ve diğler kovan ürünleri önemli olduğundan, bu ürönlere yönelik dünya pazarındaki talep büyük ölçöde artmıştır (Wakgari & Yigezu, 2021).

Materyal olarak canlı bir organizma olan arıyı kullanan arıcılık sektörü, bu canlılığın getirdiğı özellikle birlikte tanınma, bakım ve yönetim ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Arı yetiştiriciliğı sürecinin en önemli basamağı gözlemciliğı iyi yapabilmektir. Bu süreç, ihmal veya dikkatsizliğı kabul etmez, herhangi bir ihmal bir yılın tamamını etkileyebilecek bir bedel gerektirebilir. Bir yıl içerisinde yapılan her işlem birbirinden etkilendiğı için, yıl içerisinde yapılan üretim, bakım ve yetiştirme çalışmaları sonucu ulaşılan başarı önceki dönemin çalışmalarıyla elde edilir. Arı kolonilerinin ilkbaharda gösterdiği güç ve kışlamaları, sonbaharda yapılan uygulamalar ile kış öncesi arı popölasyonu, kışlık bal ve ana arı stoğuna bağılıdır. Kış girmeden sonbaharda gerekli tedbirler alındığında, popölasyon bakımından yeterli sayıda genç arısı olan koloniler, kış için yeterli yiyeceğı de olduğunda bahara çıkarken güçlü ve

sağlıklı olabileceklerdir. Arı yetiştiriciliği sürecinde gereken özel bakımın yanı sıra, sektörün birçok avantajı vardır. Kısa zamanda gelir getirmesi, az sermaye ile yapılabilmesi ve mekân açısından bakıldığında herhangi bir arazi varlığına ihtiyaç duyulmaması avantajlarından bazılarıdır. Bahsedilen özellikler tarımsal faaliyetler arasında arıcılığı ayrıcalıklı bir yere koymaktadır (TEPGE, 2021).

Arıcılık tarihine baktığımızda, mağara resimleri, tarihi buluntular ile arı fosilleri arıcılığın MÖ7000’li yıllara dayandığını göstermektedir. Mısırlılar 4000 yıl önce Firavun mezarlarından bal ve balmumları kullandığı ve hanedanlardan olan bir kişinin simge olarak arıyı kullandığı bilinmektedir. Babilliler, gıda ve ilaç olarak balı kullanmışlardır. Aristo (MÖ 384-322), kovanda üç tip arının ana, erkek ve işçi arı olarak bulunduğunu, arıların çiçek tozlarını topladıklarını, işçi arılar arasında iş bölümünün bulunduğunu ve işçi arılarının su taşıdığını Hayvanlar Tarihi isimli eserinde belirtmiştir. Yunanlıların arıcılık esnasında çeşitli kovan kullandıkları bilinmektedir. Bunlardan bilinenleri sepet kovan, tahtadan yapılmış kovan ve saplar ile örülmüş kovanlardır. Boğazköy kazıları sonucu, Hititler devrinde (MÖ 1300’lü yıllar) arıcılık faaliyetlerinin zirai faaliyetler arasında önemli bir yer tuttuğu ortaya çıkmıştır. Ekonomik açıdan ülkeye önemli derecede katkısı olduğu bilinen arıcılık, son yıllarda dünya genelinde önemli gelişmeler gösteren bir sektör olduğu gibi ülkemizde de gelişimine devam etmektedir (Sancak, Zan Sancak, & Aygören, 2013).

Günümüzde arıcılık faaliyetlerinin dünya genelindeki durumuna baktığımızda, tarımsal faaliyetler içerisinde yaygın yapılanlar arasında olduğu görülmektedir. TEPGE 2021 raporlarına göre 2019 yılı içerisinde yapılan bal üretiminin %41,3’ünün ticareti yapılmış, bal ürünlerindeki dış satım miktarının %90’ı bal üretimi yapan yaklaşık olarak 20 ülke tarafından yapılmıştır. Ülkemiz açısından arıcılık faaliyetlerine baktığımızda, bitki çeşitliliğinin fazla olması ve ayrıca arı ırkı açısından da zengin oluşu avantajlı bir konumda bulunmamızı sağlamıştır. TÜİK 2020 yılı verilerine göre, Türkiye’de 8,2 milyon arı kovani, 80 bin arıcılık yapan işletme ve sektörden geçimini sağlayan 150 binden fazla aile mevcuttur. Ülkemizde toplam 109 bin 330 ton bal üretilmektedir. Muğla, 935 bin 463 kovan kapasitesiyle Ege bölgesinde ilk sırada yer almaktadır. Ege Bölgesi ise, Dünyada çam balı üretiminde birincidir ve çam balı üretiminin yüzde 92’sini karşılar (TÜİK, 2022). Arı ürünlerinden balın dış ticareti Türkiye’de süzme bal ve petek bal olarak yapılmaktadır. Genel olarak ülkemizde üretilen balın çoğunluğu yurt içinde tüketilmektedir, 2020 yılı için bal üretiminin %5,8’i ihraç edilmiştir. Bu bal ihracatının

%69,8'i süzme bal olarak yapılmıştır. Dünya genelinde bal üretimi sıralamasında Türkiye 2. sırada yer almakta, fakat ihracatta 22. sırada bulunmaktadır. Mevcut durumun temel sebebi, verim düşüklüğünden kaynaklı bal maliyetinin artması ve piyasa rekabetinin azalması olarak açıklanabilir (TEPGE, 2021).

2019 Aralık ayı itibariyle görülmeye başlanan ve kısa sürede dünya genelinde etkisini gösteren Covid-19 salgınıyla girilen pandemi süreci, tüm insanlığı etkilediği gibi diğer canlı organizmaların yaşam seyrini de etkilemiştir. Pandemi süreciyle alınan karantina önlemlerinin de arılar açısından çok yönlü etkisi olduğu düşünülmektedir; arılarda beslenme yetersizliği ve ürün elde edilme aşamasına bağlı pazar problemleri bunlardan bazılarıdır. Pandemi sürecinin başlamasından günümüze gelinceye kadar Türkiye'de benzeri endişeler taşıyan arıcılar için, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından etkili politikalar uygulamaya konulmuştur. Arıcıların arı ürünleri üretiminde, pazara ulaşımında ve devam eden süreçte arıcılık faaliyetleri desteklenmiş, üretim açısından sorun yaşanmaması sağlanmaya çalışılmıştır.

2021 yılı 28 Temmuz-12 Ağustos arasında Türkiye'de görülen orman yangınları, 49 ilde görülmüş ve 299 ormanın yanması sonucu 8 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu orman yangınlarında yüzbinlerce hektar orman alanı tahrip olurken binlerce hayvan da hayatını kaybetmiştir. Dünyada çam balı üretiminde birinci olan ve çam balı üretiminin yüzde 92'sini karşılayan Ege bölgesi yangınla büyük zarar görmüştür. Orman yangınları sonucunda arıların da yaşam alanları tahrip olmuş, bunun sonucu olarak arı ürünlerinde de azalma olması beklenmektedir.

Dünya literatürüne baktığımızda, arıcılık sektöründe teknolojik yenilik ve arı ürünlerinin verimliliği için yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan önemli görülenler aşağıda özetlenmiştir.

Abdel-Raziq v.d. (2021), tozlaşma aktivitesini izlemek için minyatür uçuş kaydedicilerle donatılmış ve bu kaydedicilerle yönetilen bal arısı kolonilerinden yararlanılmasını sağlayacak yöntemler denemişlerdir. Bu sayede bal arısı uçuşları takip edilerek, mahsul tozlaşmalarına ilişkin bilgi edinilebilecek ve üreticilerin verimi ve kaynak tahsisinin iyileştirilmesine olanak sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Arı ürünlerinin ekonomik verimliliğinin artırılması ile ilgili yapılan Petrovets v.d. (2021)'in çalışmalarında, yeni tasarım arı kovanı ve arı kolonilerinin üretkenliğinin maddi kaynakların kullanımı ile artırılması önerilmiştir. Bu amaçla, yeni bir tasarım

olarak bir kovanda iki arı ailesine izin veren iki bloklu bir arı kovanı tasarımı önerilmiştir. Birleştirilmiş teknolojik bölme ile iki bloklu kovanın barındırıldığı arı kolonilerinin gelişiminin ekonomik ve matematiksel modeli sunulmuştur. Arıları geliştirmiş iki bloklu kovanlarda tutmanın, arıcılık alanında büyük umutlar yaratacağı öne sürülmüştür.

Kovan başına yetişkin bal arısı sayısının doğru bir şekilde ölçülmesi, çiftçilerin mahsul tozlaşma talebini karşılamak için ihtiyaç duydukları koloni sayısını ayarlamaları açısından kritik öneme sahiptir. Chabert v.d. (2021)'in çalışmalarında, yaygın arıcılık işlemlerine dayalı olarak kolonilerin yetişkin işçi popülasyon büyüklüğünü tahmin etmek için istilacı olmayan yöntem (non-invasive method) denenmiştir. Bu yöntem, arıcılar, bilim adamları veya arı simsarları gibi her tür gözlemci için sahadaki bir bal arısı kolonisinin yetişkin popülasyon büyüklüğünü rutin olarak değerlendirmek için basit, hızlı, istilacı olmayan ve yeterince sağlam olan bir yöntem şeklinde açıklanmaktadır. Tahmin hatasını azaltmak için, gözlemcilerin bu yöntemi rutin olarak kullanmadan önce birkaç koloni üzerinde uygulaması önerilmiştir.

Tozlayıcı sığınaklar olarak nitelendirilen kır çiçeği şeritleri, yabancı tozlayıcı düşüşlerini azaltmak ve mahsul tozlaşma hizmetlerini teşvik etmek amacıyla kır çiçeklerinin şeritler halinde çiftliklere ekilmesiyle uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemden bal arısı kovanlarının etkilenip etkilenmediği bilinmemektedir. Bu belirsiz durumu düzeltmek için Angelella, McCullough, ve O'Rourke (2021)'un çalışmalarında Orta Atlantik ABD'deki 21 çiftlikte kır çiçeği şeritlerinin ve bal arısı kovanlarının ve/veya bunların etkileşimlerinin yabancı arı topluluklarını ve tozlayıcıya bağımlı iki mahsulün meyve sayısını nasıl etkilediği incelenmiştir. Çalışmada, bal arısı kovanlarının çiftliklerdeki meyve sayısını ve yabancı arı popülasyonlarını olumsuz yönde etkileyebileceğini ve kır çiçeği şeritlerinin sağladığı faydaların bu olumsuz etkileri telafi etmeyebileceği sonucuna varılmıştır. Bal arısı kovanlarını kır çiçeği şeritleri olan çiftliklerde tutmak, koruma ve tozlaşma hizmetlerini azaltabileceği bulunmuştur.

Aylanc v.d. (2021)'in çalışmalarında, arı poleni ve arı ekmeği üzerinde yapılan çalışmada, diyet fitokimyasal bileşikleri içermesi bakımından, gıda endüstrisi ile insan sağlığı açısından olumlu etkileri dikkate alındığında, doğal ve fonksiyonel bileşenler olarak üretim ve kullanım açısından muazzam bir potansiyele sahip oldukları ifade edilmektedir.

Göçmen(gezginci) arıcılık, bal arısı kolonilerinin ürün verimini ve tozlaşma hizmetlerini artırmayı amaçlayan geniş kapsamlı bir uygulamadır. Bununla birlikte, hastalıkların yayılmasını kolaylaştırdığı ve ilgili kolonilerin genetik kimliğini tehlikeye atabileceği için bir stres faktörünü temsil etmektedir. Bu etkilerin kapsamını anlamak için yapılan Jara v.d. (2020)'nın çalışmasında, göçmen arıcılık uygulamalarının bal arısı kolonilerinin sağlığı ve genetik çeşitliliği üzerinde çeşitli etkilere sahip olduğunu ve sürdürülebilir arıcılığın geliştirilmesi için dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Kadlikova (2020)'nın çalışmasında, şüpheli zehirlenme olaylarından kaynaklanan ölü / ölmekte olan arılardaki pestisitleri ve hükümet protokollerine göre şüpheli mahsul kaynağını karşılaştıran ve yakın zamanda kovan içi kontaminasyonu belirlemek için kuluçka peteğinden toplanan canlı arılar ve arı ekmeği analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, arı ekmeğinden ve kuluçka peteğinden gelen arılardaki pestisitlerin analizinin, yakın zamandaki kovandaki kontaminasyonun boyutunu bilgilendirmek için zehirlenme olaylarında ölü arıya ve şüpheli mahsul analizine faydalı bir katkısı olduğu kanısına varılmıştır.

Hristov v.d. (2020) çalışmalarında, bal arısı kayıplarıyla ilgili çalışmada kayıplara neden olan etkenlerden en önemlileri şu şekilde tespit edilmiştir; arıcılık uygulamaları ve ıslahı, zararlılar ve hastalıklar, arı yönetimi, iklim koşullarındaki değişiklik, tarımsal uygulamalar ve pestisit kullanımı.

Arıcılık ile ilgili Türkiye'de yapılan çalışmaların arı yetiştiriciliği yapan işletmelerin özellikleri, arıcılığın yapısını tanıma, arıcıların balı üretim ve pazarlaması aşamasında yaşadıkları zorluklar, Türkiye'de arıcılık sektörünün pazarlama sorunu ile ilgili olduğu görülmektedir.

Çevrimli ve Sakarya (2018)'nin çalışmalarında, arı işletmeciliği yapan Denizli, Muğla ve Aydın illerindeki işletmelerin üretime ilişkin sorunları ve yapısal özellikleri incelenmiştir. Çevrimli ve Sakarya (2018), arı yetiştiricilerinin yaklaşık %60'ının ilkokul mezunu olduğu, ortalama yaşlarının 50 ve yetiştiricilik tecrübelerinin ortalama 17 yıl olduğunu belirtmişlerdir. Arı yetiştiriciliğinde uzmanlaşmanın %20 civarında olduğu işletmelerin kovan başına üretilen ortalama bal veriminin %14 civarında olduğu bulunmuş ve bu bulgulara göre daimî bir şekilde arı yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için üretici profilinin kritik olduğu sonucuna varılmıştır. Arıcılık işletmelerinin modern uygulamalar diyebileceğimiz alet, ekipman ve bilişim teknolojileri uygulamalarına

uyum süreçlerinin işletme ölçeğiyle doğru orantılı bir şekilde değiştiği görülmektedir. Arıcılıkta uzmanlaşma ve deneyim ile, işletmelerin büyük ölçekli olması, ülkemizdeki arıcılık yatırımlarının modernleşmesi için gerekli görülmektedir (Adanacıoğlu, Topal, & Kösoğlu, 2020).

Tunca ve Çimrin (2012), Kırşehir ilindeki 118 arı yetiştiricisi ile anket yoluyla yaptıkları çalışmada, arıcılıkta yaşanan sorunlar ve bu sorunlara yetiştiricilerin getirdiği çözüm önerileri alınmıştır. Kışlatma ve hastalığa bağlı olarak toplam koloni sayısı bakımından önemli derecede kayıpların olduğu belirlenmiştir. Arıcı birliklerinin etkin kılınmasının önemi belirtilmiş; yönetim birimlerinin ve uygulamaların denetlenmesinin gerekliliği belirtilmiştir. Arı yetiştiricileri, tarım sigortası kapsamının genişletilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır.

Ayçiçeği balının önemli çoğunluğunun yetiştirildiği Trakya bölgesinde 240 arıcının üretim ve pazarlama sürecinde yaşadıkları sorunların ve Türkiye’de arıcılık sektörünün mevcut durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen iki farklı çalışma benzer sonuçlar vermiştir. Üretim sorunlarından önemli olanlar devlet ve birlik desteğinin yetersizliği, bal ormanlarının azlığı, tüketim açısından arı ürünlerinin yurt için fazla olmaması ve artırılabilmesi, zorunlu ihtiyaçları karşılamadaki zorluklar olarak belirtilmiştir. Pazarlamada yaşanan sorunların belirgin olanları taban satış fiyatının ve kalite standartlarının arı ürünleri piyasası için belirlenmemiş olması, arı üreticiden tüketiciye ulaştıracak sitemin olmaması, sahte bal piyasasının varlığı, barkod sistemi ile balın kayıt altına alma işlemleri olarak belirtilebilmiştir (Demirkapılar, 2019; Ceyhan, ve diğerleri, 2016). Arı ürünlerinin pazarlaması, maliyeti, üretici-tüketici arasındaki sevkiyat ile ilgili benzer sorunlar Muğla’nın Milas ilçesinde yapılan bir çalışmada görülmektedir (Çukur F. , 2014).

Literatürde arıcılık sigortası ile ilgili kayda değer bir çalışma bulunamamıştır.

Çevrimli ve Sakarya, 2017 yılındaki çalışmasında arıcılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı TR32 Bölgesi’nde 73 tane arıcılık işletmesine anket uygulamışlardır. Uyguladıkları anket ile, TARSİM uygulamalarına dair bilgilerinin ne durumda olduğu ve bu uygulamalarına dair görüşlerinin alınması amaçlanmış, bu amaçla 2014-2015 üretim döneminde, bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bildirilen sayılara göre 28 işletme (%38) arılı kovan sigortası yaptırmış, 45 işletme (%62) çeşitli nedenlerden dolayı sigorta yaptırmamıştır. Kovan başına ödenen sigorta prim bedelini sigorta yaptıran

işletmelerden %32,12'sinin bildiği, %67,9'unun bilmediği tespit edilmiştir. İşletmelerin arılı kovan sigortası yaptırmama nedenleri; teminatların geniş kapsamlı olmaması, giderler bakımından işletmeye yük olması, sigorta kapsamında yapılan ödemelerde işletmecilerin ihmalinden dolayı mağduriyet yaşanması ve mağduriyet yaşanacağı düşüncesi olduğu tespit edilmiştir.

1.2. Arıcılık Sigortası

1.2.1. Sigorta Kavramı

Her devirde yaşayan farklı toplumların insanları, yaşamları boyunca doğal ortamdan ve sosyal yaşamdan kaynaklanan birçok risklere, tehlikelere maruz kalmışlardır. Tehlikeler belli hasarlara sebep olurken hasar olma ihtimali de hayatın her alanındaadır. Bir hasarın olup olmayacağı kesin olmamasına rağmen öngörülebilir hasar olması bu hasara ilişkin önlem alınabilmesine olanak sağlar. Hasarın belirsizliği nedeniyle 'riziko' (ekonomik kayıp olasılığı) kavramı gündeme gelmiştir. Sigorta, bu rizikolara karşı duyulan güvenlik gereksinimi sonucu ortaya çıkmıştır (Güvel & Güvel, 2018).

Sigortacılık faaliyetlerini üstlenen sigorta şirketleri, tüketicilerin normal hayatta karşılaşabilecekleri risk unsurlarını inceleyerek yeni sigorta ürünleri geliştirmektedirler. Bu sigortacılık faaliyetlerinde, sigorta yaptıracak kişilerin ekonomik ve sosyal statüleri doğrudan etkilidir. Bunun yanında doğal afetler veya devletin sigortalama için zorunlu tuttuğu alanlar gibi çeşitli sebepler sigortacılık faaliyetlerini etki etmektedir (Günay, 2019).

Ticaretin gelişmesi ile, kara ve deniz yolunda ticari malların nakliyesinin yapıldığı dönemlerde, haydutlar ve korsanlar tarafından saldırı tehlikelerine karşı alınan tedbirler neticesinde sigortanın temelleri atıldığı düşünülmektedir (Çekici & İnel, 2013).

2021 itibarıyla ölkemizde 65 sigorta şirketi bulunmaktadır. şirketlerin 3'ü reasürans, 6'sı hayat, 15'i hayat/emeklilik, 41'i hayat-dışı sigortaları şirketidir.

1.2.2. Arıcılık Sigortası

TARSİM tarafından kapsama alınacak riskler 5720 sayılı Bakanlar Kurulu Karar'ı ile belirtilmektedir. Genel Şartlar ile Tarife ve Talimatlar çerçevesinde, arıcılık sigortası kovanların; fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, taşıt çarpması, sel ve su baskını, vahşi hayvan saldırısı, kovanların nakliyesi esnasında; çarpma, çarpışma, devrilme, yanma vb., risklerin neden olduğu zararları temin eder. Risk incelemesinin gerekli görüldüğü durumlar ve incelemeler sonrası TARSİM tarafından sigorta için uygun olmadığı düşünülen riskler teminat altına alınmaz. 5363 no'lu Tarım Sigortaları Kanunu madde 12'e binaen, kapsama altına alınan risklere ilişkin teminatlar Cumhurbaşkanınca belirleneceği belirtilmektedir.

Devlet Destekli Arıcılık Sigortası'nda AKS sistemine kayıtlı modern kovan niteliğinde plakalı olan kovanlarda gerçekleşen zararlar alınır. En az 30 kovan sayısı olması ve AKS'ye kayıtlı olan tüm kovanların sigortalı olması sigorta kabul şartlarında yer alır. Modern kovan; dip tahtası, kapak, ballık, çerçeveler, kuluçkalık ve örtü tahtası gibi bölümleri olan kovanları ve kütük kovanları belirtir. Arıcılık sigortası uygulamalarında illere veya bölgelere göre fiyatlandırmada farklılık uygulanmaz, her ilin prim fiyatlandırması aynı olarak yapılır.

Bu sigorta kapsamında teminat kapsamındaki durumlar aşağıda belirtilmektedir.

Fırtına Teminatı; rüzgârın hızı 60 km/saat' in üstünde ve yüksekliği 10 metre civarında ise fırtına oluşmuş demektir. Fırtına etkisi ile sürüklenen veya atılan şeylerin çarpmasıyla oluşan zararları,

Hortum Teminatı; silindir şeklinde dönerek gezen şiddetli bir rüzgâr türü olan hortum etkisiyle oluşan zararları,

Yangın Teminatı; yangın, yıldırım veya çok güçlü patlama olarak bilinen infilakın etkisiyle veya bunların sonucunda çıkan hararet, buhar ve dumanın etkisiyle oluşan zararları,

Heyelan Teminatı; toprak kayması olarak da isimlendirilen heyelan, kayadan oluşan zeminin ya da doğal olmayan malzeme ile yapılan yamacın, aşırı yağış, su, eğim, yerçekimi gibi kuvvetlerin etkisiyle dışa ve aşağı doğru hareketiyle oluşan zararları,

Deprem Teminatı; depremin doğrudan sebep olacağı yer kayması, toprak çökmesi veya infilak gibi olaylardan oluşan zararları,

Taşıt Çarpması Teminatı; deniz, kara ve hava araçlarının kovanların nakliyesi süresinde çarpma etkisiyle, sigortalı kovan ve kovan içerisindeki arı kolonisinde oluşan zararları,

Sel, Su Baskını Teminatı; Göl, çay, kanallar, vadi, nehir ve dere yataklarının, kar erimesi veya yoğun yağış sonucu oluşan su kütlesini yüklenerek taşması sonucu ani su akıntılarının etkisiyle oluşan zararları, ifade eder.

Yukarıda verilen tanımlar, teminatların genel açıklamasıdır. Tarım Sigortaları Havuzu eksper raporları meydana gelen risklerin, sigorta yaptırılan kovana etkisinin ne olduğunu belirlemek için esas alınır.



2. BAZI HASAR TUTARI VE HASAR SAYISI DAĞILIMLARI

2.1. Hasar Tutarı Dağılımları

Bu bölümde, sigorta ve finasta hasarları modellemek için kullanılan klasik dağılımların bazıları incelenecektir. Üstel, Gamma ve Weibull gibi dağılımlar hayatta kalma analizi ve mühendislik uygulamalarında sıklıkla kullanıldıklarından en bilinenlerdir. Diğer yaygın olan hasar dağılımlarından Pareto ve Log-normal dağılımları da ele alınacaktır (Boland, 2007). Bu dağılımların en çok olabilirliğe dayalı parametre tahminleri her dağılımın devamında kısaca verilmiştir. Ayrıca, her dağılım için enflasyon etkisi de incelenmiştir.

2.1.1. Üstel dağılım (Exponential distribution)

Üstel dağılım, modellemede kullanılan en basit ve en temel dağılımlardan biridir. Rastgele değişken(r.d.), tanım bölgesi $\{x > 0\}$ olan X r.d., λ parametresi ile üstel dağılıma sahip ise, olasılık yoğunluk fonksiyonu(o.y.f.) $f(x; \lambda) = \lambda e^{-\lambda x}$, dağılım fonksiyonu $F_X(x) = 1 - e^{-\lambda x}$ ve yaşam fonksiyonu $S_X(x) = e^{-\lambda x}$ biçimindedir. X r.d.'nin ortalama ve varyans sırası ile $E(X) = \frac{1}{\lambda}$ ve $Var(X) = \frac{1}{\lambda^2}$ dir. X 'in moment çıkaran fonksiyonu herhangi bir $t < \lambda$ için mevcuttur ve $M_X(t) = \frac{\lambda}{(\lambda - t)}$ ile verilir. Üstel bir r.d. için ortalama ve standart sapma aynıdır (Boland, 2007).

Hasarlarda enflasyon nedeniyle k ($k > 0$) artış olması durumunda $X \sim \text{Üstel}(\lambda)$ iken $Y = kX$ r.d.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_Y(y) = f_X(g^{-1}(y)) \left| \frac{dg^{-1}(y)}{dy} \right|,$$

ve

$$g^{-1}(y) = \frac{y}{k}, y > 0 \text{ dan}$$

$$f_Y(y) = \frac{\lambda}{k} e^{-\frac{\lambda}{k} y}, y > 0 \text{ için}$$

biçimindedir. Bu durumda Y r.d. $\frac{\lambda}{k}$ parametresi ile üstel dağılıma sahiptir.

Üstel dağılım için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, λ parametrelili üstel dağılımdan seçilmiş n büyüklükte rasgele bir örneklem olsun. Üstel dağılımın olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\lambda; x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \lambda(e^{-\lambda x_i}) = \lambda^n (e^{-\lambda \sum_{i=1}^n x_i}) = \lambda^n (e^{-\lambda n \bar{x}}), \quad (2.1)$$

biçimindedir.

Eş (2.1)'de

$$\bar{x} = \frac{1}{1/n \sum_{i=1}^n x_i},$$

örneklem ortalamasıdır.

Olabilirlik fonksiyonunun logaritmasının türevi;

$$\frac{d}{d\lambda} \ln L(\lambda; x_1, \dots, x_n) = \frac{d}{d\lambda} (n \ln(\lambda) - \lambda n \bar{x}) = \frac{n}{\lambda} - n \bar{x} \begin{cases} > 0 \text{ eğer } 0 < \lambda < \frac{1}{\bar{x}} \\ = 0 \text{ eğer } \lambda = \frac{1}{\bar{x}} \\ < 0 \text{ eğer } \lambda > \frac{1}{\bar{x}} \end{cases} \quad (2.2)$$

ve λ parametresinin en çok olabilirlik tahmini

$$\hat{\lambda} = \frac{1}{\bar{x}}. \quad (2.3)$$

biçimindedir.

2.1.2. Pareto dağılımı (Pareto distribution)

$\alpha(\alpha > 1)$ ve $\lambda(1 < \lambda < x)$ parametreleri ile X r.d. iki parametrelili Pareto Dağılımına sahip ise, o.y.f. $f(x; \alpha, \lambda) = \frac{\alpha \lambda^\alpha}{(\lambda + x)^{\alpha+1}}$, dağılım fonksiyonu;

$F_X(x) = 1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda + x}\right)^\alpha$, yaşam fonksiyonu $S_X(x) = \left(\frac{\lambda}{\lambda + x}\right)^\alpha$ biçimindedir. Beklenen değeri $\alpha > 1$ için $E(X) = \frac{\lambda}{(\alpha-1)}$ ve varyansı $\alpha > 2$ için $Var(X) = \frac{\alpha \lambda^2}{\{(\alpha-1)^2(\alpha-2)\}}$ 'dir (Boland, 2007).

Enflasyonun etkisi incelendiğinde, $Y = kX$ r.d.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_Y(y) = \frac{\alpha \lambda^\alpha}{\left(\lambda + \frac{y}{k}\right)^{\alpha+1}} \frac{1}{k},$$

$$f_Y(y) = \frac{\alpha(k\lambda)^\alpha}{(k\lambda + y)^{\alpha+1}}, y > 0 \text{ için}$$

biçiminde elde edilir. Bu ise α ve $k\lambda$ parametreleri ile Pareto olasılık yoğunluk fonksiyonudur.

Pareto dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, $\theta = \alpha, \lambda$ parametreleriyle Pareto dağılımından seçilen n büyüklüğünde rasgele bir örneklem olmak üzere, Pareto dağılımının olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \alpha \frac{\lambda^\alpha}{(x_i)^{\alpha+1}} = \alpha^n \lambda^{n\alpha} \prod_{i=1}^n \frac{1}{x_i^{\alpha+1}}.$$

biçimindedir.

Log-olabilirlik fonksiyonu,

$$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n) = n \ln \alpha + n \alpha \ln \lambda - (\alpha + 1) \sum_{i=1}^n \ln x_i. \quad (2.4)$$

$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)$, λ ile monoton artış gösterir. $x \geq \lambda$ olduğu için,

$$\hat{\lambda} = \min_i x_i \quad (2.5)$$

ve

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \alpha} = \frac{n}{\alpha} + n \ln \lambda - \sum_{i=1}^n \ln x_i = 0 \text{ dan} \quad (2.6)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\ln x_i - \ln \hat{\lambda})}$$

biçiminde elde edilir.

2.1.3. Gamma dağılımı (Gamma distribution)

X r.d., α ve β parametreleriyle ($\alpha > 0$ ve $\beta > 0$), $x > 0$ için;

$f(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \cdot x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}$ o.y.f.'na sahipse Gamma dağılır. $\Gamma(n)$ Gamma fonksiyonudur. α parametresi Gamma dağılımının şekil parametresi, λ ise ölçek parametresi olarak adlandırılır.

Moment çıkaran fonksiyonu $t < \frac{1}{\beta}$ için $M_X(t) = \frac{1}{(1-\beta t)^\alpha}$, beklenen değeri

$E(X) = \alpha\beta$ ve varyansı $Var(X) = \alpha\beta^2$ biçimindedir (Tse, 2009).

Gamma fonksiyonu Ek 4'te daha ayrıntılı biçimde verilmiştir.

Hasarlarda enflasyon nedeniyle k ($k > 0$) artış olması durumunda $Y = kX$ r.d.'nin o.y.f.,

$$f_Y(y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \left(\frac{y}{k}\right)^{\alpha-1} e^{-\frac{y}{k\beta}} \frac{1}{k},$$

$$f_Y(y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)(k\beta)^\alpha} y^{\alpha-1} e^{-\frac{y}{k\beta}}, y > 0 \text{ için}$$

biçimindedir. $Y = kX$ r.d. α ve $k\beta$ parametreleriyle Gamma dağılır.

Gamma dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, $\theta = \alpha, \beta$ parametreleriyle Gamma dağılımından seçilen n büyüklüğünde rasgele bir örneklem olsun. Gamma dağılımının olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x_i^{\alpha-1} e^{-\frac{x_i}{\beta}}$$

ve log-olabilirlik fonksiyonu,

$$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n) = (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \ln x_i - \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\beta} - n \ln \Gamma(\alpha) - n \ln \beta \quad (2.7)$$

biçimindedir.

Eş (2.7)'nin türevi alınıp sıfıra eşitlendiğinde

$$\hat{\alpha} = \frac{\bar{x}}{\hat{\beta}},$$

(2.8)

$$\hat{\beta} = \frac{1}{\alpha n} \sum_{i=1}^n x_i \approx \overline{x \ln x} - \bar{x} \overline{\ln x}$$

biçiminde elde edilir.

2.1.4. Weibull dağılımı (Weibull distribution)

X r.d., α ve λ ile iki parametrelili Weibull dağılımına sahip olduğunda, o.y.f.

$x > 0$ için $f(x; \alpha, \lambda) = \left(\frac{\alpha}{\lambda}\right) \cdot \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^\alpha}$ biçimindedir. α şekil parametresi, λ ise ölçek parametresidir. X r.d.'nin ortalaması $E(X) = \mu = \lambda \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)$ ve varyansı $Var(X) = \lambda^2 \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \mu^2$ biçimindedir (Tse, 2009).

Enflasyonun etkisi incelendiğinde, $Y = kX$ r.d.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_Y(y) = \frac{\alpha}{\lambda} \left(\frac{y}{k\lambda}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{y}{k\lambda}\right)^\alpha},$$

$$f_Y(y) = \frac{\alpha}{k\lambda} \left(\frac{y}{k\lambda}\right)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{y}{k\lambda}\right)^\alpha}, y > 0 \text{ için}$$

biçimindedir. Bu durumda $Y = kX$ r.d. α ve $k\lambda$ parametreleriyle Weibull dağılımına sahiptir.

Weibull dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, $\theta = \alpha, \lambda$ parametreleriyle Weibull dağılımından seçilen n büyüklüğünde rasgele bir örneklem olmak üzere Weibull dağılımının olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \alpha, \lambda) = \alpha^n \lambda^{-n\alpha} \left(\prod_{i=1}^n x_i^{-1}\right) e^{-\lambda^{-\alpha} \sum_{i=1}^n x_i^\alpha}.$$

ve log-olabilirlik fonksiyonu;

$$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n) = n \ln \alpha - n \alpha \ln \lambda + (\alpha - 1) \sum_{i=1}^n \ln x_i - \lambda^{-\alpha} \sum_{i=1}^n x_i^\alpha \quad (2.9)$$

biçimindedir (Alakuş, 2020).

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \alpha} = \frac{n}{\alpha} - n \ln \lambda + \sum_{i=1}^n \ln x_i - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\lambda}\right)^\alpha \ln \frac{x_i}{\lambda}, \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \lambda} = -\frac{n\alpha}{\lambda} + \frac{\alpha}{\lambda^{\alpha+1}} \sum_{i=1}^n x_i^\alpha.$$

$$\begin{cases} \frac{n}{\alpha} - n \ln \lambda + \sum_{i=1}^n \ln x_i - \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\lambda}\right)^\alpha \ln \frac{x_i}{\lambda} = 0 \\ -\frac{n\alpha}{\lambda} + \frac{\alpha}{\lambda^{\alpha+1}} \sum_{i=1}^n x_i^\alpha = 0. \end{cases}$$

Eş. 2.10 ile verilen denklemler eş zamanlı çözüldüğünde λ ve α nın en çok olabilirlik tahmin edicileri sırasıyla,

$$\hat{\lambda} = \left[\sum_{i=1}^n x_i^{\hat{\alpha}} \right]^{\frac{1}{\hat{\alpha}}} \quad (2.11)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^{\hat{\alpha}} \ln x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^{\hat{\alpha}}} - \frac{1}{\hat{\alpha}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i$$

biçiminde elde edilir.

2.1.5. Log-normal dağılımı (Lognormal distribution)

$Y = \log X$ r.d μ ve σ^2 parametreleri ile normal dağılıma sahip olmak üzere,

$X = e^Y$ r.d. $f(x; \mu, \sigma^2) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$; $x > 0$ o.y.f. ile log-normal dağılımına sahiptir. Beklenen değeri $E(X) = e^{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2}$ ve varyansı $Var(X) = e^{2\mu + \sigma^2} [e^{\sigma^2} - 1]$ biçimindedir (Aristizabal, 2012).

Enflasyonun etkisi incelendiğinde, $Y = kX$ r.d.'nin o.y.f.,

$$f_Y(y) = \frac{k}{y\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\ln(\frac{y}{k}) - \mu)^2}{2\sigma^2}} \frac{1}{k},$$

$$f_Y(y) = \frac{k}{y\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\ln y - (\ln k + \mu))^2}{2\sigma^2}}, y > 0 \text{ için}$$

biçimindedir. Bu durumda $Y = kX$ r.d. $\ln k + \mu$ ve σ^2 parametreleriyle log-normal dağılımına sahiptir.

Lognormal dağılımı için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, $\theta = \mu, \sigma^2$ parametreleriyle log-normal dağılımından seçilen n büyüklüğünde rasgele bir örneklem olsun. Log-normal dağılımının olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \mu, \sigma^2) = (2\pi)^{-\frac{n}{2}} \sigma^{-n} \left(\prod_{i=1}^n x_i^{-1} \right) e^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(\ln x_i - \mu)^2}{\sigma^2}}$$

log-olabilirlik fonksiyonu;

$$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - n \ln \sigma - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\ln x_i - \mu}{\sigma} \right)^2 \quad (2.12)$$

biçimindedir.

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \mu} = \frac{1}{\hat{\sigma}^2} \sum_{i=1}^n (\ln x_i) - \frac{n \hat{\mu}}{\hat{\sigma}^2} = 0 \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \sigma^2} = -\frac{n}{2 \hat{\sigma}^2} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (\ln(X_i) - \hat{\mu})^2 (-\hat{\sigma}^2)^{-2} = 0$$

Eş (2.13)'te verilen denklemler çözüldüğünde μ 'nın ve σ^2 'nin en çok olabilirlik tahmin edicileri sırasıyla,

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i \quad (2.14)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(X_i) - \hat{\mu})^2 \text{ ve } \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(X_i) - \hat{\mu})^2}$$

biçiminde elde edilir (Aristizabal, 2012).

2.1.6. Üç parametrelili Log-normal dağılımı (Three-parameter Log-normal distribution)

$Y = \log X$ r.d μ ($-\infty < \mu < \infty$), σ^2 ($\sigma > 0$) ve γ ($0 \leq \gamma < x$) parametreleri ile normal dağılıma sahip olmak üzere, $X = e^Y$ r.d.

$f(x; \mu, \sigma^2, \gamma) = \frac{1}{(x-\gamma)\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\ln(x-\gamma)-\mu]^2}{2\sigma^2}}$; $x > 0$ o.y.f. ile üç parametrelili log-normal dağılımına(log-normal(3p)) sahiptir. Beklenen değeri $E(X) = \gamma + e^{\mu+\frac{1}{2}\sigma^2}$ ve varyansı $Var(X) = e^{2\mu+2\sigma^2}[e^{\sigma^2} - 1]$ biçimindedir (Aristizabal, 2012).

Enflasyonun etkisi incelendiğinde, $Y = kX$ r.d.'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_Y(y) = \frac{k}{\left(\frac{y}{k}-\gamma\right)\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{\left(\ln\left(\frac{y}{k}-\gamma\right)-\mu\right)^2}{2\sigma^2}} \frac{1}{k},$$

$$f_Y(y) = \frac{k}{(y-k\gamma)\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\ln(y-k\gamma)-(\ln k+\mu))^2}{2\sigma^2}}, y > 0 \text{ için}$$

biçimindedir. Bu durumda $Y = kX$ r.d. $k\gamma$, $(\ln k + \mu)$ ve σ^2 parametreleriyle üç parametrelili log-normal dağılımına sahiptir.

Üç parametrelili Log-normal dağılım için parametre tahmini; en çok olabilirlik yöntemi

$\underline{X} = (X_1, \dots, X_n)$, $\theta = \mu, \sigma^2, \gamma$ parametreleriyle log-normal(3p) dağılımından seçilen n büyüklüğünde rasgele bir örneklem olsun. Log-normal(3p) dağılımının olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\theta; x_1, \dots, x_n) = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\right)^n \left[\left(\prod_{i=1}^n (x_i - \gamma)^{-1} \right) e^{-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(\ln(x_i - \gamma) - \mu)^2}{\sigma^2}} \right] \cdot I_{\min\{x_1, \dots, x_n\} > \gamma}$$

log-olabilirlik fonksiyonu; (2.15)

$$\ln L(\theta; x_1, \dots, x_n) = -n \ln \sigma - n \ln(2\pi) - \sum_{i=1}^n \ln(x_i - \gamma) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(\ln(x_i - \gamma) - \mu)^2}{\sigma^2}$$

biçimindedir.

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \mu} = \frac{1}{\mu \sigma^2} \sum_{i=1}^n [\ln(x_i - \gamma) - \mu] = 0$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \sigma} = -\frac{n}{\sigma} + \frac{1}{\sigma^3} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i - \gamma) - \mu)^2 = 0$$

$$\frac{\partial \ln L(\theta; x_1, \dots, x_n)}{\partial \gamma} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i - \gamma} + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n \frac{\ln(x_i - \gamma) - \mu}{x_i - \gamma} = 0$$

Yukarıdaki denklemler çözüldüğünde μ 'nın en çok olabilirlik tahmin edicisi,

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - \hat{\gamma}) \quad (2.16)$$

ve σ^2 'nin en çok olabilirlik tahmin edicisi,

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i - \hat{\gamma}) - \hat{\mu})^2 \text{ ve } \hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i - \hat{\gamma}) - \hat{\mu})^2} \quad (2.17)$$

biçiminde elde edilir. γ 'nın en çok olabilirlik tahmin edicisi $\min\{x_1, \dots, x_n\} = x_{(1)}$ değeri için elde edilen $\hat{\gamma}$ değeridir (Aristizabal, 2012).

2.2. Hasar Sayısı Dağılımları

Bu bölümde, hasar sayısı verilerini modellemek için yaygın olarak kullanılan binom, geometrik, negatif binom ve Poisson kesikli dağılımları ele alınacaktır.

2.2.1. Poisson dağılımı (Poisson distribution)

Değer kümesi $x > 0$ olan X kesikli r.d., λ parametresiyle bir Poisson dağılımına sahipse, olasılık fonksiyonu(o.f.) $f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$, $x = 0, 1, \dots, \infty$ ve $\lambda > 0$ 'dır. Beklenen değeri ve varyansı $E(X) = Var(X) = \lambda$ ve moment çıkaran fonksiyonu $M_X(t) = e^{\lambda(e^t - 1)}$ biçimindedir (Tse, 2009).

2.2.2. Binom dağılımı (Binomial distribution)

X , $n(n > 0)$ ve $q(0 < q < 1)$ parametreleri ile binom dağılımına sahip X r.d.'nin o.f., $f(x; n, q) = \binom{n}{x} q^x (1 - q)^{n-x}$, $x = 0, 1, \dots, n$ biçimindedir. X r.d.'nin beklenen değeri ve varyansı sırasıyla $E(X) = nq$, $Var(X) = nq(1 - q)$ ve moment çıkaran fonksiyonu $M_X(t) = (qe^t + 1 - q)^n$ biçimindedir (Dickson, 2005).

2.2.3. Negatif binom dağılımı (Negative binomial distribution)

Kesikli X r.d. $k(k > 0)$ ve $p(0 < p < 1)$ parametreleriyle bir negatif binom dağılımına sahipse, X r.d.'nin o.f., $f(x; k, p) = \binom{k+x-1}{x} p^k (q)^x$, $x = 0, 1, \dots$ ve $q = 1 - p$ biçimindedir. X r.d.'nin beklenen değeri ve varyansı sırasıyla $E(X) = \frac{kq}{p}$, $Var(X) = \frac{kq}{p^2}$ ve moment çıkaran fonksiyonu $M_X(t) = \left[\frac{p}{1 - pe^t} \right]^k$ biçimindedir (Dickson, 2005).

2.2.4. Geometrik dağılım (Geometric distribution)

X kesikli r.d. $p(0 < p < 1)$ parametresi ile geometrik bir dağılıma sahipse, o.f. $f(x) = p(1 - p)^x$, $x = 0, 1, \dots, \infty$ ve $q = 1 - p$ için, beklenen değeri $E(X) = \frac{q}{p}$, varyansı $Var(X) = \frac{q}{p^2}$ ve moment çıkaran fonksiyonu $M_X(t) = \frac{p}{1 - qe^t}$ biçimindedir (Tse, 2009).

3. PRİM HESAPLAMA İLKELERİ VE RİSK MODELLERİ

3.1. Prim Kavramı ve Prim Hesaplama ilkeleri

Prim, sigortalının bir riske karşı kendini tam ya da kısmi olarak koruması için yaptığı ödemedir. Bir X riskini karşılamak için sigortalının aldığı prim P_X olarak gösterildiğinde, prim X riskinin bir fonksiyonudur. Riskten kaynaklanan hasarlar X raslantı değişkeni ile dağılır. P_X 'e sayısal değeri verilen kural ise prim hesaplama ilkesi olarak ifade edilebilir.

Prim sigorta sözleşmesinin ana ögesi olmasıyla önem taşır bunun yanında prim miktarının belirlenmesi ya da belirlenebilir olması da önemlidir. Prim miktarının belirlenmesi riziko ve sigortacılık teknikleriyle uyumlu olarak yapılmalıdır. Prim miktarının sigortalı ve sigortacı menfaatleri açısından dengenin gözetilerek belirlenmesi, sigortacılık sektörünün sağlıklı işleyişi açısından önemlidir. Dengenin gözetilmediği durumlarda prim miktarının yüksek olması sigorta ettirenlerin; düşük olması ise sigorta şirketlerinin aleyhine olmasına sebep olacaktır (Tüzemen Atik & Yolal, 2020).

Bu kısımda, primlerin hesabında kullanılan bazı yollar açıklanacak ve prim hesaplaması matematiksel bir bakış açısıyla ele alınacaktır.

Aktüeryal açıdan prim hesaplama işlemi prim hesaplama ilkeleri kullanılarak belirlenmektedir. Prim hesaplamayı yapacak olan sigortacı, riskin temel yapısına ek olarak prim yüklemeleri olarak isimlendirilen faktörleri de dikkate almalıdır. Sigorta şirketinin üstlendiği toplam hasar S r.d. olarak ifade edildiğinde, sigorta şirketinin gelecekte beklenen toplam hasar tutarı S r.d.'nin sahip olduğu dağılımdan yararlanılarak elde edilir. Sigortacı tarafından belirlenecek olan prim miktarı P_S , S r.d.'nin bir fonksiyonu olarak açıklanabilir (Şahin, Karabey, Bulut Karageyik, Nevruz, & Yıldırak, 2016).

Prim hesaplaması yapılırken, bazı temel prensiplerden yararlanılmaktadır (Dickson, 2005):

a.Negatif Olmayan Yükleme (Non-negative loading):

Prim, beklenen toplam hasar tutarından az olmamalıdır. Açık bir şekilde ifade edilecek olursa, sigorta şirketi için beklenen prim miktarının, S 'nin beklenen değerine

eşit veya daha büyük olma zorunluluğu vardır. Bu özellik primin beklenen hasardan küçük olmaması anlamına gelir.

$$P_S \geq E[S] \quad (3.1)$$

b.Toplanabilirlik (Additivity):

P_{S_1} ve P_{S_2} 'nin bağımsız riskler olması durumunda, $P_{S_1+S_2}$ olarak gösterilen birleşik risk priminin $P_{S_1} + P_{S_2}$ 'ye eşit olmasını gerektirir. Bu özellik karşılanırsa, şahıs ya da sigortacının biri lehine hiçbir şey olmayacaktır.

$$P_{S_1+S_2} = P_{S_1} + P_{S_2} \quad (3.2)$$

c.Ölçek Değişmezliği (Scale invariance):

$c > 0$ olmak üzere, toplam hasar tutarı ile bu değerın çarpımı $Z = c.S$, primde de aynı değer ile çarpılmasına neden olacaktır.

$$P_Z = c.P_S \quad (3.3)$$

d.Tutarlılık (Consistency):

$c > 0$ olmak üzere, toplam hasar tutarında meydana gelen c miktarı kadar bir artış, $Z = S + c$, prim miktarında da aynı artışa sebep olacaktır.

$$P_Z = P_S + c \quad (3.4)$$

Dolayısıyla, eğer Z 'nin dağılımı, S 'in c birim kaydırılmış dağılımıysa, o zaman Z riskinin primi, S riskinin c kadar artırılan primi olmalıdır.

e.Belirlenen Prim (No ripoff):

Prim, hasar örnekleminde en büyük miktara sahip olan s_m değerinden küçük olmalıdır.

$$P_S \leq s_m \quad (3.5)$$

Bu koşul karşılanmazsa, bireyin sigorta yapması için hiçbir teşvik olmaz.

Aktüerya literatüründe yer alan prim hesabı ile ilgili temel ilkeler aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Dickson, 2005):

3.1.1. Net prim ilkesi

Net prim ilkesi S r.d.'nin toplam hasar tutarını göstermek üzere aşağıdaki denklem ile tanımlanır.

$$P_S = E[S] \quad (3.6)$$

Net prim ilkesine göre, net prim sigortacının risk altındaki beklenen toplam hasar tutarına eşittir. Bir sigortacının bakış açısına göre, net prim ilkesi çok çekici değildir. Prim, riskten beklenen toplam hasarları kapsar ve lehte veya aleyhte herhangi bir yükleme içermez. Bu hesaplama ile yüklemenin herhangi bir şekilde yapılmamış olması, sigortacıya ait kârın azalmasına neden olur ve beklenmeyen hasarın oluşmasına bağlı olarak sigorta şirketini zor durumda bırakabilir. Primleri bu prensibe göre hesaplayan bir sigortacının çok uzun süre iş hayatında kalması pek olası değildir.

3.1.2. Beklenen değer ilkesi

Beklenen değer ilkesi $\alpha > 0$ olmak üzere, uygun olan bir yükleme faktörü olarak yükleme miktarının net prime eklenmesiyle bulunur

$$P_S = 1 + \alpha E[S] \quad (3.7)$$

Beklenen değer ilkesi çok basit olmasına karşın, aynı ortalamaya yani aynı beklenen toplam hasar tutarına sahip tüm risklere, farklı hasar tutarı dağılımlarına, aynı primi vermesi açısından bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Sezgisel olarak, aynı araçlara sahip ancak farklı varyansları olan risklerin farklı primleri olmalıdır. Bu sebepten dolayı, beklenen değer ilkesi risk varyasyonu bakımından gerekli bilgiyi ifade etmemektedir.

3.1.3. Varyans ilkesi

Beklenen değer ilkesinde belirtilen eksikliğin giderilebilmesi bakımından varyans ilkesi önemlidir. Varyans ilkesi kapsamında, α ile varyansın çarpımı beklenen toplam hasara eklenmektedir.

$$P_S = E[S] + \alpha V(S) \quad (3.8)$$

Dolayısıyla bu primdeki yükleme $V(S)$ ile orantılıdır.

3.1.4. Standart sapma ilkesi

Standart sapma ilkesinde, α ile standart sapmanın çarpımı beklenen toplam hasara eklenmektedir.

$$P_S = E[S] + \alpha\sqrt{V(S)} \quad (3.9)$$

Dolayısıyla, bu prim ilkesi altında, yükleme S 'nin standart sapması ile orantılıdır.

3.1.5. Sıfır fayda ilkesi

Bir riski, sigortacının sigortalaması halinde gelirinde oluşan değişimin ölçümü için farklı fayda fonksiyonları kullanılmaktadır. $u(x)$, sıfır fayda ilkesinde fayda fonksiyonu olarak tanımlanmış olup, bu fonksiyon kullanılarak sigorta şirketi için sıfır fayda sağlanacak biçimde prim seviyesinin en küçük değerin belirlenmesi hedeflenmektedir. w sigortacının varlığı olmak üzere S riski için belirlenen prim P_S

$$u(w) = E[u(w + P_S - S)] \quad (3.10)$$

biçiminde elde edilir.

3.1.6. Esscher ilkesi

Esscher ilkesine göre, S riski için belirlenen prim P_S ($h > 0$),

$$P_S = \frac{E[Se^{hS}]}{E[e^{hS}]} \quad (3.11)$$

biçiminde elde edilir.

Esscher primi, S ile ilişkili $\tilde{S}$ riskinin net primidir. Burada $S \in (0, \infty)$ aralığında o.y.f. $f(s)$ olan bir r.d.'dir ve $\tilde{S}$ 'nin o.y.f.,

$$g(\tilde{s}) = \frac{e^{hs}f(s)}{\int_0^\infty e^{hs}f(s)ds} \quad (3.12)$$

biçimindedir. $\tilde{S}$ 'nin dağılım fonksiyonu,

$$G_{\tilde{S}}(\tilde{s}) = \frac{\int_0^s e^{ht}f(t)dt}{M_S(h)} \quad (3.13)$$

biçiminde olur. G dağılım fonksiyonu, h parametresi ile F 'in Esscher dönüşümü olarak adlandırılır. $\tilde{S}$ 'nin moment çıkaran fonksiyonu:

$$M_{\tilde{S}}(u) = \int_0^{\infty} e^{us} g(s) d_s, \text{den,}$$

$$M_{\tilde{S}}(u) = \frac{M_S(u+h)}{M_S(h)} \quad (3.14)$$

biçiminde olur.

3.1.7. Düzeltilmiş risk ilkesi

X , dağılım fonksiyonu $F_S(s)$ olan, negatif olmayan r.d.'dir. Düzeltilmiş risk ilkesine göre S riski için belirlenen prim P_S ($\rho \geq 1$ risk indeksi),

$$P_S = \int_0^{\infty} [P_R(S > s)]^{1/\rho} d_s = \int_0^{\infty} [1 - F_S(s)]^{1/\rho} d_s \quad (3.15)$$

biçiminde elde edilir.

Bu ilke, Esscher ilkesine benzer. Esscher dönüşümü, S dağılımını ağırlıklandırarak (sağ) kuyruk olasılıklarına artan ağırlık verir. Düzeltilmiş risk ilkesi de aşağıdaki gibi bir dönüşüme dayanır. Negatif olmayan bir rasgele değişken S^* 'in dağılım fonksiyonu $H_S(s)$, şu şekilde tanımlanır:

$$1 - H(s) = [1 - F_S(s)]^{1/p}.$$

$$E[S^*] = \int_0^{\infty} [1 - H_S(s)] d_s$$

olduğundan,

$$P_S = E[S^*]$$

olur.

3.2. Toplam Hasar Modelleri (Aggregate-Loss Models)

Sigorta şirketinin belirli bir zamanda bir portföye ilişkin toplam hasarını modellemede iki ana yaklaşım vardır: bireysel ve kolektif risk modeli. Bireysel risk modelinde n tane bireysel riskin olduğu varsayılarak toplam hasar hesaplanır. Kolektif risk modelinde ise, toplam hasarın bir birleşik dağılıma sahip olduğu varsayılarak toplam hasar hesabı yapılır (Tse, 2009).

3.2.1. Kolektif Risk Modeli

Toplam hasar, hasar sayısı ve hasar tutarı rasgele değişkenlerinin bileşik dağılımına dayalı kolektif risk modeli ile modellenir. N , hasarların sayısı olsun ve $i = 1, \dots, N$ için X_i , i . hasar tutarı olsun. Toplam hasar r.d. S , aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S = X_1 + \dots + X_N \quad (3.16)$$

Burada, S r.d., N 'nin birincil dağılım olduğu ve X 'in ikincil dağılım olduğu bileşik dağılımdır. N birincil dağılım ve X ikincil dağılım negatif olmayan bağımsız r.d.'dir. S 'in dağılımı, N 'nin dağılımına göre belirlenir. Eş. 3.16 ile verilen modelde, $X_1, \dots, X_N$ r.d.'leri aynı dağılıma sahip bağımsız r.d. olduğu varsayılır.

Bileşik Dağılımın (Toplam Hasarın Dağılımının) Özellikleri

Toplam hasar r.d. S 'in moment çıkaran fonksiyonu,

$$M_S(t) = M_N[\ln M_X(t)] \quad (3.17)$$

burada $M_N(t)$ ve $M_X(t)$ sırasıyla N ve X 'in moment çıkaran fonksiyonudur. S 'nin ortalaması ve varyansı

$$E(S) = E(N)E(X) \quad (3.18)$$

ve

$$Var(S) = E(N)Var(X) + Var(N)[E(X)]^2 \quad (3.19)$$

biçimindedir (Tse, 2009).

Panjer Özyinelemesi (Panjer Recursion)

Panjer özyineleme yöntemi, (a) birincil dağılımın (a, b, 0) sınıfına ait olduğu ve (b) ikincil dağılımın kesikli ve negatif olmayan tamsayı değerli koşullarını sağlayan bir bileşik işlemin tam dağılımını hesaplamak için kullanılır. Bu nedenle, sürekli bir hasar tutarı dağılımı uygun şekilde kesiklileştiriliyorsa ve birincil dağılım (a, b, 0) sınıfına aitse, toplam hasarın dağılımını hesaplamak için Panjer yaklaşımı kullanılabilir. Teorem 1, panjer özyinelemesini sağlar.

Teorem 1: $N, (a, b, 0)$ dağılım sınıfına aitse ve X , negatif olmayan bir tamsayı değerli r.d. ise, o zaman S 'nin olasılık fonksiyonu $f(0) = P_S(0) = P_S[P_X(0)]$ ve $f(1) = P'_S(0)$ eşitlikleri ile aşağıdaki özyineleme ile verilir.

$$f(s) = \frac{1}{1-af_X(0)} \sum_{x=1}^s \left(a + \frac{bx}{s}\right) f_X(x) f_S(s-x), \text{ for } s = 1, 2, \dots, \quad (3.20)$$

Kolektif Risk Modeli için Normallik Yaklaşımı

Kolektif risk modelinde toplam hasar S 'nin ortalaması ve varyansı biliniyorsa, S 'nin dağılımı aynı ortalama ve varyansa sahip normal bir dağılıma yakınsanabileceği tahmin edilebilir. S bağımsız ve aynı dağılımlı r.d.'lerin toplamı olduğuna göre; değişken sayısı arttıkça bu toplamın dağılımı Merkezi Limit Teoremi ile normal dağılıma yakınsar. Buradaki sorun rastgele bir toplam elde edilmesidir. Ancak beklenen hasar sayısı büyükse S 'nin normal dağılıma yakınlık vereceğini beklemek mantıklıdır (Dickson, 2005). Böylece, (3.18) ve (3.19) denklemlerindeki S 'nin ortalama ve varyans formülleri kullanılarak, S 'nin normal dağıldığı varsayımı ile S 'yi yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$S \sim (E(S), Var(S)) \Rightarrow P_r(S \leq s) = P_r\left(\frac{S-E(S)}{\sqrt{Var(S)}} \leq \frac{s-E(S)}{\sqrt{Var(S)}}\right) \cong \varphi\left(\frac{s-E(S)}{\sqrt{Var(S)}}\right) \quad (3.21)$$

3.2.2. Bireysel Risk Modeli

Toplam hasarlar için bireysel risk modelinde, n ayrı risk olduğu varsayılır. j 'inci riskten doğan alacak tutarı, $j = 1, \dots, n$, için Y_j ile gösterilmektedir ve $S = \sum_{j=1}^n Y_j$, belirli bir sabit zaman diliminde (örneğin bir yıl) toplam hasar tutarını belirtmek için kullanılır. Çoğu uygulamada, risklerin sadece küçük bir kısmı hasarlara yol açacağından, Y_j 'nin çoğunluğu 0'a eşit olacaktır. Bireysel riskler, bir şirket tarafından sigortalanan kişiler veya bir şirketteki bireysel poliçeler olabilir. Y_j 'nin bağımsız r.d.'ler olduğu varsayılır, ancak bunların mutlaka aynı şekilde dağılmaları gerekmemektedir. Y_j , j . bireyin alacağı (0 olabilir) alacak tutarını ifade eder, dikkate alınan zaman periyodu sırasında ileri sürülen j . hasar değildir (burada $S = X_1 + \dots + X_N$ olduğu kolektif risk modelinde, X_j zamanında yapılan j . hasara atıfta bulunur). j 'inci risk sıfır olmayan bir

hasara yol açıyorsa (bu olasılık q_j ile gerçekleşir) ve aksi halde 0 ise, I_j 'nin 1 olan gösterge r.d.'i olmasına izin verilir (Boland, 2007).

Bireysel risk modelindeki temel bir varsayım, bir bireyin dikkate alınan (genelde nispeten kısa) zaman diliminde en fazla bir hasar bulunmasıdır. Aslında j . risk bir hasara yol açıyorsa, hasarın boyutu X_j ile gösterilecektir ve bu nedenle $Y_j = X_j \cdot I_j$ şeklinde yazılır. $j = 1, \dots, n$ için $\mu_j = E(X_j)$ ve $\sigma_j^2 = \text{Var}(X_j)$ olur. Bu nedenle toplam hasar S aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$S = Y_1 + \dots + Y_n = X_1 I_1 + \dots + X_n I_n \quad (3.22)$$

Konvülüsyon Yöntemi

$X_1 + \dots + X_n$ sırasıyla o.y.f. $f_1(\cdot) + \dots + f_n(\cdot)$, olan aynı dağılımlı n bağımsız negatif olmayan sürekli r.d.ler olmak üzere. $X_1 + X_2$ 'nin dağılımının o.y.f. 2 katlı konvülüsyon tarafından ele alındığında,

$$f^{*2}(x) = f_{X_1+X_2}(x) = \int_0^x f_1(x-y)f_2(y)dy = \int_0^x f_2(x-y)f_1(y)dy \quad (3.23)$$

biçimindedir.

$X_1 + \dots + X_n$ 'in o.y.f. özyinelemeli olarak hesaplanabilir. $X_1 + \dots + X_n$ 'in o.y.f.'nin $(n-1)$ katlı konvülüsyonu $f^{*(n-1)}(x)$ olduğu varsayıldığında, $X_1 + \dots + X_n$ 'in o.y.f. n katlı konvülüsyonu,

$$f^{*n}(x) = f_{X_1+\dots+X_n}(x) = \int_0^x f^{*(n-1)}(x-y)f_n(y)dy = \int_0^x f_n(x-y)f^{*(n-1)}(y)dy \quad (3.24)$$

biçimindedir (Tse, 2009).

De Pril Özyinelemesi Yaklaşımı

De Pril'in özyineleme formülü, bireysel risk modeli için toplam hasar dağılımını hesaplamayı sağlar. Ancak büyük portföyler için De Pril'in özyineleme formülünü kullanılarak S 'nin tam olasılık fonksiyonunu bulmak hesaplamalar açısından zaman alabilir.

Hesaplamalar açısından portföyün ölüm oranı ve teminat miktarına göre alt gruplara ayrılması uygun olmaktadır. Portföyde teminat edilen toplamaların $1, 2, \dots, I$ gibi tamsayılar olduğu varsayılmaktadır ve bir poliçe sahibi J farklı ölüm oranlarından

birine tabidir. n_{ij} , $j = 1, 2, \dots, J$ ve $i = 1, 2, \dots, I$ için q_j ölüm oranına ve i teminatına sahip poliçe sahiplerinin sayısını gösterir. Sigorta poliçesi bloğunun toplam kaybı S ile ve S 'nin o.f. $f(s)$ ile gösterildiğinde, $n = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J i n_{ij}$ ve $s = 0, \dots, n$ için, $f(s)$ aşağıdaki teorem kullanılarak hesaplanabilir.

Teorem 2. S 'nin o.f., De Pril (1985, 1986) özyineleme formülü olarak bilinen aşağıdaki denklem ile ifade edilir

$$f(s) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^{\min(s, I)} \sum_{k=1}^{\left\lfloor \frac{s}{i} \right\rfloor} f_s(s - ik) h(i, k), \quad s = 1, \dots, n \text{ için}, \quad (3.25)$$

burada $[x]$, x tamsayı kısmını gösterir

$$h(i, k) = \begin{cases} i(-1)^{k-1} \sum_{j=1}^J n_{ij} \left(\frac{q_j}{1-q_j} \right)^k, & i = 1, \dots, I \text{ için,} \\ 0, & \text{diğerleri için,} \end{cases} \quad (3.26)$$

ve özyineleme aşağıdaki başlangıç değerine sahiptir

$$f(0) = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^J (1 - q_j)^{n_{ij}} \text{ (Dickson, 2005)}. \quad (3.27)$$

Bireysel Risk Modeli için Normallik Yaklaşımı

Toplam hasarı gösteren S , n tane r.d.'nin toplamı olduğundan Merkezi Limit Teoreminden n büyük olduğunda dağılımı yaklaşık olarak normaldir. Bu nedenle S 'in yaklaşık dağılımını hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılabilir.

$$P_r(S \leq s) = P_r\left(\frac{S - E(S)}{\sqrt{Var(S)}} \leq \frac{s - E(S)}{\sqrt{Var(S)}}\right) \cong P_r\left(Z \leq \frac{s - E(S)}{\sqrt{Var(S)}}\right) = \Phi\left(\frac{s - E(S)}{\sqrt{Var(S)}}\right). \quad (3.28)$$

4. UYGULAMA

Bu bölümde uygulama öncesi literatür taraması verilmiştir. Uygulama için TARSİM'den alınan arıcılık sigortası verileri kullanılmıştır. Uygulamada verilere uygun parametre tahmin analizleri R yazılımı ile yapılmış, tahminlere göre Türkiye geneli il bazında ve bölgeler için toplam hasar tutarı hesaplamaları yapılmıştır.

4.1. Literatür Taraması

Bu bölümde prim hesabı ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Skees ve Reed (1986), mahsul sigortası ile ilgili ilk aktüeryal prim hesabı çalışması yapmıştır. Hürlimann 1995 yılında, bir riski iki bileşene ayırmanın prim hesaplamasına etkisini incelemiştir. 2012 yılında Preda ve Mariana, bir hayat poliçesinin primlerini belirlemek için uluslararası uygulamada kullanılan teknikleri ve formülleri sunmuştur. Hernández(2013)'in çalışmasında ilk kez hayat sigortası kapsamına giren ölüm sigortalarında tek risk priminin hesaplaması yapılmıştır.

Furman ve Landsman(2006), risk yöneticileri belirli bir eşiği aşan risklerle ilgilendiklerinde ortaya çıkan önemli koşullar ele almışlardır. Bu koşulların taleplerine cevap veren kuyruk varyans primi adı verilen yeni bir prim ve kuyruk varyans primi ile ilişkili bir dizi risk önlemi önermişlerdir. Dębicka ve Zmyślona (2018)'in çalışmasında, birden fazla devlette ödenen net dönem primi için genel bir matris formülü elde edilmiştir.

Ang, Hogan, ve Shores(2018)'in çalışmalarında, faktör risk primi kavramı, düşük getirili portföylerden yüksek getirili portföylere sermaye aktarırken iyi bilinen faktör stratejilerinin primlerinin nasıl değiştiğini göstermek için uygulanmıştır.

Kara (2021), marjinal ve birleşik modellerin primler üzerinden karşılaştırılmasını sağlayan bir vaka çalışması gerçekleştirmiş ve tüm hayat ve vadeli hayat sigortası ürünleri için primler analitik olarak hesaplamıştır.

Schmidt(1990), Bayes ve kredibilite primlerinin gerçekte bireysel prime yakınsadığını göstermiştir. Kume ve Hashorva(2012)'in çalışmalarında, koşullu eliptik çok değişkenli riskler için Bayes priminin hesaplanması tartışılmıştır.

Pratsiovytyi ve Drozdenko(2014)'in çalışmalarında, sigorta primi hesaplama esaslarının ölçek değişmezliği özelliği için karakterizasyon teoremleri sunulmuştur. Mihailović ve Đapić(2013), Choquet integraline dayalı yeni bir prim ilkesi önermişler ve bu prim ilkesi için bir karakterizasyon teoremi sunmuşlardır.

Sigorta primleri, tercihlerin riskten kaçınma ve çeşitlendirme özelliklerine sahip olduğu risk ölçüsünden türetilir. Standart arbitrajsız ve tam piyasa varsayımları altında, denge primleri toplamsaldır. Bir risk ölçüsü, kazançlar ve kayıplar için risklerin sıralanmasında da bir tutarlılık sağlamalıdır. Landsman ve Sherris(2001)'in çalışmalarında, tüm bu özellikleri karşılayan ve sigorta ve varlık tahsisinde fiyatlandırma ve karar verme için kullanılabilecek bir risk ölçüsü önerilmiştir. Bu durumda toplam hasarların bugünkü değeri olan sigorta primleri, sigorta ve reasürans piyasaları arasında arbitraj yapılmaması şartı getirilerek fiyatlandırılır. Jang ve Krvavych(2004)'in çalışmalarında, pozitif faiz oranının ek ekonomik varsayımıyla birlikte klasik bileşik Poisson sigorta riski modeli ele alınarak arbitrajsız prim hesabı yapılmıştır. Arbitrajsız prim hesaplaması ile ilgili başka çalışmalar da vardır (Albrecht, 1992; Venter G. , 1992;Venter, 1991).

Galeotti, Gürtler ve Christine (2013), CAT tahvil primlerini tanımlamak ve tahmin etmek için en doğru modeli belirlemek amacıyla lineer modelin, loglineer modelin ve Wang dönüşüm modelinin karşılaştırmasını yapmışlardır.

Siber sigorta işletmeleri için prim hesaplaması üzerinde durulan bir çalışmada prim hesabı, potansiyel izinsiz elektronik girişleri ile kararlı durum simülasyon sonuçları ve bunun doğrudan varsayımsal etkileri modellenerek yapılmıştır (Yang, ve diğerleri, 2020).

Yüksek riskli bir endüstri olarak bilinen deniz ürünleri yetiştiriciliğinin, sigortacılık bakımından piyasada başarısız olduğu görülmektedir (Van Anrooy, 2006) Bu piyasa başarısızlığının önemli bir nedeninin, sağlam olmayan prim oranı ve fiyatlandırma yöntemi olduğu düşünülmektedir. Zhang (2021), deniz ürünleri yetiştiriciliği sigortasının prim hesaplaması için bilgi yayılım modeli (BYM) kullanılarak geliştirilmiş bir yöntem sunmaktadır. Çin'deki bir istiridye sigortası örnekleme, geleneksel fiyatlandırma yaklaşımıyla BYM karşılaştırıldığında, BYM'nin, özellikle küçük örneklemlerde, prim oranı hesaplamalarının doğruluğunu ve istikrarını büyük ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir.

Hidayat ve Gunardi (2019), asma kopulası kullanarak verim fiyatı, mahsul verimi ve standart yağış endeksi arasındaki bağımlılığa dayalı mahsul sigortası primi hesaplamışlardır.

Öz sermayeye bağlı hayat sigortası primlerinin hesaplanmasında genellikle ölüm tabloları kullanılır. Tıp teknolojisindeki ilerlemeler ve azalan doğum oranları nedeniyle, ölüm tablolarının kullanımının primlerin hesaplanmasında daha az geçerli olduğu görülmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek ve ölüm ve hayatta kalma şansını belirlemek için Parmikanti, Irianingsih, ve Supian (2018)'in çalışmalarında, 2011 yılına ait Endonezya Ölümlülük tablosuna göre belirlenen bir kombinasyon ölüm modeli kullanılmıştır. Bu araştırmada Weibull, Ters-Weibull ve Gompertz Ölüm Modelinin birleşimi olan Birleşik Ölüm Modeli kullanılmıştır. Birleşik Ölüm Modeli belirlendikten sonra simülasyonlar ile verilecek tazminatın değeri ve prim fiyatı sayısal olarak hesaplanmıştır.

Hayat dışı sigorta fiyatlandırması, sigortalının risk transferi karşılığında sigorta şirketine ödediği bir prim veya tarife belirlenmesinden oluşmaktadır. Sigorta primini elde etmenin olağan bir yolu, hasar sıklığının koşullu beklentisini, beklenen hasar tutarı ile birleştirmektir. David (2015), net primi hesaplamak için poliçe sahiplerinin gözlemlenebilir özellikleri göz önüne alınarak Genelleştirilmiş Doğrusal Model tekniklerine genel bir bakış sunmuştur. Baione ve Biancalana (2019)'in çalışmalarında prim hesabı için Genelleştirilmiş Doğrusal Model ve nicel regresyon kullanılmış, bireysel net prim oranlarını ve buna karşılık gelen risk marjını bazı kar veya ödeme gücü kısıtlamaları ile dengede tanımlanması amaçlanmıştır.

Hayvancılık üreticilerinin karşılaştığı önemli bir sorun, hayvan ölüm riskidir. Hayvancılık ölüm sigortası hala başlangıç aşamasındadır ve prim hesaplama yaklaşımları hala nispeten yenidir ve daha fazla araştırma gerektirecektir. Pai, Boyd ve Porth (2014), güvenilirlik analizi kullanarak canlı hayvan ölüm sigortası modelleme prosedürleri ve prim hesaplaması için geliştirilmiş yöntemleri araştırmışlardır. Pai v.d. (2014), bir güvenilirlik çerçevesi altında Kanada için 1999'dan 2007'ye kadar olan hayvancılık verileri kullanarak, hayvancılık ölüm sigortası primleri için iyileştirilmiş tahminler geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Ülkemizde prim hesaplaması ile ilgili çalışmaların çok çeşitli olmadığı ve sayıca az olduğu görülmüştür.

Gümüş ve Uzekmek (2019)'in çalışmalarında, yangın sigortası için adil primin hesaplaması için, binaların yangın riskinin ve yangın için sigorta priminin gerçek değere yakınlığı sağlanmaya çalışılmıştır. Konutlar açısından yangın riski farklılaştığı için, risk hesaplamasında esnek yöntem olarak bilinen analitik hiyerarşi tercih edilmiştir. Konutlara göre risk puanları hesaplanmış, bu puanlar, primi etkileyen diğer yöntemlerle ilişkilendirilerek her konuta dair prim oranları hesaplanmıştır. Bu yöntem ile üç şehir için 230 konutun prim ile risk puanları tespit edilmiştir. Uzekmek(2019), yüksek lisans çalışmasında aynı yöntemi kullanarak konutlarda çoğunlukla rastlanan yangın riskine ek olarak su baskını ve hırsızlık riskleri üzerine çalışmıştır. Kılıçaslan (2019), Sakarya ilinin Adapazarı ilçesinde bulunan bütün konutların yangın sigortası yapılması halinde oluşacak sigorta prim bedelini her konut için hesaplamıştır. Yangın riskinin prim hesaplaması için maliyet temelli yaklaşım olarak tahmini hasar maliyetlerinden yararlanılmıştır.

Genel sağlık sigortası bazında yapılan çalışmada bulanık kural tabanı kullanılarak kişinin ödemesi gereken prim miktarı tespit edilmiştir. Belirlenen prim miktarının kullanılacağı model ile uygulanan modeldeki bireylere ve devlete düşen yüzdeler arasında %4'lük bir fark bulunmuştur. Bulunan fark toplam prim miktarının içerisinde önerilen model ile devletin ödeyeceği payın artacağını, bireylerin ödeyeceği payın ise azalacağını ifade etmektedir (Öztaş, 2016; Öztaş & Ertuğrul, 2018).

Gür (2017), hasar geçmişi bulunan ve buğday üretimi yapılan konumları adil prim hesabı için kullanmıştır. Sonlu karma von-Mises Fisher ve küresel k-ortalamlar kümeleme algoritması ile primleri hesaplamış, iki hesaplama arasında konumsal özellikler bakımından farklılıklar bulunduğunu ve sonlu karma von-Mises Fisher ile bulunan primlerin gerçekleşen hasar oranı ve olasılığı açısından daha doğru ölçtüğü sonucuna varmıştır.

Erdemir ve Sucu (2014)'nın çalışmalarında dinamik benzetim modeli, iflas olasılığına ve poliçe başı brüt gelire bağlı olarak risk sürecinde prim belirleyebilmek için önerilmiştir. Önerilen yöntem, zorunlu trafik sigortası için yıllık prim hesaplaması Türkiye'deki otomobiller için uygulanmış ve prim miktarları hesaplanmıştır.

Aygören, Çelik ve Uyar (2012)'in çalışmalarında, 'Kıdem Tazminatı Fonu Yasa Tasarısı'nın yasalaşması gibi bir durum olduğunda prim oranının nelere göre

belirlenmesi gerektiği açıklanılmıştır. Regregron modeliyle oluşturulan aktüeryal prim oranının yaklaşık %6 olması, iki taraf için uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Aktüeryal adil prim hesaplaması literatürde, yangın sigortası ve buğday bitkisel ürün sigortası için yapıldığı görülmüştür.

Kartal ve Bardakçı (2019), yangından kaynaklanan hasar sıklığı ve hasar tutarı verileri kollektif risk modelinde kullanılarak verilerin alındığı firmanın gelecek dönemlerine ilişkin ödemesi gereken prim miktarı hesaplamışlardır. Tahmini prim fiyatlamasının hesaplamalarla bulunabilmesi, sigorta müşterisi için bir avantaj niteliğindedir. Bu sayede müşteri firmanın gereğinden fazla prim ödeme riski azalacaktır.

Şahin v.d. (2016), buğday bitkisel ürün sigortası için TARSİM tarafından sağlanan verilerin analiz edilerek aktüeryal adil primler için hesaplamalar yapmışlardır. Hasar verileri incelenerek hasar şiddeti ve sıklığı için il bazında belirlenen tehlike bölgeleri için istatistiksel olarak dağılımları belirlenmiştir. Beklenen değer ve varyanslar bu dağılımlar sonucu elde edilmiş ve prim hesaplama yöntemlerinde kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hesaplanan primler, coğrafi bölgeleri için belirlenen tehlike sıralamasına genel olarak uygunluk sağlamıştır. Yalnızca hasar verisi dikkate alınarak yapılan bu çalışma sonucu ulaşılan prim oranları, bitkisel tarım ürünleri fiyatlandırmasına bir örnek olarak verilebilmektedir. Turan ve Zulauf (2006), Konya ili için verim odaklı aktüeryal prim hesabı yapmışlardır (Turan & Zulauf, 2006). Evkaya (2012), doktora tez çalışmasında, İç Anadolu bölgesi için hava durumu endeksli bitkisel ürün sigortası farklı modellerle modelleyerek prim hesaplaması yapmıştır.

4.2. Verinin İncelenmesi

2014-2021 yılları arasında Türkiye’de mevcut 81 il için yıllık toplam poliçe sayısından, hasar ödenen poliçe sayısından, toplam kovan sayısından, hasar ödenen kovan sayısından ve toplam ödenen hasar tazminatından yararlanılmıştır. Toplam poliçe sayısı; seçilen il bazında belirlenen yıl içinde arıcılık sigortası yaptıran poliçe sayısını göstermektedir. Toplam hasar ödenen poliçe sayısı; hasar bildirimini yapan poliçe sayısını göstermektedir. Toplam kovan sayısı; arıcılık sigortası yaptıran poliçelerde bulunan toplam kovan sayısını belirtmektedir. Toplam hasar ödenen kovan sayısı; arıcılık

sigortası kapsamına giren durumlar dahilinde hasarlı kovan sayısını belirtir. Toplam ödenen hasar tazminatı; arıcılık sigortası kapsamına giren hasarların hasar tutarını belirtir. Ödenen hasar tazminatı Türk lirası (TL) cinsinden olup hasar tutarları TL cinsinden elde edilmiştir. Ayrıca, her il için yıl bazında toplam poliçe sayısı ve hasar ödenen poliçe sayısına ait bilgiler aynı poliçeden gelen hasarların olabileceği varsayımı altındadır.

4.2.1. Betimleyici İstatistikler

Toplam poliçe sayısı, hasar ödenen poliçe sayısı, toplam kovan sayısı, hasar ödenen kovan sayısı ve toplam ödenen hasar tazminatı rastgele değişkenlerine ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 1’de verilmiştir.

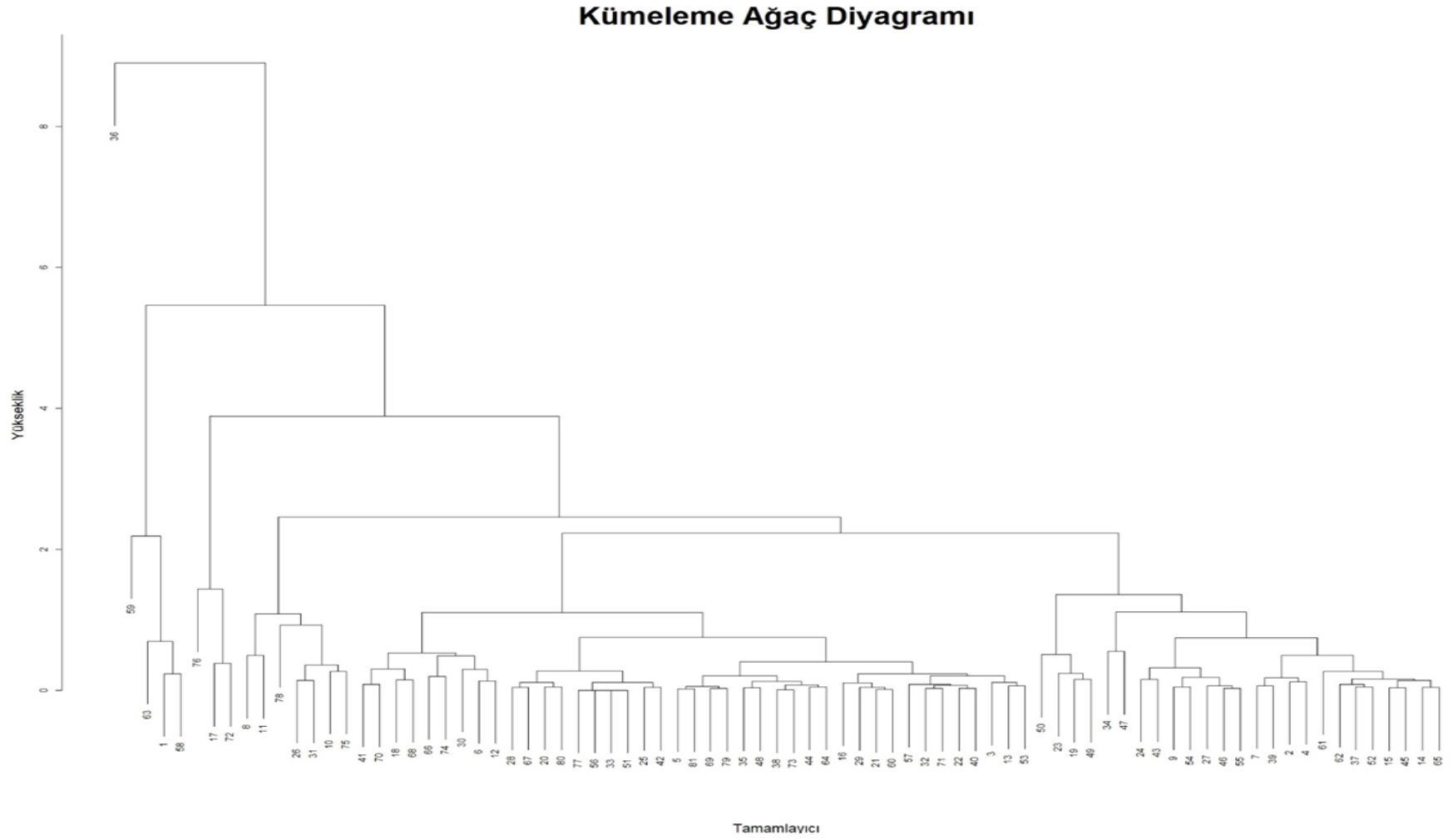
Tablo 1: Betimleyici istatistikler

	T.Poliçe Sayısı	Hasar Ödenen Poliçe Sayısı	T.Kovan Sayısı	Hasar Ödenen Kovan Sayısı	T.Ödenen Hasar Tazminatı
N	67288	1108	14114099	33431	8876400.03
Ortalama	104.65	3.27	21950.39	98.62	26184.0709
Ortanca	55	2	9481	34	7706.25
Tepe Değeri	22	1	205	6	1039.5
Dağılım Genişliği	1477	31	376761	1635	560345.64
Standart Sapma	179.544	3.720	46309.668	176.926	52586.20539
Varyans	32236.03	13.836	2144585345	31302.983	2765308997
Ortalama Standart Sapma	7.081	0.202	1826.275	9.609	2856.09063
Çarpıklık Katsayısı	4.966	3.192	5.374	4.158	4.968
Basıklık Katsayısı	28.307	14.648	32.144	24.779	36.585
Minimum Değer	1	1	40	0	5.75
Maksimum Değer	1478	32	376801	1635	560351.39
Birinci Çeyrek Değer	28	1	4346	10	2426.4
Üçüncü Çeyrek Değer	108	4	20513	104	25022.25

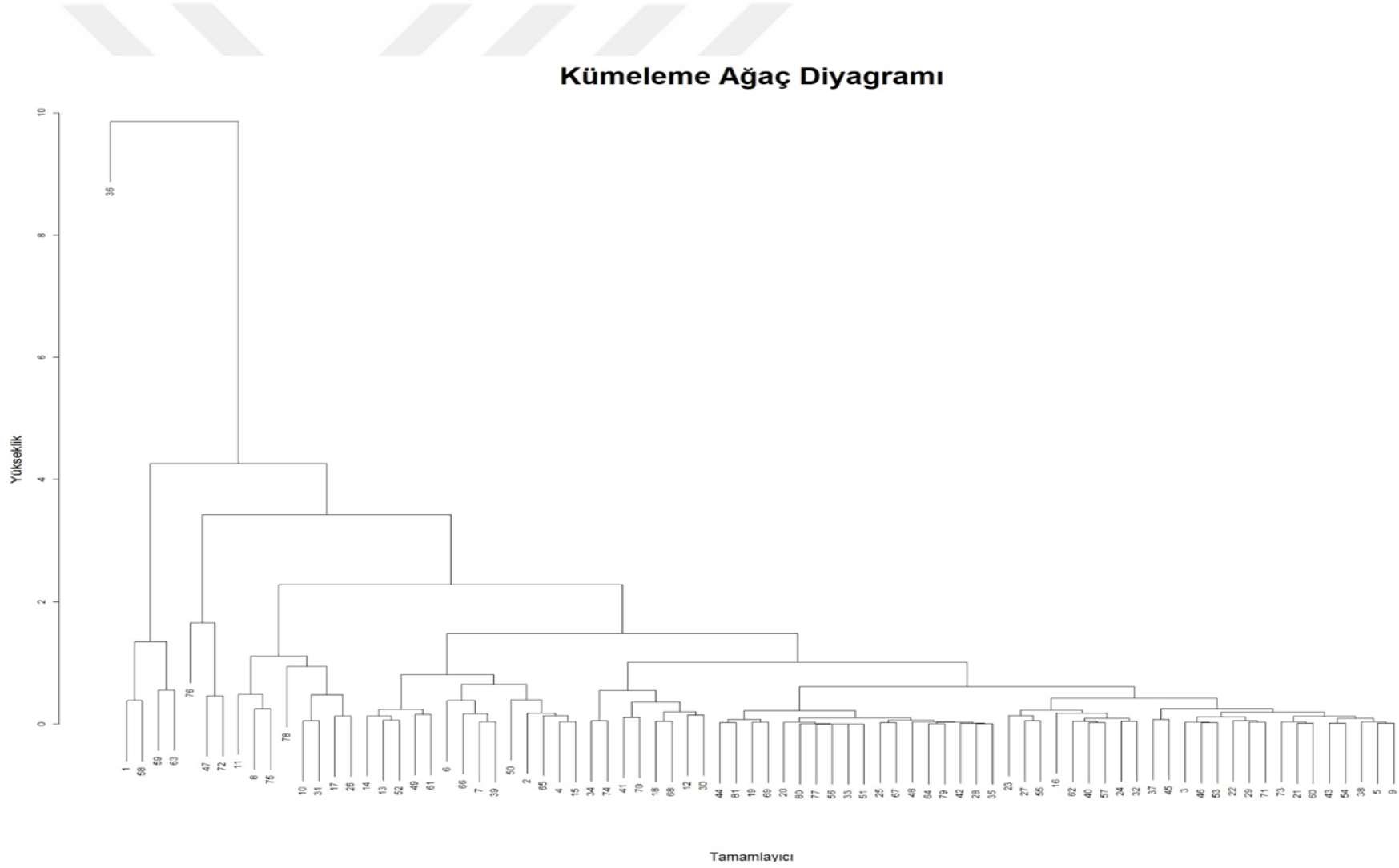
4.3. Kümeleme Analizi

Türkiye’de bulunan 81 il için 2014-2021 yılları arasındaki arıcılık sigortası verileri kapsamında illerin benzerlikleri açısından nasıl dağıldığını belirlemek amacıyla kümeleme analizi tekniklerinden aşamalı kümeleme analizi yapılmış ve illerin dağılımı Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir. Aşamalı kümeleme yöntemlerinden en sık kullanılan tamamlayıcı bağlama (complete linkage) yöntemi kullanılmıştır. Aşamalı kümeleme çalışmasında yer alan veriler, tek basamak ile kümeye bölünemez. Bunun yerine yapılan sınıflandırma ile, tüm elemanları kapsayan tek "küme"den, her biri tek bir eleman içeren n kümeye kadar çalışabilen bir dizi bölümden oluşur. Sürecin her aşamasında yöntemler, en benzer bireyleri veya birey gruplarını birleştirir.

Şekil 1 ve Şekil 2’de kümelere ayrılan her bir numara, bir ili belirtmektedir. İl numaraları Ek-2’de verilmiştir. Şekil 1’deki çalışmada, 8 yıl içerisindeki arıcılık sigortası verilerinden hasar sayısı olarak $\frac{\text{toplam ödenen poliçe sayısı}}{\text{poliçe sayısı}}$ ve hasar tutarı olarak toplam ödenen tazminat verisi kullanılmış ve R yazılımı ile kümeleme analizi yapılmıştır. Şekil 2’deki çalışmada, 8 yıl içerisindeki arıcılık sigortası verilerinden hasar sayısı olarak $\frac{\text{toplam ödenen kovan sayısı}}{\text{kovan sayısı}}$ ve hasar tutarı olarak enflasyona göre düzenlenmiş toplam ödenen tazminat verisi kullanılmış ve R yazılımı ile kümeleme analizi yapılmıştır.



Şekil 1: Kümeleme analizi sonucu elde edilen ağaç diyagramı 1



Şekil 2: Kümeleme analizi sonucu elde edilen ağaç diyagramı 2

Şekil 1 incelendiğinde, 36: Hakkâri ilinin diğer illerden ayrıldığı görülmektedir. 36: Hakkâri'nin benzerliklerine göre birleştiği iller sırası ile 59: Muğla, 63: Ordu, 1: Adana ve 58: Mersin illeridir.

Şekil 2 incelendiğinde, Şekil 1 ile benzer şekilde 36: Hakkâri ilinin diğer illerden ayrıldığı, 59: Muğla ve 63: Ordu illerinin bir kolda ve 1: Adana ve 58: Mersin illerinin farklı bir kolda birleşerek diğer illerden ayrıldığı görülmektedir.

Hasar tutarı ve hasar sayısı modellemesinde, poliçe sayısı ve hasar tutarının değişkenliği kovan sayısı ve enflasyonlu hasar tutarına göre daha az olduğu için, poliçe sayısı ve hasar tutarına göre yapılan kümeleme analizi dikkate alınmıştır. Sonuç olarak; Hakkâri, Muğla ve Ordu illeri diğer illerden ayrıldığı için bu illerin ayrı birer bölge olarak kabul edilmesi uygun görülmüştür.

4.4. Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Verilerinin Modellenmesi

Çalışmada öncelikle Türkiye geneli için hasar tutarı ve hasar sayısı verileri, ardından coğrafi bölgeler bazında hasar tutarı ve hasar sayısı verileri modellenmiştir. Kümeleme analizi sonucu Muğla, Ordu ve Hakkâri illerinin diğer illerden daha çok ayrıldığı görülmüştür. Bu sebeple Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri ayrı birer bölge olarak kabul edilerek hasar dağılımları belirlenmiştir.

Türkiye geneli ve bölgeler için uyum sağlayan hasar tutarı dağılımları Log-normal ve Log-normal(3p) dağılımlarıdır. Arıcılık hasar tutarı verileri Türkiye geneli ve belirtilen bölgeler için ayrı ayrı incelenerek R yazılımında parametrik dağılımları belirlenmiş ve uyum iyilikleri karşılaştırılarak en iyi uyum sağlayanlar sunulmuştur.

4.4.1. Türkiye Geneli Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Dağılımları

Türkiye geneli il bazında gerçekleşen hasar tutarlarının modellenmesinde gamma, log-normal, log-normal(3p), weibull ve üstel dağılımları dikkate alındı. Momentler ve en çok olabilirlik yöntemleri ile ele alınan dağılımların parametre tahminleri R yazılımı kullanılarak bulundu. Her iki yöntem ile elde edilen parametrelerin uyumluluğu R yazılımında Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak sınıandı. Dağılımların test istatistikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Türkiye geneli hasar tutarı dağılım tablosu

Dağılım	Test İstatistikleri	
	D	p değeri
Gamma	0.19992	3.411e-12
Weibull	0.13001	2.11e-05
Üstel	0.41017	<2.2e-16
Log-normal	0.070813	0.06676
Log-normal(3p)	0.039329	0.6708

Tablo 2’de log-normal(3p) dağılımının gerçek veri ile en iyi uyum sağladığı görülmektedir. Dağılımın tahmini parametre değerleri ve beklenen değer ve varyansı Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Türkiye geneli hasar tutarı dağılımı

	E(X)	V(X)
$\hat{\mu}=2.5489, \hat{\sigma}=2.114, \hat{\gamma}=1.001$	120	1,232,144

Hasar tutarı verileri enflasyona göre düzenlenerek dağılım uyumluluğu tekrar test edildi. Dağılımların test istatistikleri Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4: Türkiye geneli enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılım tablosu

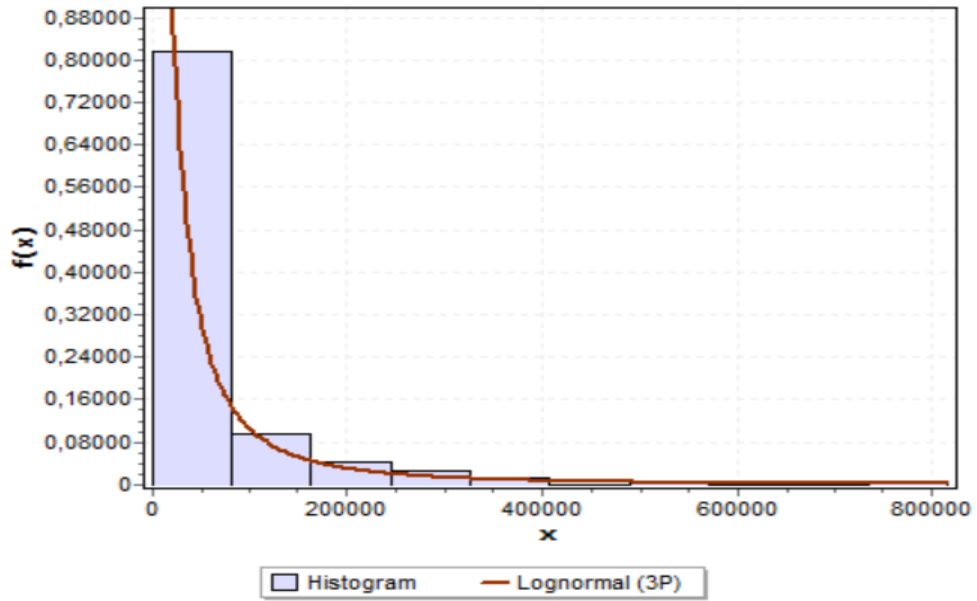
Dağılım	Test İstatistikleri	
	D	p değeri
Gamma	0.14512	1.26e-06
Weibull	0.090651	0.007609
Üstel	0.28044	< 2.2e-16
Log-normal	0.048033	0.4146
Log-normal(3p)	0.024385	0.9877

Tablo 4’te log-normal(3p) dağılımının gerçek veri ile en iyi uyum sağladığı görülmektedir. Dağılımın tahmini parametre değerleri ve beklenen değer ve varyansı Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5: Türkiye geneli enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılımı

	E(X)	V(X)
$\hat{\mu}=2.8936, \hat{\sigma}=1.808, \hat{\gamma}=0.951$	93	13,457

Şekil 3'te Türkiye geneli için en çok olabilirlik yöntemiyle parametre tahminleri yapılan log-normal(3p) dağılımının o.y.f. ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verisinin histogramı verilmiştir.



Şekil 3: En çok olabilirlik yöntemiyle parametre tahminleri yapılan Log-normal(3p) dağılımının o.y.f. ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verisinin histogramı

Şekil 3 incelendiğinde, Türkiye geneli için enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verisinin log-normal(3p) dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonuna uyum sağladığı görülmektedir.

Çalışmada N hasar sayısı için Binom dağılımı dikkate alındı.

Tazminat ödenen poliçe sayıları için parametre değerleri, beklenen değer ve varyansı Tablo 6'da verilmiştir. n poliçe sayısı ve p hasar olasılığıdır.

Tablo 6: Türkiye geneli hasar sayısı dağılımı: poliçe sayısına göre

	E(N)	V(N)
$n=67,288; p= 0.016065$	1,080	1,063

Tazminat ödenen kovan sayıları için parametre değerleri, beklenen değer ve varyansı Tablo 7’de verilmiştir. n poliçe sayısı ve p hasar olasılığıdır.

Tablo 7: Türkiye geneli hasar sayısı dağılımı: kovan sayısına göre

	E(N)	V(N)
n=14,114,099; p= 0.002368	33,422	33,343

4.4.2. Bölgeler Bazında Hasar Tutarı ve Hasar Sayısı Dağılımları

Türkiye’nin 7 coğrafi bölgesi olan Marmara, Ege, Doğu Anadolu, Akdeniz, Güney Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz için hasar tutarı ve hasar sayısı hesaplamaları yapılmıştır. Kümeleme analizi sonucu ayrı bir küme oluşturan Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri de ayrı birer bölge olarak kabul edilerek hesaplama yapılmıştır.

Bölgelerin hasar tutarı verilerinin dağılım uyumluluğu test edilmiş ve test istatistikleri Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8: Bölgelerin hasar tutarı dağılım tablosu

Bölge	Dağılım	Test İstatistikleri	
		D	p değeri
Marmara	Gamma	0.16369	0.1987
	Weibull	0.1281	0.473
	Üstel	0.22723	0.02421
	Log-normal	0.072116	0.973
	Log-normal(3p)	0.070527	0.978
Ege	Gamma	0.17827	0.464
	Weibull	0.1618	0.5858
	Üstel	0.21254	0.2598
	Log-normal	0.11882	0.8946
	Log-normal(3p)	0.11666	0.9062
Doğu Anadolu	Gamma	0.13802	0.1084
	Weibull	0.10292	0.387
	Üstel	0.26721	3.727e-05
	Log-normal	0.057061	0.9582
	Log-normal(3p)	0.054347	0.9727
Akdeniz	Gamma	0.092115	0.9013
	Weibull	0.10184	0.8253
	Üstel	0.26961	0.00975
	Log-normal	0.087713	0.9289
	Log-normal(3p)	0.074896	0.9811
	Gamma	0.13632	0.7363

Güney Doğu Anadolu	Weibull	0.14011	0.7059
	Üstel	0.27866	0.04521
	Log-normal	0.13458	0.7501
	Log-normal(3p)	0.17013	0.4677
	Gamma	0.12894	0.4083
İç Anadolu	Weibull	0.12606	0.4363
	Üstel	0.16594	0.1496
	Log-normal	0.1409	0.3042
	Log-normal(3p)	0.086053	0.8645
	Gamma	0.19417	0.005515
Karadeniz	Weibull	0.078914	0.7012
	Üstel	0.22799	0.0005918
	Log-normal	0.07845	0.708
	Log-normal(3p)	0.057152	0.953
	Gamma	0.21474	0.784
Muğla	Weibull	0.22304	0.7447
	Üstel	0.30674	0.3636
	Log-normal	0.17715	0.9278
	Log-normal(3p)	..	..
	Gamma	0.15156	0.9791
Ordu	Weibull	0.16176	0.9634
	Üstel	0.14007	0.9904
	Log-normal	0.14582	0.9855
	Log-normal(3p)	0.14487	0.9864
	Gamma	0.15746	0.9708
Hakkâri	Weibull	0.17423	0.9357
	Üstel	0.15794	0.97
	Log-normal	0.12797	0.9967
	Log-normal(3p)	0.12707	0.997
	Gamma	0.15746	0.9708

Tablo 8’de log-normal(3p) dağılımının gerçek veri ile en iyi uyum sağladığı, yalnızca Ordu ili için üstel dağılımın en iyi uyum sağladığı görülmektedir. Bölgeler için gerçekleşen hasar tutarlarına en iyi uyum sağlayan Log-normal(3p) dağılımının parametre tahmin değerleri ($\hat{\mu}$, $\hat{\sigma}$, $\hat{\gamma}$), üstel dağılımın parametre tahmin değeri ($\hat{\lambda}$) ve beklenen değer ve varyansları Tablo 9’da belirtilmiştir.

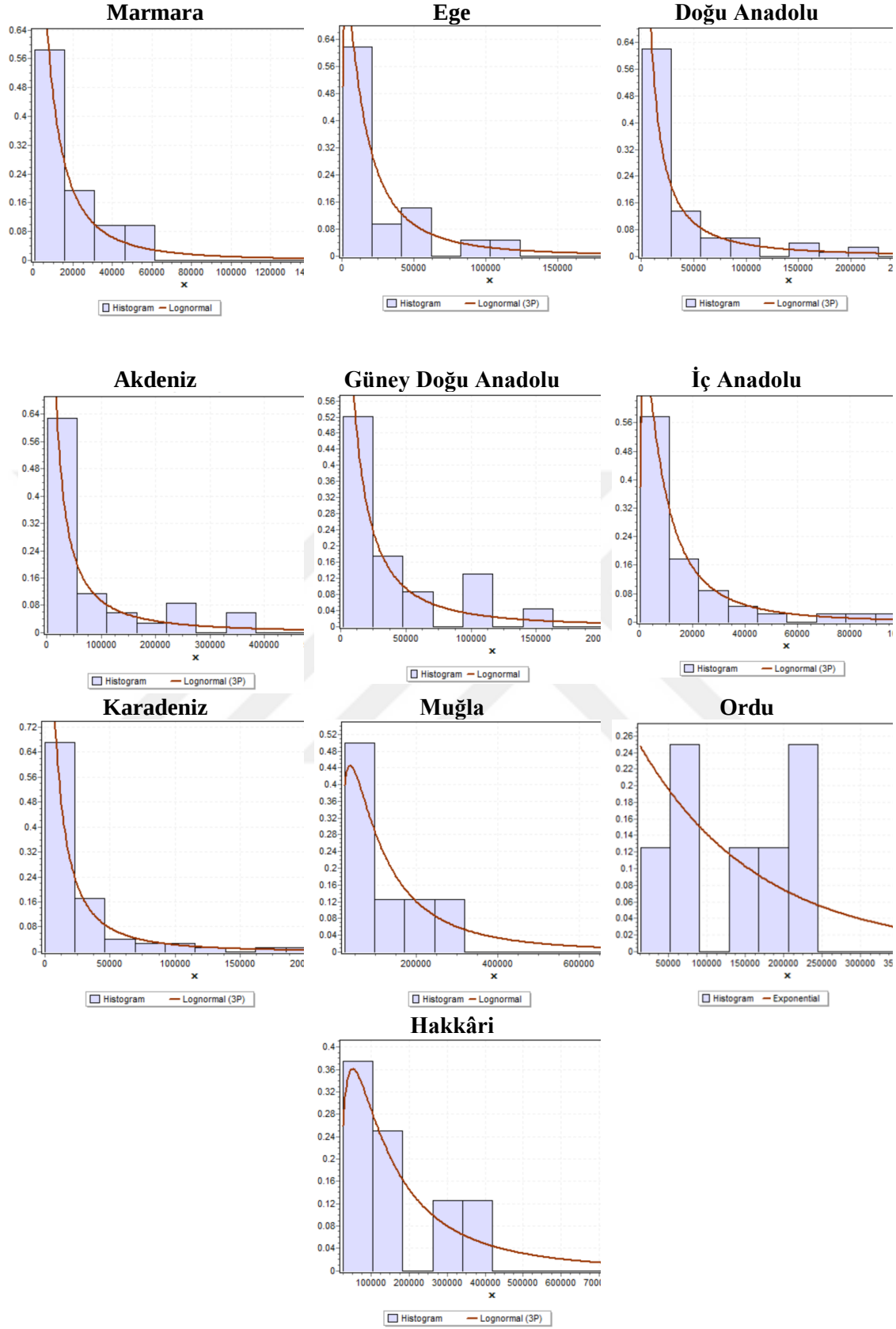
Tablo 9: Bölgelerin hasar tutarı dağılımları

Bölge		E(X)	V(X)
Marmara	$\hat{\mu} : 8.2428; \hat{\sigma} : 1.572; \hat{\gamma} : 233.322$	13,307	1,852,310,694
Ege	$\hat{\mu} : 9.0788; \hat{\sigma} : 1.336; \hat{\gamma} : -232.869$	21,169	2,271,467,824
Doğu Anadolu	$\hat{\mu} : 8.8765; \hat{\sigma} : 1.763; \hat{\gamma} : 99.654$	33,979	24,541,340,641
Akdeniz	$\hat{\mu} : 9.4750; \hat{\sigma} : 1.830; \hat{\gamma} : 260.123$	69,785	132,791,409,728
Güney Doğu Anadolu	$\hat{\mu} : 9.000364; \hat{\sigma} : 1.56953$	27,780	8,292,266,980
İç Anadolu	$\hat{\mu} : 8.5306; \hat{\sigma} : 1.159; \hat{\gamma} : -332.660$	9,586	22,382,279,473

Karadeniz	$\hat{\mu} : 8.6559; \hat{\sigma}: 1.4807; \hat{\gamma} : -100.496$	17,090	2,647,138,229
Muğla	$\hat{\mu} : 10.859; \hat{\sigma} : 1.2897$	119,451	61,024,353,018
Ordu	$\hat{\lambda}: 1.163352e-05$	61,217	7,388,864,772
Hakkâri	$\hat{\mu} : 11.204; \hat{\sigma}: 0.88922; \hat{\gamma} : -492.544$	108,535	14,323,448,365

Şekil 4'te bölgeler için en çok olabilirlik yöntemiyle parametre tahminleri yapılan dağılımların o.y.f.'ları ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verilerinin histogramı verilmiştir.





Şekil 4: Bölgelere ait farklı o.y.f.'ları ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verilerinin histogramları

Şekil 4 incelendiğinde, bölgeler için enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verilerinin Marmara, Ege, Doğu Anadolu, Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz ve Hakkâri bölgeleri için log-normal(3p) dağılımının o.y.f.'na; Güney Doğu Anadolu ve Muğla Bölgeleri için log-normal(2p) dağılımının o.y.f.'na ve Ordu bölgesi için üstel dağılımının o.y.f.'na uyum sağladığı görülmektedir.

Bölgelerin hasar tutarı verileri enflasyona göre düzenlenerek dağılım uyumluluğu tekrar test edildi. Dağılımların test istatistikleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10: Bölgelerin enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılım tablosu

Bölge	Dağılım	Test İstatistikleri	
		D	p değeri
Marmara	Gamma	0.13962	0.3668
	Weibull	0.12218	0.5329
	Üstel	1.5508	0.1649
	Log-normal	0.11524	0.6066
	Log-normal(3p)	0.11634	0.5948
Ege	Gamma	0.14612	0.7077
	Weibull	0.1387	0.7639
	Üstel	0.2054	0.296
	Log-normal	0.15606	0.6304
	Log-normal(3p)	0.12014	0.8873
Doğu Anadolu	Gamma	0.112	0.2892
	Weibull	0.08333	0.6521
	Üstel	0.23245	0.0005338
	Log-normal	0.056708	0.9603
	Log-normal(3p)	0.046777	0.9946
Akdeniz	Gamma	0.11986	0.6522
	Weibull	0.10738	0.7749
	Üstel	0.27571	0.007643
	Log-normal	0.096038	0.8729
	Log-normal(3p)	0.085167	0.9426
Güney Doğu Anadolu	Gamma	0.15704	0.5686
	Weibull	0.15149	0.6133
	Üstel	0.27398	0.05124
	Log-normal	0.13833	0.7203
	Log-normal(3p)	0.13881	0.7165
İç Anadolu	Gamma	0.14691	0.2594
	Weibull	0.1351	0.3522
	Üstel	1.4073	0.2002
	Log-normal	0.14315	0.2868
	Log-normal(3p)	0.093778	0.7891
Karadeniz	Gamma	0.1506	0.05711
	Weibull	0.083888	0.628
	Üstel	0.22503	0.0007304
	Log-normal	0.078723	0.704
	Log-normal(3p)	0.074689	0.7619
Muğla	Gamma	0.17956	0.9208
	Weibull	0.20688	0.8194
	Üstel	0.22651	0.7279

Ordu	Log-normal	0.1663	0.9545
	Log-normal(3p)	0.13087	0.9956
	Gamma	0.16847	0.9497
	Weibull	0.16807	0.9506
	Üstel	0.45741	0.7857
	Log-normal	0.22885	0.7165
Hakkâri	Log-normal(3p)	0.15216	0.9784
	Gamma	0.19249	0.8776
	Weibull	0.21116	0.8003
	Üstel	0.18818	0.893
	Log-normal	0.15776	0.9703
	Log-normal(3p)	0.14843	0.9828

Tablo 10’da Marmara bölgesi için log-normal dağılımının gerçek veri ile en iyi uyum sağladığı, diğer bölgeler için ise Log-normal (3p) dağılımın daha uygun olduğu gözlemlendi. İlgili parametre tahmin değerleri ve beklenen değer ve varyansı Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Bölgelerin enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılımları

Bölge		E(X)	V(X)
Marmara	$\hat{\mu}$: 9.160344 $\hat{\sigma}$: 1.310119	22,438	2,298,251,501
Ege	$\hat{\mu}$: 9.8233; $\hat{\sigma}$: 1.229; $\hat{\gamma}$: -957.999	38,323	5,445,080,246
Doğu Anadolu	$\hat{\mu}$: 9.6045; $\hat{\sigma}$: 1.756; $\hat{\gamma}$: 263.300	69,567	100,075,738,860
Akdeniz	$\hat{\mu}$: 10.2120; $\hat{\sigma}$: 1.828; $\hat{\gamma}$: 336.989	145,091	571,280,437,777
Güney Doğu Anadolu	$\hat{\mu}$: 9.7527; $\hat{\sigma}$: 1.508	53,622	25,070,248,752
İç Anadolu	$\hat{\mu}$: 9.2553; $\hat{\sigma}$: 1.168; $\hat{\gamma}$: -642.560	20,047	1,246,866,638
Karadeniz	$\hat{\mu}$: 9.3593; $\hat{\sigma}$: 1.484; $\hat{\gamma}$: -185.807	34,720	9,803,017,818
Muğla	$\hat{\mu}$: 11.19349; $\hat{\sigma}$: 1.489075; $\hat{\gamma}$: 18455.05	220,171	396,670,826,583
Ordu	$\hat{\mu}$: 12.5629; $\hat{\sigma}$: 0.36957; $\hat{\gamma}$: -136501.4	169,452	13,698,304,839
Hakkâri	$\hat{\mu}$: 11.8847; $\hat{\sigma}$: 1.070; $\hat{\gamma}$: 4691.864	261,773	141,575,548,130

Bölgelerin hasar tutarlarının modellenmesinin ardından hasar sayılarının modellenmesi gerekmektedir. N hasar sayısı Binom dağılımı ile modellenmiştir. Poliçe sayısı ile kovan sayısı için ayrı olarak hesaplanmıştır.

Tazminat ödenen poliçe sayıları için parametre değerleri, beklenen değer ve varyans Tablo 12’de verilmiştir. n poliçe sayısı ve p hasar olasılığıdır.

Tablo 12: Bölgelerin hasar sayısı dağılımı: poliçe sayısına göre

Bölge		E(N)	V(N)
Marmara	n=5,566; p= 0.0129	71	70
Ege	n=5,438; p=0.0075	40	40
Doğu Anadolu	n=9,273; p= 0.0265	245	239
Akdeniz	n= 6,919; p= 0.01517	104	103
Güney Doğu Anadolu	n=3,229; p= 0.0136	43	43
İç Anadolu	n=5,320; p= 0.0169	89	88
Karadeniz	n=13,309; p=0.0197	262	257
Muğla	n= 10,229; p= 0.0079	80	80
Ordu	n= 7,332; p= 0.009819	71	71
Hakkâri	n=673; p=0.15	100	85

Tazminat ödenen kovan sayıları için parametre değerleri, beklenen değer ve varyanslar Tablo 13'te verilmiştir. n poliçe sayısı ve p hasar olasılığıdır.

Tablo 13: Bölgelerin hasar sayısı dağılımı: kovan sayısına göre

Bölge		E(N)	V(N)
Marmara	n= 882,220;; p= 0.001879	1,657	1,654
Ege	n=1,223,938; p=0.001036	1,267	1,266
Doğu Anadolu	n=1,935,469; p= 0.003466	6,708	6,057
Akdeniz	n= 1,685,972; p= 0.003150	5,310	5,294
Güney Doğu Anadolu	n= 875,918; p= 0.002225	1,948	1,944
İç Anadolu	n= 999,675; p= 0.001709	1,708	1,705
Karadeniz	n=1,877,484; p=0.002495	4,684	4,872
Muğla	n= 2,690,523; p= 0.001073	2,886	2,883
Ordu	n= 1,823,060; p= 0.001767	3,221	3,215
Hakkâri	n=119,840; p= 0.033636	4,030	3,895

4.5. Toplam Hasarın Modellenmesi

Çalışmada arıcılık sigortasının toplam hasarının modellenmesinde kolektif risk modelinden yararlanılmıştır. Kolektif risk modeli ve hesaplamalarda kullanılacak formüller üçüncü bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Kolektif risk modeline göre öncelikle Türkiye geneli toplam hasarın momentleri ardından coğrafi bölgeler için toplam hasarın momentleri hesaplanmıştır. Son olarak Hakkâri, Muğla ve Ordu illeri için momentler hesaplanmıştır.

4.5.1. Türkiye Geneli Toplam Hasar Dağılımı

Tablo 14’te Türkiye için toplam hasar momentleri verilmiştir. Bölüm 4.4.1’deki hesaplamalardan yararlanılmıştır.

Tablo 14: Türkiye geneli toplam hasar dağılımı

Police Sayısı		Kovan Sayısı	
E(S)	V(S)	E(S)	V(S)
130,140	$(36,690)^2$	4,027,351	$(204,120)^2$
100,980	$(4,882)^2$	3,124,957	$(27,226)^2$

4.5.2. Bölgelerin Toplam Hasar Dağılımları

Tablo 15’te bölgelerin toplam hasar dağılımları verilmiştir. Bölüm 4.4.2’deki hesaplamalardan yararlanılmıştır.

Tablo 15: Bölgelerin toplam hasar dağılımı

Bölge	Police Sayısı			Kovan Sayısı		
	E(S)	Ortalama	V(S)	E(S)	Ortalama	V(S)
Marmara	955,471	119,434	(381,930) ²	22,059,543	2,757,443	(1,834,001) ²
	1,611,105	201,388	(447,992) ²	37,196,574	4,649,572	(2,154,731) ²
Ege	863,284	107,911	(332,816) ²	26,842,460	3,355,308	(1,856,838) ²
	1,562,848	195,356	(530,556) ²	48,594,321	6,074,290	(2,960,525) ²
Doğu Anadolu	8,349,856	1,043,732	(2,511,323) ²	227,947,711	28,493,464	(13,100,583) ²
	17,094,920	2,136,865	(5,074,378) ²	466,684,430	58,335,554	(819,763,638) ²
Akdeniz	7,324,707	915,588	(3,800,152) ²	370,618,593	46,327,324	(27,662,096) ²
	15,228,761	1,903,595	(7,882,732) ²	770,551,264	96,318,908	(56,083,953) ²
Güney Doğu Anadolu	1,219,824	152,478	(630,506) ²	54,140,914	6,767,614	(4,202,568) ²
	2,354,581	294,323	(1,106,964) ²	104,506,206	13,063,276	(7,378,790) ²
İç Anadolu	861,835	107,729	(1,421,369) ²	16,378,130	2,047,266	(6,196,412) ²
	1,802,297	225,287	(384,206) ²	34,250,463	4,281,308	(1,677,996) ²
Karadeniz	4,480,761	560,095	(869,143) ²	80,056,902	10,007,113	(3,717,963) ²
	9,103,046	1,137,881	(1,697,052) ²	162,642,400	20,330,300	(7,196,841) ²
Muğla	9,651,648	1,206,456	(2,464,657) ²	344,846,964	43,105,871	(14,741,816) ²
	17,789,857	2,223,732	(5,994,731) ²	635,619,708	79,452,464	(35,846,283) ²
Ordu	4,407,040	550,880	(929,595) ²	197,202,059	24,650,257	(5,988,095) ²
	12,198,907	1,524,863	(1,741,520) ²	545,865,082	68,233,135	(11,681,690) ²
Hakkâri	10,956,608	1,369,576	(1,567,375) ²	437,496,988	54,687,124	(10,179,554) ²
	26,426,055	3,303,257	(4,491,273) ²	1,055,191,46	131,898,933	(28,941,512) ²
0						

Tablo 15'teki poliçe sayısına göre hesaplanan değerlere bakıldığında, bölgeler arasında Doğu Anadolu'nun toplam beklenen hasar değerinin en yüksek olduğu, varyans değerinin ise Akdeniz Bölgesi'nde olduğu ve en düşük değerlerin İç Anadolu Bölgesi'nde olduğu görülmektedir. Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri arasından, toplam beklenen hasar ve varyans değerinin Hakkâri'de en yüksek olduğu görülmektedir.

Kovan sayısına göre hesaplanan değerlerde, en yüksek toplam beklenen hasar ve varyans değerleri bölgeler arasında Akdeniz Bölgesi'nde ve Hakkâri'de olduğu görülmektedir. En düşük değer ise İç Anadolu Bölgesi'ndedir.

Tablo 15'teki veriler kullanılarak elde edilen aktüeryal primler Tablo 16'da Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri ve Tablo 17'de bölgeler için sunulmuştur.

Tablo 16: Bölge bazında farklı prim ilkelerine ve yükleme faktörlerine göre elde edilen primler

Prim İlkeleri		Muğla	Ordu	Hakkâri
Net prim ilkesi $P_S = E[S]$	$\alpha = 0$	635,619,708	545,865,082	1,055,191,460
	$\alpha = 0.01$	641,975,905	551,323,732	1,065,743,374
Beklenen değer ilkesi $P_S = (1 + \alpha)E[S]$	$\alpha = 0.05$	667,400,693	573,158,336	1,107,951,033
	$\alpha = 0.1$	699,181,678	600,451,590	1,160,710,606
	$\alpha = 0.15$	730,962,664	627,744,844	1,213,470,179
	$\alpha = 0.00001$	13,485,179,508	1,910,483,881	9,431,302,745
Varyans ilkesi $P_S = E[S] + \alpha V(S)$	$\alpha = 0.00005$	64,883,418,709	7,368,959,077	42,935,747,888
	$\alpha = 0.0001$	129,131,217,710	14,192,053,073	84,816,304,317
	$\alpha = 0.00015$	193,379,016,711	21,015,147,069	126,696,860,746
	$\alpha = 0.01$	635,978,170	545,981,898	1,055,480,875
Standart sapma ilkesi $P_S = E[S] + \alpha\sqrt{V(S)}$	$\alpha = 0.05$	637,412,022	546,449,166	1,056,638,535
	$\alpha = 0.1$	639,204,336	547,033,250	1,058,085,611
	$\alpha = 0.15$	640,996,650	547,617,335	1,059,532,686

Tablo 16'da Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri için kovan sayısı ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verileri dikkate alınarak hesaplanan toplam beklenen hasar tutarları sunulmuştur. Net prim, beklenen değer ve standart sapma ilkelerine göre hesaplanan toplam beklenen hasar tutarlarından Hakkâri ili, en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Ancak varyans ilkesine göre hesaplanan toplam beklenen hasar tutarlarından, Muğla ili en yüksek değere sahiptir.

Tablo 17: Bölge Bazında farklı prim ilkelerine ve yükleme faktörlerine göre elde edilen primler

Prim İlkeleri		MARMARA	EGE	DOĞU ANADOLU	AKDENİZ	GÜNEYDOĞU ANADOLU	İÇANADOLU	KARADENİZ
Net prim ilkesi $P_S = E[S]$	$\alpha = 0$	37,196,574	48,594,321	466,684,430	770,551,264	104,506,206	34,250,463	162,642,400
	$\alpha = 0.01$	37,568,539	49,080,264	471,351,274	778,256,776	105,551,268	34,592,967	164,268,824
	$\alpha = 0.05$	39,056,402	51,024,037	490,018,651	809,078,827	109,731,516	35,962,986	170,774,520
	$\alpha = 0.1$	40,916,231	53,453,753	513,352,873	847,606,390	114,956,826	37,675,509	178,906,640
	$\alpha = 0.15$	42,776,060	55,883,469	536,687,094	886,133,953	120,182,136	39,388,032	187,038,760
Beklenen değer ilkesi $P_S = (1 + \alpha)E[S]$	$\alpha = 0.00001$	83,625,215	136,241,393	6,720,590,907,959	32,224,649,283	648,971,672	62,407,159	680,587,656
	$\alpha = 0.00005$	269,339,779	486,829,681	33,601,087,802,079	158,041,041,363	2,826,833,539	175,033,947	2,752,368,683
	$\alpha = 0.0001$	501,482,984	925,065,041	67,201,708,919,729	315,311,531,462	5,549,160,872	315,817,432	5,342,094,966
	$\alpha = 0.00015$	733,626,189	1,363,300,402	100,802,330,037,379	472,582,021,562	8,271,488,206	456,600,916	7,931,821,249
	$\alpha = 0.0005$	2,752,368,683	5,342,094,966	2,752,368,683	5,342,094,966	8,271,488,206	456,600,916	7,931,821,249
Varyans ilkesi $P_S = E[S] + \alpha V(S)$	$\alpha = 0.01$	37,218,121	48,623,926	474,882,066	771,112,103	104,579,993	34,267,242	162,714,368
	$\alpha = 0.05$	37,304,310	48,742,347	507,672,611	773,355,461	104,875,145	34,334,362	163,002,242
	$\alpha = 0.1$	37,412,047	48,890,373	548,660,793	776,159,659	105,244,085	34,418,262	163,362,084
	$\alpha = 0.15$	37,519,783	49,038,399	589,648,975	778,963,856	105,613,024	34,502,162	163,721,926
	$\alpha = 0.2$	37,627,519	49,186,425	630,637,157	781,777,005	105,987,166	34,587,292	164,086,000
Standart sapma ilkesi $P_S = E[S] + \alpha \sqrt{V(S)}$	$\alpha = 0.01$	37,218,121	48,623,926	474,882,066	771,112,103	104,579,993	34,267,242	162,714,368
	$\alpha = 0.05$	37,304,310	48,742,347	507,672,611	773,355,461	104,875,145	34,334,362	163,002,242
	$\alpha = 0.1$	37,412,047	48,890,373	548,660,793	776,159,659	105,244,085	34,418,262	163,362,084
	$\alpha = 0.15$	37,519,783	49,038,399	589,648,975	778,963,856	105,613,024	34,502,162	163,721,926
	$\alpha = 0.2$	37,627,519	49,186,425	630,637,157	781,777,005	105,987,166	34,587,292	164,086,000

Tablo 17’de Bölgeler için kovan sayısı ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verileri dikkate alınarak hesaplanan toplam beklenen hasar tutarları sunulmuştur. Net prim, beklenen değer ve standart sapma ilkelerine göre hesaplanan toplam beklenen hasar tutarlarından Akdeniz Bölgesi’nin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Ancak varyans ilkesine göre hesaplanan toplam beklenen hasar tutarlarından, Doğu Anadolu Bölgesi’nin en yüksek değere sahiptir.



SONUÇ

Arıcılık sektörü tüm Dünya’da gelecek için stratejik öneme sahiptir. 7. Uluslararası Muğla Arıcılık ve Çam Balı Kongresi’nde (2022), arıların ve arıcılığın Dünya’daki öneminden bahsedilerek arıların neslinin tükenmesiyle Dünyanın ömrünün kısılacığına ilişkin veriye dayalı tahminler verilmiştir. Ülkemizin Dünya bal üretiminde 2. Sırada olduğu dikkate alındığında, arıcılık sektörünün Türkiye’de de önemli bir yere sahip olduğu açıktır.

Günümüzde küresel iklim değişikliğinin hissedildiği bugünlerde arıcılık sektöründe üretilen ürünün sigorta ile güvence altına alınması hem sektördeki üreticilerin hem de ürünlerin korunması açısından hayati bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda Arıcılık Kayıt Sistemine kayıtlı olan kovanlar fırtına, hortum, sel, su baskını, deprem, heyelan gibi birçok riske karşı sigortalanabilmektedir. Öte yandan prim, bir sigorta sözleşmesinin ana ögesidir. Hem sigortalı hem de sigortacının menfaati ile ilişkisi olmasından dolayı prim miktarının belirlenebilmesi önemlidir. Çalışmada ülkemiz arıcılık sektöründe halen faaliyet gösteren AKS’ye kayıtlı arı yetiştiriciliği işletmelerine ilişkin 2014-2021 yıllarını kapsayan poliçe sayısı, kovan sayısı ve ödenen tazminat miktarı verileri dikkate alınarak prim hesaplaması yapılması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak öncelikle bir kümeleme analizi yapılmış ve iller bazında benzerlikler ortaya konmuştur. Sonrasında farklı prim hesaplama ilkelerine göre Türkiye geneli ve bölgeler için kolektif risk modelinden yararlanarak prim hesaplaması verilmiştir. Sonuçlara bölgeler bazında bakıldığında Türkiye geneli üzerinden en yüksek primin Doğu Anadolu ve en düşük primin İç Anadolu bölgesinde olduğu görülmektedir. Kümeleme analizi ile farklılık gösteren Muğla, Ordu ve Hakkâri illeri açısından ise prim karşılaştırmasında Hakkâri ili için en yüksek prim elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada, 2014-2021 yılları enflasyon oranları deneysel olarak alınarak prim hesaplamaları yenilenmiştir.

Doğu Anadolu bölgesi; poliçe sayısı, kovan sayısı ve hasar oranları bakımından en yüksek olan bölgedir ve prim miktarı da en yüksek olarak elde edilmiştir. İç Anadolu bölgesi; poliçe sayısı, kovan sayısı ve hasar oranları bakımından en düşük olan bölgedir ve prim miktarı en düşük hesaplanmıştır.

Hakkâri ilinin, Muğla ve Ordu illerine göre hasar sayısı az olmasına rağmen, hasar oranı en yüksektir. İlin arazi yapısı engebeli olup dar bir alan içerisinde yer alması,

yükseklik farklılıklarına sahip olmasının yanı sıra, bitki örtüsü bakımından zengin bir floraya sahip olması, yükseltisi 800 m'den 4000 m'ye kadar değişen alanlardan oluştuğundan dolayı iklimi birkaç bölgenin iklimini yansıtmaları ile diğer illere göre arıcılık sezonu daha uzun sürmektedir. Olumlu özelliklerin yanı sıra, Hakkâri bölgesinde var olan güvenlik sorunu, arıcılık faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Hasar oranının büyüklüğü, güvenlik sorunundan dolayı arı yetiştiricilerinin arı bakımını düzenli yapamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, Hakkâri ili için belirlenen prim miktarının yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

Enflasyonun etkisi incelendiğinde hasar tutarı ve hasarlı kovan sayısına göre elde edilen en yüksek toplam hasar tutarının Akdeniz Bölgesi'nde olduğu görülmektedir. Enflasyonun primi de etkilemesi doğal olduğundan dolayı, farklı prim hesaplamalarında da Akdeniz Bölgesi en yüksek prime sahip olan bölge olmuştur.

Öneriler;

i. Çalışma gerçek veriye dayalı olduğundan AKS'ye kayıtlı olmayan işletmeler prim hesabına dahil olamamıştır. Çalışmada elde edilen sonuçların arıcılık sektöründe faaliyet gösteren küçüklü büyüklü tüm şirketlerin kayıtlı olması durumunda değişebilir olması dikkate alınabilir.

ii. Farklı risk faktörleri, prim hesaplama yöntemleri ve yükleme faktörleri dikkate alınarak prim hesaplaması yapılabilir ve bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılabilir.

iii. Çalışmada, kümeleme analizi tekniklerinden aşamalı kümeleme analizi yapılmış ve aşamalı kümeleme yöntemlerinden en sık kullanılan tamamlayıcı bağlama yöntemi kullanılmıştır. Farklı kümeleme analizi teknikleri ve yöntemleri kullanılarak çalışma yenilebilir.

iv. Çalışmada ele alınan verinin uyabileceği karma dağılımlar dikkate alınarak prim hesaplama çalışması yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Raziq, H. M., Palmer, D. M., Koenig, P. A., Molnar , A. C., & Petersen, K. H. (2021). *System design for inferring colony-level pollination activity through miniature bee-mounted sensors*. Scientific Reports. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-021-82537-1
- Adanacioğlu, H., Topal, E., & Kösoğlu, M. (2020). Arıcılık İşletmelerinin Modern Uygulamalara Adaptasyon Durumu: İzmir İli Örneği. *J. Anim. Prod.*, 61(1), s. 1-8.
- Akbaş, U., & Koğar, H. (2020). *Nicel Araştırmalarda Kayıp Veriler ve Uç Değerler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Alakuş, K. (2020). Parametrik Dağılımlarda Parametre Tahmini. K. Alakuş içinde, *Mühendislikte İstatiksel Yöntemler Ders Notları* (s. 41-70). Samsun.
- Albrecht, P. (1992). Premium calculation without arbitrage? A note on a contribution by G. Venter. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 247-254.
- Ang, A., Hogan, K., & Shores, S. (2018). Factor risk premiums and invested capital: Calculations with stochastic discount factors. *Journal of Asset Management*, 145-155.
- Angelella, G. M., McCullough, C. T., & O'Rourke, M. E. (2021). *Honey bee hives decrease wild bee abundance, species richness, and fruit count on farms regardless of wildflower strips*. Scientific reports. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-021-81967-1
- Anonim. (2022, Ekim 17). *Tarım ve Hayvancılık*. Hakkari İl Kültür Ve Turizm Müdürlüğü: <https://hakkari.ktb.gov.tr/TR-160259/tarim-ve-hayvancilik.html> adresinden alındı
- Aristizabal, R. (2012). Estimating the Parameters of the Three-Parameter Lognormal Distribution. *FIU Electronic Theses and Dissertations*, s. 575. doi:10.25148/etd.FI12042308
- Arseven, H. (1987). Sigortanın Tarihçesi ve Geri Kalmışlığımızın Sebepleri. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*.
- Aygören, H., Çelik, M., & Uyar, U. (2012). *Muhasebe ve Finansman Dergisi*.
- Aylanc, V., Falcão, S. I., Ertosun, S., & Vilas-Boas, M. (2021). From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary

- phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, s. 464–481. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.042>
- Baione, F., & Biancalana, D. (2019). An Individual Risk Model for Premium Calculation Based on Quantile: A Comparison between Generalized Linear Models and Quantile Regression. *North American Actuarial Journal*, 1-18.
- Bakanlar Kurulu Kararı, 5720 (Aralık 31, 2013).
- Bayar, K. (2009). Sigorta Hasar Eksperlik Faaliyetlerinin Sigorta İşletmelerine Hasar Maliyetleri Açısından Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. Edirne: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bayramoğlu, Z., Kaya, S., & Karakayacı, Z. (2015). Tarım işletmelerinde risk kaynakları ve risk yönetim stratejilerinin belirlenmesi; Çumra ilçesi örneği. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 27(1), 46-54.
- Boland, P. J. (2007). *Statistical and Probabilistic Methods in Actuarial Science*. CRC Press.
- Boland, P. J. (2007). *STATISTICAL and PROBABILISTIC METHODS in ACTUARIAL SCIENCE*. Ireland: University College Dublin.
- Bühlmann, H. (1984). The general economic premium principle. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 13-21.
- Ceyhan, V., Cinemre, H. A., Yeninar, H., Demiryürek, K., Bozoğlu, M., Kılıç, O., . . . Başer, U. (2016). *Türkiye Arıcılığının Mevcut Durumu, Sorunları Ve Geleceği*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü.
- Chabert, S., Requier, F., Chadoeuf, J., Guilbaud, L., Morison, N., & Vaissière, B. E. (2021, Ocak 5). Rapid measurement of the adult worker population size in honey bees. *Ecological Indicators*, s. 107313. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107313>
- Cheung, K., Chong, W., Elliott, R., & Yam, S. (2015). Disappointment aversion premium principle. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 679-682.
- Chi, Y., & Tan, K. (2013). Optimal reinsurance with general premium principles. *Insurance: Mathematics and Economics*, 180-189.
- Cleff, T. (2019). *Applied Statistics and Multivariate Data Analysis for Business and Economics*. Springer.
- Coşkun, A. (2019). Türkiye’de Bal Sektörünün Mevcut Durum Değerlendirilmesi ve Tüketici Eğilimleri. *Yüksek Lisans Tezi*. Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.

- Çekici, M. E., & İnel, M. N. (2013). Türk Sigorta Sektörünün Direkt Prim Üretimlerinin Tahmin Teknikleri İle İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 135-152.
- Çevrimli, M. B., & Sakarya, E. (2017). Tarsim Arılı Kovan Sigorta Uygulamaları TR32 Bölgesi Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 1-10.
- Çevrimli, M. B., & Sakarya, E. (2018). Arıcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve sorunları; Ege Bölgesi örneği. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*(34), 83-91.
- Çiftçiyıldız, K., & İsel, M. (2020, Eylül). Türkiye’de Tarım Sigortalarının Gelişimi, Tarsim’e Geçiş Süreci Ve Sigorta Sektörü İşgücü Ve İstihdamı Açısından Değerlendirilmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, s. 105-118.
- Çipil, M. (2019). *Sigortacılık & Risk Yönetiminin Temelleri*. ANKARA: Seçkin Yayıncılık.
- Çukur. (2014). Muğla İli Milas İlçesinde Arıcılık Faaliyetinin Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. *Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 40-47.
- Çukur, F. (2014). Muğla İli Milas İlçesinde Arıcılık Faaliyetinin Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. *9.Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*.
- David, M. (2015). Auto insurance premium calculation using generalized linear models. *Procedia Economics and Finance*, 147-156.
- de Lourdes Centeno, M. (2005). Applying the proportional hazard premium calculation principle. *Astin Bulletin*, 409-425.
- De Pril, N. (1985). Recursions for convolutions of arithmetic distributions. *ASTIN Bulletin*(15), s. 135-139.
- De Pril, N. (1986). On the exact computation of the aggregate claims distribution in the individual life model. *ASTIN Bulletin*(16), s. 109-112.
- Dębicka, J., & Zmysłona, B. (2018). A Multiple State Model for Premium Calculation when Several Premium-Paid States are Involved. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics*, 27-52.
- Demir, A., & Aydalga, S. (2020, 06 22). *Arıcılık hukukunun mevzuat açısından değerlendirilmesi*. Tarım Hukuku Derneği: <http://www.tarimhukuku.org/aricilik-hukukunun-mevzuat-acisindan-degerlendirilmesi/> adresinden alındı
- Demirhan, H., & Hamurkaroğlu, C. (2016). *İstatistiksel Yöntemlere Giriş*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.

- Demirkapılar, A. (2019). *Tekirdağ Bölgesinde Bal Üretim Ve Pazarlama Sorunları*. Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Ve Organizasyon Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Dickson, D. C. (2005). *Insurance Risk and Ruin*. London: Cambridge University Press.
- Erdem, İ. (2017). *Matematisel İstatistik Problemler ve Çözümleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Erdemir, C., & Sucu, M. (2014). Sigorta priminin benzetim yöntemi ile belirlenmesi ve. *İstatistikçiler Dergisi: İstatistik&Aktüerya*, 20-28.
- Everitt, B. S. (2005). *An R and S-PLUS Companion to Multivariate Analysis*. Springer.
- Everitt, B., & Hothorn, T. (2011). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*. Springer.
- Evkaya, Ö. (2012). Modelling weather index based drought insurance for provinces in the Central Anatolia Region. (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Furman, E., & Landsman, Z. (2006). On some risk-adjusted tail-based premium calculation principles. *Journal of Actuarial Practice*.
- Furman, E., & Landsman, Z. (2006). Tail variance premium with applications for elliptical portfolio of risks. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 433-462.
- Furman, E., & Zitikis, R. (2008). Weighted premium calculation principles. *Insurance: Mathematics and Economics*, 459-465.
- Galeotti, M., Gürtler, M., & Christine, W. (2013). Accuracy of premium calculation models for CAT bonds—an empirical analysis. *Journal of Risk and Insurance*, 401-421.
- Gay, R. (2005). Premium calculation for fat-tailed risk. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 163-188.
- Gómez-Déniz, E., Hernández-Bastida, A., & Vázquez-Polo, F. (1999). The Esscher premium principle in risk theory: a Bayesian sensitivity study. *Insurance: Mathematics and Economics*, 387-395.
- Goovaerts., M., & De Vylder, F. (1979). A note on iterative premium calculation principles. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 325-329.
- Guerra, M., & de Lourdes Centeno, M. (2010). Optimal Reinsurance for Variance Related Premium Calculation Principles. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 97-121.

- Gümüş, F., & Uzekmek, F. (2019). Yangın Sigortası Risk ve Prim Hesaplaması Üzerine Bir Uygulama. *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, 5(1), 269-297.
- Günay, M. (2019). *Sigorta Hukuku*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Gür, İ. (2017). Tarım Sigortalarında Konumsal Kümeleme Üzerine Bir Çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*. Hacettepe Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri Anabilim Dalı.
- Güvel, E. A., & Güvel, A. Ö. (2018). *Sigortacılık*. ANKARA: Seçkin Yayıncılık.
- Haezendonck, J., & Goovaerts, M. (1982). A new premium calculation principle. *Insurance: Mathematics and Economics*, 41-53.
- Hamurkaroğlu, C., Yiğiter, A., Akkuş, Ö., & Gençtürk, Y. (2017). *Olasılık ve Olasılık Dağılımları I*. Ankara: Nobel.
- Härdle, W., & Simar, L. (2012). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer.
- Hidayat, A. S., & Gunardi. (2019). Calculation of crop insurance premium based on dependence among yield price, crop yield, and standard rainfall index using vine copula. *AIP Conference Proceedings* (s. Vol. 2192. No. 1.). AIP Publishing LLC.
- Hristov, P., Shumkova, R., Palova, N., & Neov, B. (2020, Ekim 30). Factors Associated with Honey Bee Colony Losses: A Mini-Review. *Veterinary Sciences*, 7(4). doi:10.3390/vetsci7040166
- Hürlimann, W. (1995). Splitting risk and premium calculation. *Insurance Mathematics and Economics*, 167-197.
- Iwaki, H., Kijima, M., & Morimoto, Y. (2001). An economic premium principle in a multiperiod economy. *Insurance: Mathematics and Economics*, 325-339.
- Jang, J.-W., & Krvavych, Y. (2004). Arbitrage-free premium calculation for extreme losses using the shot noise process and the Esscher transform. *Insurance: Mathematics and Economics*, 97-111.
- Jara, L., Ruiz, C., Martín-Hernández, R., Muñoz, I., Higes, M., Serrano, J., & La Rúa, P. d. (2020, Aralık 23). The Effect of Migratory Beekeeping on the Infestation Rate of Parasites in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies and on Their Genetic Variability. *Microorganisms*, 9(1). doi:https://dx.doi.org/10.3390/microorganisms9010022
- Joseph, F., William, C., Babbay, J., & Rolph, E. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Prentice Hall.

- Kadlikova, K., Vaclavikova, M., Halesova, T., Kamler, M., Markovic, M., & Erban, T. (2020, Ağustos 28). The investigation of honey bee pesticide poisoning incidents in Czechia. *Chemosphere*, s. 128056. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128056
- Kaluszka, M. (2001). Optimal reinsurance under mean-variance premium principles. *Insurance: Mathematics and Economics*, 61-67.
- Kaluszka, M. (2004). An extension of Arrow's result on optimality of a stop loss contract. *Insurance: Mathematics and Economics*, 527-536.
- Kaluszka, M. (2005). Optimal reinsurance under convex principles of premium calculation. *Insurance: Mathematics and Economics*, 375-398.
- Kaluszka, M., & Krzeszowiec, M. (2012). Pricing insurance contracts under cumulative prospect theory. *Insurance: Mathematics and Economics*, 159-166.
- Kaluszka, M., & Krzeszowiec, M. (2013). On iterative premium calculation principles under Cumulative Prospect Theory. *Insurance: Mathematics and Economics*, 435-440.
- Kaluszka, M., Laeven, R., & Okolewski, A. (2012). A note on weighted premium calculation principles. *Insurance: Mathematics and Economics*, 379-381.
- Kara, E. (2021). A Study on Modeling of Lifetime with Right-Truncated Composite Lognormal-Pareto Distribution: Actuarial Premium Calculations. *Gazi University Journal of Science*, 272-288.
- Kartal, M., & Bardakçı, S. (2019). Kolektif Risk Modeliyle Yangın Sigortası İçin Aktüeryal Prim Hesabına Yönelik Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(4), 1083-1096.
- Kılıçaslan, A. G. (2019). Mahalle Ölçekli Hane Başı Yangın Risk Primlerinin Belirlenmesine İlişkin Model Önerisi: Sakarya İli Örneği. *Doktora Tezi*. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü.
- Kume, A., & Hashorva, E. (2012). Calculation of Bayes premium for conditional elliptical risks. *Insurance: Mathematics and Economics*, 632-635.
- Kuşçu, S., & Revanoğlu, G. A. (2011). Türkiye Sigorta Sektörü ve Analizi. *International Conference On Eurasian Economies*, 138-142.
- Kwak, S. K., & Kim, J. H. (2017). Statistical data preparation: management of missing values and outliers. *Korean J Anesthesiol*. doi:10.4097/kjae.2017.70.4.407
- Laeven, R. J., & Goovaerts, M. (2008). Premium calculation and insurance pricing. *Encyclopedia of quantitative risk analysis and assessment*, 1302-1314.

- Landsman, Z., & Sherris, M. (2001). Risk measures and insurance premium principles. *Insurance: Mathematics and Economics*, 103-115.
- Lima Ramos, P. (2017). Premium calculation in insurance activity. *Journal of Statistics and Management Systems*, 39-65.
- Maklin, C. (2019, January 1). *Hierarchical Agglomerative Clustering Algorithm Example In Python*. Towards data science: <https://towardsdatascience.com/machine-learning-algorithms-part-12-hierarchical-agglomerative-clustering-example-in-python-1e18e0075019>
adresinden alındı
- Merz, M., & V. Wüthrich, M. (2014). Demand of insurance under the cost-of-capital premium calculation principle. *Risks*, 226-248.
- Mihailović, B., Pap, E., Štrboja, M., & Simićević, A. (2020). A unified approach to the monotone integral-based premium principles under the CPT theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 78-97.
- Mihailović, B., & Đapić, P. (2013). Premium principles based on generated Choquet integrals. In *2013 IEEE 11th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)* (s. 195-198). IEEE.
- Montserrat, H. S. (2014). The use of the Premium calculation principles in actuarial pricing based scenario in a coherent risk measure. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 34-43.
- Nelson, D. (1985). Recursions for convolutions of arithmetic. *ASTIN Bulletin*(15), s. 135-139.
- Nelson, D. (1985). Recursions for convolutions of arithmetic. *ASTIN Bulletin*(15), s. 135-139.
- Nelson, D. (1986). On the exact computation of the aggregate claims. *ASTIN Bulletin*(16), s. 109-112.
- Nelson, D. (1986). On the exact computation of the aggregate claims. *ASTIN Bulletin*(16), s. 109-112.
- Ören, N., Alemdar, T., Parlakay, O., Işık Yılmaz, H., Seçer, A., Güngör, C., . . . Bahadır Gürer, B. (2010). *Adana ilinde arıcılık faaliyetinin ekonomik analizi*. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Özbolat, M. (2020). *Temel Sigortacılık*. ANKARA: Seçkin Yayıncılık.
- Özkök, A. (2018). *Türkiye’de Hızla Büyüyen Sektör: Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış*. Ankara: Palme Yayıncılık.

- Öztaş, G. Z. (2016). Bulanık Kural Tabanı ile Genel Sağlık Sigortası Açısından Yoksulluk Sınırlarının Ve Prim Miktarlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztaş, G. Z., & Ertuğrul, İ. (2018). Bulanık Kural Tabanı ile Genel Sağlık Sigortası Primlerinin Hesaplanması. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 8(1), 9-32.
- Pai, J., Boyd, M., & Porth, L. (2014). Insurance premium calculation using credibility analysis: an example from livestock mortality insurance. *Journal of Risk and Insurance*, 341-357.
- Pan, M., Wang, R., & Wu, X. (2008). On the consistency of credibility premiums regarding Esscher principle. *Insurance: Mathematics and Economics*, 119-126.
- Parmikanti, K., I. Irianingsih, & S. Supian. (2018). Pricing of premiums for equity-linked life insurance based on joint mortality models. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (s. Vol. 332. No. 1.). IOP Publishing.
- Petrovets, V. R., Khromenkova, T. L., Shershneva, L. A., & Shershnev, A. N. (2021). Economic and mathematical model of bee colonies housing in two-block hive with combined technological partition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus*, 59(1), s. 103-110. doi:<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-1-103-110>
- Pratsiovytyi, M., & Drozdenko, V. (2014). Characterization theorems for customer equivalent utility insurance premium calculation principle. *European Actuarial Journal*, 437-451.
- Pratsiovytyi, M., & Drozdenko, V. (2014). Characterization theorems for scale invariance property of insurance premium calculation principles. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 267-288.
- Pratsiovytyi, M., & Drozdenko, V. (2014). Characterization theorems for scale invariance property of insurance premium calculation principles. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 267-288.
- Preda, A., & Mariana, G. (2012). Premiums Calculation for Life Insurance. *Annals of the University of Petroșani. Economics*, 197-204.
- Promislow, S. D. (2010). *Fundamentals of Actuarial Mathematics*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. Brigham Young University.
- Resmi Gazete. (2011, 02 14). Türk Ticaret Kanunu.

- Sancak, K., Zan Sancak, A., & Aygören, E. (2013). Dünya ve Türkiye’de Arıcılık. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9-15.
- Schmidt, K. D. (1990). Convergence of Bayes and credibility premiums. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 167-172.
- Skees, J., & Reed, M. (1986). Rate Making for Farm-Level Crop Insurance: Implications for Adverse Selection. *American Journal of Agricultural Economics*, 653-659.
- Sordo, M. A., Castaño-Martínez, A., & Pigueiras, G. (2016). A family of premium principles based on mixtures of TVaRs. *Insurance: Mathematics and Economics*, 397-405.
- Şahin, Ş., Karabey, U., Bulut Karageyik, B., Nevruz, E., & Yıldırak, K. (2016). Türkiye’de Buğday Bitkisel Ürün Sigortası için Aktüeryal Prim Hesabı. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 37-47.
- TARSİM. (2021, 08). *Tarım Sigortaları Havuzu* . TARSİM: [https://web.tarsim.gov.tr/adresinden alındı](https://web.tarsim.gov.tr/adresinden%20alindi)
- Taşkın, E., & Şener, H. Y. (2005). Türkiye Sigorta Pazarının Avrupa ve ABD Sigorta. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 996-1018.
- Tekin, V. N. (2014). *SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- TEPGE. (2021). *Ürün Raporu ARICILIK*. Ankara: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü . 08 21, 2021 tarihinde <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/37/Urun-Raporlari> adresinden alındı
- TKDK. (2020, Mayıs,Haziran, Temmuz,Ağustos). *Ülkemiz Arıcılık Faaliyetleri ile Kazanıyor*. Ankara: Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu .
- Tse, Y.-K. (2009). *Nonlife Actuarial Models: Theory, Methods and Evaluation*. London: Cambridge University Press .
- Tunca, R. İ., & Çimrin, T. (2012). Kırşehir İlinde Bal Arısı Yetiştiricilik Aktiviteleri Üzerine Anket. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 99-108.
- Turan, B., & Zulauf, C. (2006). Determining wheat crop insurance premium based on area yield insurance scheme in Konya Province, Turkey. . *Journal of Applied Sciences*, 1148-1152.
- TÜİK. (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Veri Portalı: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-%C3%9Cretim-%C4%B0statistikleri-Aral%C4%B1k-2021-45593&dil=1> adresinden alındı

- Türkiye Sigorta Birliği. (2021, 08 20). *Sigortanın tarihi*. Türkiye Sigorta Birliği: <https://www.tsb.org.tr/sigortanın-tarihi.aspx?pageID=438> adresinden alındı
- Türkiye Sigorta Birliği. (2021, 08 20). *Türkiye'de Sigortacılık*. Türkiye Sigorta Birliği: <https://www.tsb.org.tr/turkiyede-sigortacilik.aspx?pageID=439> adresinden alındı
- Tüzemen Atik, E., & Yolal, O. (2020). *Sigorta Sözleşmelerinde Prim Ödeme Borcunun Muacceliyeti*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Uzekmek, F. (2019). Konutların Sigorta Primlerinin Tespitine Dair Bir Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü.
- Uzundumlu, A., Aksoy, A., & Işık, H. B. (tarih yok). Arıcılık işletmelerinde mevcut yapı ve temel sorunlar; Bingöl ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 49-55.
- Van Anrooy, R. (2006). Review of the current state of world aquaculture insurance.
- Van Heerwaarden, A., Kaas, R., & Goovaerts, M. (1989). Properties of the Esscher premium calculation principle. *Insurance: Mathematics and Economics*, 261-267.
- Venter, G. (1991). Premium calculation implications of reinsurance without arbitrage. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 223-230.
- Venter, G. (1992). Premium Calculation Without Arbitrage Author's Reply on the Note by P. Albrecht. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 255-256.
- Vikipedi. (2021, 11 02). *2021 Türkiye orman yangınları*. Vikipedi: https://tr.wikipedia.org/wiki/2021_T%C3%BCrkiye_orman_yang%C4%B1nlar%C4%B1 adresinden alındı
- Wakgari, M., & Yigezu, G. (2021). *Cogent Food & Agriculture*, 7(1), 1872192. <https://www.tandfonline.com/loi/oafa20> adresinden alındı
- Wen, L., Wang, J., & Wu, X. (2014). A new class of credibility estimators under the generalized weighted premium principle. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 447-465.
- Yang, Z., Liu, Y., Campbell, M., Ten, C.-W., Rho, Y., Wang, L., & Wei, E. (2020). Premium Calculation for Insurance Businesses Based on Cyber Risks in IP-Based Power Substations. *IEEE Access*, 78890-78900.
- Yaslıdağ, B. (2017). *Sigortacılık: Sigorta Aracıları, Sigorta İşlemleri*. ANKARA: Seçkin Yayıncılık.

- Yılmaz, S. (2009). Sigorta Hukuku'nda Abonman Sözleşmesi . *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Özel Hukuk Anabilim Dalı.
- Zhang, Q. (2021). Improving mariculture insurance premium rate calculation using an information diffusion model. *PloS one*, e0261323.
- Zhu, W., Tan, K., & Porth, L. (2016). On a class of premium calculation principles based on the multivariate weighted distribution. *Available at SSRN*.
- Zhu, W., Tan, K., & Porth, L. (2019). Agricultural insurance ratemaking: Development of a new premium principle. *North American Actuarial Journal*, 512-534.



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Betimleyici istatistikler.....	50
Tablo 2: Türkiye geneli hasar tutarı dağılım tablosu	55
Tablo 3: Türkiye geneli hasar tutarı dağılımı	55
Tablo 4: Türkiye geneli enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılım tablosu ...	55
Tablo 5: Türkiye geneli enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılımı.....	56
Tablo 6: Türkiye geneli hasar sayısı dağılımı: poliçe sayısına göre	56
Tablo 7: Türkiye geneli hasar sayısı dağılımı: kovan sayısına göre	57
Tablo 8: Bölgelerin hasar tutarı dağılım tablosu.....	57
Tablo 9: Bölgelerin hasar tutarı dağılımları.....	58
Tablo 10: Bölgelerin enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılım tablosu.....	61
Tablo 11: Bölgelerin enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı dağılımları	62
Tablo 12: Bölgelerin hasar sayısı dağılımı: poliçe sayısına göre	63
Tablo 13: Bölgelerin hasar sayısı dağılımı: kovan sayısına göre	63
Tablo 14: Türkiye geneli toplam hasar dağılımı.....	64
Tablo 15: Bölgelerin toplam hasar dağılım	65
Tablo 16: Bölge bazında farklı prim ilkelerine ve yükleme faktörlerine göre elde edilen primler.....	66
Tablo 17: Bölge bazında farklı prim ilkelerine ve yükleme faktörlerine göre elde edilen primler.....	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kümeleme analizi sonucu elde edilen ağaç diyagramı 1	52
Şekil 2: Kümeleme analizi sonucu elde edilen ağaç diyagramı 2	53
Şekil 3: En çok olabilirlik yöntemiyle parametre tahminleri yapılan Log-normal(3p) dağılımının o.y.f. ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verisinin histogramı ..	56
Şekil 4: Bölgelere ait farklı o.y.f.'ları ve enflasyona göre düzenlenmiş hasar tutarı verilerinin histogramları	60
Şekil 5: Yığınsal hiyerarşik kümeleme (agglomerative hierarchical clustering)	87

EKLER

Ek 1. Kümeleme Analizi

Canlıların temel yeteneklerinden biri olarak söyleyebileceğimiz sınıflandırma, ilk insanlar tarafından birçok nesnenin özelliklerini belirtmek için yenilebilir, zehirli, vahşi vb. şekilde adlandırdıkları ilkel bir yapıya dayanır. Sınıflandırmanın ilkel olarak nitelendirilmesinin yanı sıra birçok bilimsel çalışmada incelenen fenomenlerin sınıflandırılmasının, bilimsel alanda da sınıflandırmanın önemini göstermektedir. Sınıflandırılan her şey için çeşitli sınıflandırmalar her zaman mümkün olacaktır. Örneğin, konularına dayalı kitapların sözlükler, romanlar, biyografiler vb. gibi sınıflara ayrılması, kitabın cilt rengine dayalı bir sınıflandırmadan daha fazla yararlı olacaktır. Bu gibi örnekler, bir dizi çok değişkenli verinin herhangi bir sınıflandırmasının, muhtemelen yararlılığına göre değerlendirebileceğini göstermektedir (Everitt & Hothorn, 2011).

Çok değişkenli veriler ile sınıflandırma temelinde gruplar (kümeler) oluşturmak için kullanılan bir yöntem olarak bilinen kümeleme analizinin amacı, heterojen büyük örneklerden homojen yapıya sahip gruplar elde etmektir. Gruplar veya kümeler mümkün olduğunca homojen olmalı ve çeşitli gruplar arasındaki farklar mümkün olduğunca büyük olmalıdır. Kümeleme analizi iki temel adıma ayrılabilir (Härdle & Simar, 2012).

- 1) Yakınlık ölçüsü seçimi: Her bir gözlem (nesne) çifti, değerlerinin benzerliği için kontrol edilir. Nesnelerin “yakınlığını” ölçmek için bir benzerlik (yakınlık) ölçüsü tanımlanmıştır. Ne kadar “yakın” olurlarsa, o kadar homojen olurlar.
- 2) Grup oluşturma için algoritma seçimi: Yakınlık ölçümleri temelinde nesneler gruplara atanır, böylece gruplar arasındaki farklılıklar büyür ve bir gruptaki gözlemler mümkün olduğunca yakın olur.

Örneğin pazarlamada, test pazarlarını seçmek için kümeleme analizi kullanılır. Diğer uygulamalar, şirketlerin organizasyon yapılarına, teknolojilerine ve türlerine göre sınıflandırılmasını içerir. Psikolojide, anketler temelinde kişilik türlerini bulmak için kümeleme analizi kullanılır. Arkeolojide sanat nesnelerini farklı zaman dilimlerinde

sınıflandırmak için uygulanır. Kümeleme analizini kullanan diğer bilim dalları tıp, sosyoloji, dilbilim ve biyolojidir. Her durumda, homojen alt grupları belirlemek amacıyla heterojen bir nesne örneği analiz edilir.

Değişken kavramı, kümeleme analizinin nasıl matematiksel sonuç ürettiğini anlamak için önemlidir. Küme değişkeni, nesnelerin benzerliklerini karşılaştıran seçilmiş değişken kümelerinin matematiksel gösterimini temsil eder. Kümeleme analizindeki değişken, farklı çok değişkenliler için uygulanan analiz tekniklerinden ayrı olarak belirlenir. Çok değişkenli analiz tekniklerinden değişkeni tahmin etmeyen tek analiz, kümeleme analizidir; araştırmacı tarafından belirlenen değişken kullanılır. Kümeleme analizinin odak noktası, değişkenin kendisinin tahminine değil, değişkene dayalı nesnelerin karşılaştırılması üzerinedir. Bu ayrım, kümeleme analizinde araştırmacının değişken tanımını kritik bir adım haline getirmektedir (Joseph, William, Babby, & Rolph, 2010).

Ek 1.1. Benzerlik veya Farklılık Ölçümleri

Kümeleme analizinde, benzer gözlem vektörlerini tanımlamaya ve bunları kümeler halinde gruplandırmaya çalıştığından, birçok teknik, her bir gözlem çifti arasında bir benzerlik veya yakınlık indeksi kullanılır. Analize uygun olan yakınlık ölçüsü, iki farklı gözlem arasında oluşan mesafedir. İki birim birbirinden uzaklaştıkça mesafe arttığından, mesafe aslında bir farklılığın ölçüsüdür (Rencher, 2002).

Çok değişkenli bir veri setindeki değişkenler farklı ölçeklerde olduğunda, bir tür standardizasyondan sonra mesafeleri hesaplamak daha mantıklı olur. İki vektör arasındaki uzaklık fonksiyonlarından yaygın olarak kullanılanlar, aşağıda tanımlanmaktadır (Everitt & Hothorn, 2011; Rencher, 2002).

Veri Seti

n = Birim sayısı.

q = Her bir birim için kaydedilen değişkenlerin sayısı.

x_{ik} = i . birim için k . değişkenin değeri.

Birim (Unit)	Değişken 1 (Variable 1)	...	Değişken q (Variable q)
1	x_{11}		x_{1q}
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
n	x_{n1}		x_{nq}

Euclidean Uzaklık (Distance):

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^q (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (1.1)$$

Minkowski Uzaklık (Distance):

$$d_{ij} = [\sum_{k=1}^q |x_{ik} - x_{jk}|^r]^{1/r}, r \geq 1 \quad (1.2)$$

Mahalanobis Uzaklık (Distance):

$$d_i^2 = (x_i - \bar{x})^T S^{-1} (x_i - \bar{x}) \quad (1.3)$$

Manhattan Uzaklık (Distance):

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^q |x_{ik} - x_{jk}| \quad (1.4)$$

Ek 1.2. Kümeleme Analizi Teknikleri

Bu bölümde, üç tür kümeleme yönteminin kısa bir açıklaması verilecektir: kümelemeli hiyerarşik teknikler, k-ortalamalar kümeleme ve model tabanlı kümeleme (Everitt B. S., 2005).

Ek 1.2.1. Yığımsal Hiyerarşik Kümeleme (Agglomerative Hierarchical Clustering)

Hiyerarşik bir sınıflandırmada yer alan veriler, tek basamak ile sınıf ve kümeye bölünemez. Bunun yerine yapılan sınıflandırma ile, tüm elemanları kapsayan tek "küme"den, her biri tek bir eleman içeren n kümeye kadar çalışabilen bir dizi bölümden

oluşur. Yığınsal hiyerarşik kümeleme teknikleri ile, n bireyin gruplar halinde bir dizi ardışık kaynaşmasıyla bölümler üretilir. Bu analiz bir kez yapıldıktan sonra, bu tür füzyonlar geri döndürülemez, böylece bir kümeleme algoritması iki bireyi aynı gruba yerleştirdiğinde, daha sonra farklı gruplarda görünemezler. Tüm yığınsal hiyerarşik teknikler nihai olarak verileri tüm bireyleri içeren tek bir kümeye indirgediğinden, "en iyi" uygun küme sayısına sahip çözümü arayan araştırmacının hangi bölümü seçeceğine karar vermesi gerekecektir.

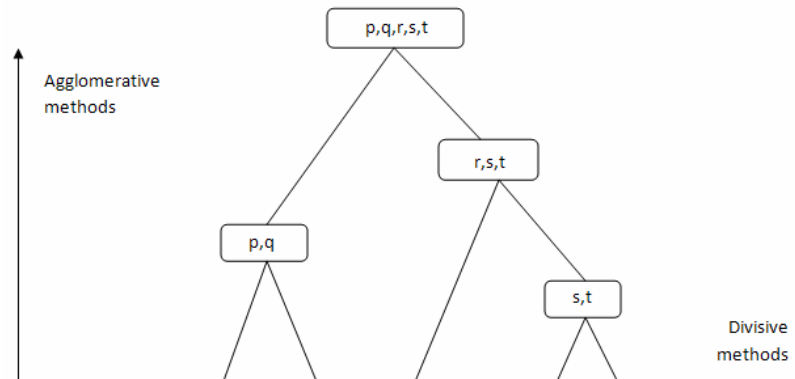
Yığınsal hiyerarşik kümeleme prosedürü, $P_n, P_{n-1}, \dots, P_1$ verilerinin bir dizi bölümünü üretir. İlki, P_n , n adet tek üyeli kümeden oluşur ve sonuncusu, P_1 , tüm n bireyi içeren tek bir gruptan oluşur. Tüm yöntemlerin temel işlemi benzerdir:

(BAŞLANGIÇ) Her biri tek bir eleman içeren $C_1, C_2, \dots, C_n$ kümeleri.

- (1) C_i ve C_j gibi en yakın farklı küme çiftini bulun, C_i ve C_j 'yi birleştirin, C_j 'yi silin ve küme sayısını bir azaltın.
- (2) Küme sayısı bire eşitse durun, yoksa 1'e dönün.

Sürecin her aşamasında yöntemler, en yakın (veya en benzer) bireyleri veya birey gruplarını birleştirir. Yöntemler, bireyler arası bir mesafe matrisi ile başlar (örneğin, Öklid mesafelerini içeren bir matris), ancak gruplar oluşturulurken, bir birey ile birkaç bireyi içeren bir grup veya iki birey grubu arasındaki mesafenin hesaplanması gerekecektir.

Hiyerarşik sınıflandırmalar, analizin her aşamasında yapılan birleşmeleri gösteren, iki boyutlu bir diyagram olan dendrogram ile temsil edilebilir. Böyle bir diyagramın bir örneği Şekil 3'te verilmiştir (Maklin, 2019).



Şekil 5: Yığınsal hiyerarşik kümeleme (agglomerative hierarchical clustering)

i. Kümeler Arası Farklılığı Ölçme

Yığınsal hiyerarşik kümeleme teknikleri, temel olarak, iki küme arasındaki mesafeleri veya benzerlikleri nasıl ölçtüklerine göre farklılık gösterir (bir kümenin zaman zaman yalnızca tek bir bireyden oluştuğu durumlarda). İki basit grup içi ölçüm

$$d_{AB} = \min(d_{ij}), \begin{matrix} i \in A \\ i \in B \end{matrix} \quad (1.5)$$

$$d_{AB} = \max(d_{ij}), \begin{matrix} i \in A \\ i \in B \end{matrix}$$

burada d_{AB} , iki A ve B kümesi arasındaki uzaklıktır ve d_{ij} , i ve j bireyleri arasındaki uzaklıktır. Bu, Euclidean uzaklıktır (bkz. Bölüm 3.1.1.) veya diğer uzaklık ölçülerinden biri olabilir.

Yukarıdaki ilk gruplar arası farklılık ölçüsü, tek bağlantı kümelemesinin temelidir, ikincisi ise tam bağlantı kümelemesinin temelidir. Bu tekniklerin her ikisi de, orijinal bireyler arası farklılıkların veya mesafelerin monoton dönüşümleri altında değişmez olmaları gibi arzu edilen bir özelliğe sahiptir.

Kümeler arası mesafeyi veya farklılığı ölçmek için başka bir olasılık,

$$d_{AB} = \frac{1}{n_A n_B} \sum_{i \in A} \sum_{j \in B} d_{ij}, \quad (1.6)$$

burada n_A ve n_B , A ve B kümelerindeki bireylerin sayısıdır. Bu ölçü, yaygın olarak grup ortalama kümelemesi olarak bilinen bir prosedürün temelidir.

Ek 1.2.2. K-Ortalamlar Kümeleme (K-Means Clustering)

K-ortalamlar kümeleme tekniği, bir dizi veriyi belirli sayıda k grubuna ayırmayı amaçlar. Örneğin, en yaygın olarak kullanılan yaklaşım, tüm değişkenler üzerinde grup içi kareler toplamını en aza indirecek şekilde n bireyin k gruba bölünmesini bulmaya çalışmaktır. O zaman sorun nispeten basit görünür; yani, olası her bölümünü göz önünde bulundurarak n birey k gruba ayrılır ve grup içi kareler toplamı en düşük olan seçilir. İlgili sayılar çok büyük olduğundan, uygulamada sorun o kadar basit değildir. Mümkün

olan her bölümün eksiksiz bir şekilde numaralandırılması, en hızlı bilgisayarla bile imkânsız olabilir.

Mümkün olan her bölümün incelenmesinin pratik olmaması, mevcut bölümleri yeniden düzenleyerek ve yalnızca bir iyileştirme sağlıyorsa yenisini koruyarak kümeleme kriterinin minimum değerlerini aramak için tasarlanmış algoritmaların geliştirilmesine yol açmıştır. Bu tür algoritmalar, elbette, kriterin global minimumunu bulmayı garanti etmez. Bu algoritmalarındaki temel adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Bireylerin gerekli sayıdaki grup içindeki başlangıç bölümlerini bulun. (Böyle bir başlangıç bölümü, önceki bölümde açıklanan hiyerarşik kümeleme tekniklerinden birinin çözümüyle sağlanabilir.)
2. Her bir bireyi kendi kümesinden başka bir kümeye "hareket ettirerek" oluşturulan kümeleme kriterindeki değişikliği hesaplayın.
3. Kümeleme kriterinin değerinde en büyük iyileşmeye yol açan değişikliği yapın.
4. (2) ve (3) adımlarını bireyin hareketinin kümeleme kriterinin iyileşmesine neden olana kadar tekrarlayın.

Ek 1.2.3. Model Tabanlı Kümeleme (Model-Based Clustering)

Yığınsal hiyerarşik ve k-ortalamlar kümeleme yöntemleri, resmi modellere dayanmazlar; bu sebeple bu yöntemlerde belirli bir yönteme karar vermek, kümelerin sayısını tahmin etmek gibi problemler oluşabilmektedir. Makul bir model olmadan biçimsel çıkarım yapılamaz. Model tabanlı küme yöntemlerinin bazı avantajları vardır ve çeşitli olasılıklar önerilmiştir. En başarılı yaklaşımın, Scott ve Symons (1971) tarafından önerilen ve Banfield ve Raftery (1993) ve Fraley ve Raftery (2002) tarafından genişletilen ve gözlemlerin ortaya çıktığı popülasyondan popülasyonun aşağıdakilerden oluştuğunun varsayıldığı yaklaşım olduğu belirtilmiştir (Everitt B. S., 2005). c alt popülasyonları, her biri bir kümeye karşılık gelir ve j . alt popülasyondan gelen q boyutlu bir gözlemin yoğunluğunun, bazı bilinmeyen parametre vektörü için, $\theta_j, f_j(x, \theta_j)$ olduğu varsayılır. Ayrıca bir $\gamma' = [\gamma_1, \dots, \gamma_n]$ vektörü sunarlar. Burada $\gamma_i = k$, eğer x_i , k 'inci alt popülasyondan ise; γ_i , her gözlemin alt popülasyonunu etiketler. Kümeleme sorunu şimdi, bu tür varsayımlarla ilişkili olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapmak için $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_c)$ ve γ 'yi seçme sorunu haline gelir.

Ek 2. İller

1	ADANA
2	ADİYAMAN
3	AFYONKARAHİSAR
4	AĞRI
5	AKSARAY
6	AMASYA
7	ANKARA
8	ANTALYA
9	ARDAHAN
10	ARTVİN
11	AYDIN
12	BALIKESİR
13	BARTIN
14	BATMAN
15	BAYBURT
16	BİLECİK
17	BİNGÖL
18	BİTLİS
19	BOLU
20	BURDUR
21	BURSA
22	ÇANAKKALE
23	ÇANKIRI
24	ÇORUM
25	DENİZLİ
26	DİYARBAKIR
27	DÜZCE
28	EDİRNE
29	ELÂZİĞ
30	ERZİNCAN
31	ERZURUM
32	ESKİŞEHİR
33	GAZİANTEP
34	GİRESUN
35	GÜMÜŞHANE
36	HAKKÂRİ
37	HATAY
38	İĞDIR
39	ISPARTA
40	İSTANBUL
41	İZMİR
42	KAHRAMANMARAŞ

43	KARABÜK
44	KARAMAN
45	KARS
46	KASTAMONU
47	KAYSERİ
48	KIRIKKALE
49	KIRKLARELİ
50	KİRŞEHİR
51	KİLİS
52	KOCAELİ
53	KONYA
54	KÜTAHYA
55	MALATYA
56	MANİSA
57	MARDİN
58	MERSİN
59	MUĞLA
60	MUŞ
61	NEVŞEHİR
62	NİĞDE
63	ORDU
64	OSMANİYE
65	RİZE
66	SAKARYA
67	SAMSUN
68	SİİRT
69	SİNOP
70	SİVAS
71	ŞANLIURFA
72	ŞIRNAK
73	TEKİRDAĞ
74	TOKAT
75	TRABZON
76	TUNCELİ
77	UŞAK
78	VAN
79	YALOVA
80	YOZGAT
81	ZONGULDAK

Ek 3. Kanun ve Karar

Ek 3.1. Tarım Sigortaları Kanunu

TARIM SİGORTALARI KANUNU

Kanun Numarası : 5363

Kabul Tarihi : 14/6/2005

Yayımlandığı Resmî Gazete : Tarih : 21/6/2005 Sayı : 25852

Yayımlandığı Düstur: Tertip : 5 Cilt : 44

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Riskler, Sigorta Sözleşmeleri, Havuza Katılım, Reasürans, Yardım ve Destekler

Havuz tarafından teminat altına alınacak riskler

Madde 12- Kapsama alınacak bitkiler, bitkisel ürünler ve seralar, tarımsal yapılar, tarım alet ve makineleri ile çiftlik hayvanları için kuraklık, dolu, don, sel, taban suyu baskını, fırtına, hortum, deprem, heyelan, yangın, kaza ve zararlılar ile hayvan hastalıklarının neden olacağı zararlar ve/veya tarım sektörü bakımından önemli görülecek diğer risklere ilişkin teminatlar Cumhurbaşkanınca belirlenir. (2)

Ek 3.2. Bakanlar Kurulu Kararı

31 Aralık 2013 SALI

Resmî Gazete

Sayı : 28868 (2. Mükerrer)

BAKANLAR KURULU KARARI

Karar Sayısı : 2013/5720

Ekli “Tarım Sigortaları Havuzu Tarafından Kapsama Alınacak Riskler, Ürünler ve Bölgeler ile Prim Desteği Oranlarına İlişkin Karar”ın yürürlüğe konulması; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 13/12/2013 tarihli ve 19407 sayılı yazısı üzerine, 5363 sayılı Tarım Sigortaları Kanununun 12 nci ve 13 üncü maddeleri ile 5488 sayılı

Tarım Kanununun 19 uncu maddesine göre, Bakanlar Kurulu'nca 20/12/2013 tarihinde kararlaştırılmıştır.

**TARIM SİGORTALARI HAVUZU TARAFINDAN KAPSAMA
ALINACAK RİSKLER, ÜRÜNLER VE BÖLGELER İLE PRİM DESTEĞİ
ORANLARINA İLİŞKİN KARAR**

Teminat altına alınacak ürünler ve riskler

MADDE 1-

(2) Arıcılık Kayıt Sistemine kayıtlı olan aktif (arılı) ve plakalı kovanlar için; fırtına, hortum, yangın, heyelan, deprem, taşıt çarpması, nakliye, sel ve su baskını riskleri; ilgili genel şartlar, teknik şartlar, tarife ve talimatları kapsamında; mevcut tesis, işletme ve yetiştiricilik bilgileri dikkate alınacak, Tarım Sigortaları Havuzu tarafından teminat altına alınır.

Ek 4. Gamma Fonksiyonu

$\Gamma(n)$ fonksiyonu, Gamma fonksiyonudur ve $\alpha > 0$ için,

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{+\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad (4.1)$$

biçiminde olur. $\alpha > 1$ için $\Gamma(n)$, aşağıdaki özyinemeyi sağlar.

$$\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)\Gamma(\alpha - 1). \quad (4.2)$$

Eğer α pozitif bir tam sayı ise,

$$\Gamma(\alpha) = (\alpha - 1)! \quad (4.3)$$

biçiminde olur (Tse, 2009).

ÖZGEÇMİŞ

Sümeýra SEZER KAPLAN, 2018 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü'nden mezun oldu. 2020-2023 yıllarında Karabük Üniversitesi, Aktüerya ve Risk Yönetimi Bilimleri yüksek lisans programından mezun oldu. 2020 yılında Araştırma Görevlisi olarak, Karabük Üniversitesi, Aktüerya Bilimleri Bölümü'nde göreve başladı.

Akademik Çalışma

Kaplan, S.S., Hamurkaroğlu, C. (2021) "Türkiye'de Arıcılık Sektöründe Risk Değerlendirmesi", 12. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ, (pp. 260-271), Türkiye, (Aralık 2021)