

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cenk YALÇIN

SİGORTA PORTEFÖY OPTİMİZASYONU

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA, 2010

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİGORTA PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Cenk YALÇIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 07.06.2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....		
Doç. Dr. Ali KOKANGÜL	Prof. Dr. Rızvan EROL	Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU
Danışman	Üye	Üye

Bu Tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No:

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİGORTA PORTFÖY OPTİMİZASYONU

Cenk YALÇIN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Ali KOKANGÜL

Yıl: 2010, Sayfa: 68

Jüri : Doç. Dr. Ali KOKANGÜL

: Prof. Dr. Rızvan EROL

: Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

Günümüzde sigorta sektöründe prim üretimi ve büyümenin yanı sıra karlılık faktörü de çok büyük önem kazanmıştır. Özellikle teknik karlılık konusunda mesafe kaydedebilmek için sigorta şirketleri sadece prim geliri yüksek olan branşlara yönelmek yerine teknik karı ve hasar/prim oranı olumlu olan branşları da dikkate alarak prim üretimi ile karlılık arasında bir denge stratejisi kurmalı ve piyasada bu stratejiye göre hareket etmelidir.

Bu çalışmada bir hayat dışı sigorta şirketinin karlılığını istenilen seviyede tutması ve aynı zamanda çeşitli kısıtları da tatmin etmesi için gerekli olan kar maksimizasyon problemi tanımlanmıştır. Problem çeşitli branşlar bazında optimal poliçe adetlerini aramakta ve simülasyon ile en iyi çözümü bulmaktadır. Modellenen problem gerçek sektör verisi ile hazırlanmış, ayrıca üç adet farklı senaryonun analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sigorta, optimizasyon, portföy seçimi, portföy optimizasyonu

ABSTRACT

MSc THESIS

INSURANCE PORTFOLIO OPTIMIZATION

Cenk YALÇIN

**UNIVERSITY OF CUKUROVA
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

Supervisor :Assoc. Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
Year: 2010, Page: 68

Jury : Assoc. Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
Prof. Dr. Rızvan EROL
Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

At the present day, the concept of profitability has gained much importance as well as the premium production and growth in the insurance market. In order to make a progress towards the profitability, insurance companies should prefer to set a balance strategy between premium production and profit by taking the branches with positive loss ratios into consideration instead of merely orienting to the branches with high premium revenue.

In this study the maximization problem is defined, which is needed by a non-life insurance company to bring the profitability into the desired level by satisfying various constraints at the same time. Problem looks for the optimal numbers of policies to be sold and finds the best solution with simulation. The problem that is modelled is prepared with real market data and analysis of three different cases is made.

Key Words: Insurance, optimization, portfolio selection, portfolio optimization

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlamamda desteğini esirgemeyen, yol gösteren ve teşvik eden tez danışmanım Doç. Dr. Ali KOKANGÜL' e ve her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Önemi.....	2
1.4. Çalışmanın Planı	2
1.5. Sigortacılık.....	2
1.5.1. Sigorta	2
1.5.2. Dünyada Sigortacılık.....	3
1.5.3. Türkiye’de Sigortacılık	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	11
3. MATERYAL VE METOD	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metod	19
3.2.1. Simülasyon	19
3.2.1.1. Simülasyon Kavramı	19
3.2.1.2. Model Kullanma Sebepleri	20
3.2.1.3. Simülasyon Ne Zaman Kullanılmalıdır	20
3.2.1.4. Simülasyon Nasıl Yapılır	21
3.2.1.5. Bilgi Edinmede Kullanılan Yöntemler	21
3.2.1.6. Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi	24
3.2.1.7. Simülasyon Tipleri	25
3.2.1.7.(1). Kesikli Simülasyon Yöntemi	25
3.2.1.7.(2). Sürekli Simülasyon Yöntemi	25
3.2.1.7.(3). Hibrit Simülasyon Yöntemi	25
3.2.2. Optimizasyon.....	25

3.2.2.1. Optimizasyon Nedir.....	25
3.2.2.2. Optimizasyonun Alt Dalları.....	27
3.2.3. Verinin Elde Edilmesi.....	28
3.2.4. Hedef Probleminin Oluşturulması.....	29
3.2.4.1. Prim.....	29
3.2.4.2. Hasar.....	29
3.2.4.3. Komisyon.....	30
3.2.5. Kısıtların Belirlenmesi.....	30
3.2.6. Hedef Problemi.....	31
3.2.7. Problemin Çözümü.....	32
3.2.7.1. Veriye Dağılım Uygunluk Testlerinin Yapılması.....	33
3.2.7.2. Meta Simülasyon.....	33
3.2.7.3. Meta-simülasyon Sonuçlarının Modele Yerleştirilmesi.....	34
3.2.7.4. Problemin Genetik Algoritmayla Çözümü.....	35
3.2.7.4.(1). Senaryo 1.....	37
3.2.7.4.(2). Senaryo 2.....	37
3.2.7.4.(3). Senaryo 3.....	37
3.2.7.5. Optimizasyon Parametrelerinin Testi.....	38
3.2.7.6. Problemin Analitik Yolla Çözümü.....	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	40
4.1. Hedef Probleminin Örnek Durumlarda Çözümü.....	40
4.1.1. Senaryo 1.....	40
4.1.2. Senaryo 2.....	41
4.1.3. Senaryo 3.....	43
4.2. Optimizasyon Parametrelerinin Testi.....	44
4.3. Problemin Analitik Yolla Çözümü.....	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
5.1. Sonuçlar.....	49
5.2. Öneriler.....	50
5.3. Sonraki Çalışmalar.....	51
KAYNAKLAR.....	52

ÖZGEÇMİŞ	55
EKLER.....	56

Çizelge 3.1. Çalışmada Kullanılan Ana ve Alt Sigorta Branşları .	18
Çizelge 3.2. Branşlar Bazında Hasar Şiddet İstatistiksel Dağılım Alternatifleri. .	34
Çizelge 3.3. Branşlar Bazında Hasar Frekans İstatistiksel Dağılım Alternatifleri.	34
Çizelge 3.4. Branşlar Bazında Seçilen Dağılımların Simülasyon Sonuçları.	35
Çizelge 4.1. Senaryo 1 Optimizasyon İstatistikleri.	41
Çizelge 4.2. Senaryo 1 Optimizasyon Sonuçları.	41
Çizelge 4.3. Senaryo 2 Optimizasyon İstatistikleri.	42
Çizelge 4.4. Senaryo 2 Optimizasyon Sonuçları.	42
Çizelge 4.5. Senaryo 3 Optimizasyon İstatistikleri.	43
Çizelge 4.6. Senaryo 3 Optimizasyon Sonuçları.	44
Çizelge 4.7. Regresyon Sonuçları.	45
Çizelge 4.8. Regresyon Denkleminin Optimizasyon İstatistikleri.	47
Çizelge 4.9. Senaryo 1 Regresyon Denkleminin Optimizasyon Sonucu.	47
Çizelge 4.10. Senaryo 1 Analitik Yöntemle Optimizasyon Sonuçları .	48

1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı

Bir sigorta şirketi üretim hedeflerini ve satış organizasyonunu çeşitli branşlara (kasko, trafik, yangın, deprem, mühendislik, ferdi kaza, nakliyat, tarım, sorumluluk vb) farklı ağırlıklar vererek kurabilir. Şirketin hangi branş üzerinde daha fazla odaklanacağı çeşitli kriterlerin etkisiyle verilen kararın bir sonucudur. Bu kriterlerin arasında piyasadaki talep, rekabet, şirketin acente ve direkt satış yapısı, şirketin sermayesi, branşın potansiyel karlılığı, potansiyel üretimi, yönetim karlılık/büyüme stratejisi gibi etkenler bulunmaktadır. Dolayısıyla bahsedilen etkenler ve bu etkenlerin parametreleri doğru belirlenebilirse bu karar bir optimizasyon probleminin konusu haline getirilebilir.

Bir sigorta şirketinin branş ağırlıklandırmasına yönelik böyle bir optimizasyon probleminin formüle edilmesinde verinin hangi kriterlere uygun ve hangi hangi kapsamda ele alınacağı, verinin istatistiksel parametrelerinin seçimi ve modele yerleştirilmesi, modelin kısıtlarının seçimi, modelde yapılan kabuller ve bu kabullerin gerçek hayata uygunluğu gibi detaylar önem kazanmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı bir sigorta şirketinin branş bazında üretim ağırlıklandırmasını yapabilmek için en uygun yolu araştırmaktır. Bir sigorta şirketi için mali ve teknik karlılık arasında denge kurmak düşük enflasyonlu ortamda ve uzun vadede çok önemlidir. Dolayısıyla karlılığın yüksek, üretim potansiyelinin düşük olduğu branşlar ile bunun aksi durumda bulunan branşlara yönelik stratejilerinde bir denge ihtiyacı bulunmaktadır. Bu strateji sayısallaştırılabilir ve çözüm yolu formülize edilebilirse şirkete en azından üretim hedeflerini ne oranlarda ağırlıklandırabileceği ve acente/broker/direkt satış teşkilatlanmasını nasıl organize edeceği konusunda yol gösterici bir yaklaşım elde edilmiş olur.

1.3. Çalışmanın Önemi

Problemin çözümünde önerilen sonuç elbette yol gösterici olmaktan öteye gitmeyecektir. Gerçek hayatta sermayedar talepleri, pazarın getirdiği baskılar, piyasada yaşanan sıkıntılar gibi sebeplerle teknik karlılığın göz ardı edildiği dönemler ve durumlar olmaktadır. Fakat stratejik yönetimde şirketlerin en azından ne kadar zararı göze alacakları ya da bekleyeceklerini bilmeleri de değerli bir ayrıntıdır.

1.4. Çalışmanın Planı

Çalışmada bulunan bölümlerin içerikleri şöyledir: 1. Bölümde çalışmanın konusunu oluşturan problemin tanımı, çalışmanın amacı, önemi, kapsamı ve çalışmanın uygulanmış olduğu “Sigorta” sektörünün geçmişinden bugüne kısa bir tanıtımı yer almaktadır. 2. Bölümde tez konusuyla ve ilgili konularla alakalı daha önceden yapılmış olan çalışmalara yer verilmiştir. 3. Bölümde çalışmada kullanılan materyal, metod ve bu metodların tanım ve açıklamaları bulunmaktadır.

1.5. Sigortacılık

1.5.1. Sigorta

Sigorta, aynı türden tehlikeyle karşı karşıya olan kişilerin, belirli bir miktar para ödemesi yoluyla toplanan tutarın, sadece o tehlikenin gerçekleşmesi sonucu fiilen zarara uğrayanların zararını karşılamada kullanıldığı, bir risk transfer sistemidir (TSRSB, 2010). Bir başka tanıma göre sigortacının alacağı bir prim karşılığında bir kimsenin para ile ölçülebilir, yasa ile korumaya değer bir menfaatine zarar veren bir olayın meydana gelmesi halinde bu zararı karşılayacak miktarda sigortacının tazminat vermesini öngören çift taraflı bir sözleşmedir. (EKE). Bu sistem sayesinde kişiler, karşı karşıya bulundukları tehlikelerin neden olabileceği, parayla ölçülebilen zararlarını, nispeten küçük miktarlarda ödemiş oldukları primler yoluyla paylaşmaktadırlar.

Sigortanın temel işlevi, zararı ekonomik açıdan önemsiz bir duruma getirmektir. Kişiler tek başına karşılayamayacakları zararları bir organizasyon aracılığıyla aralarında paylaşmaktadırlar.

Bu organizasyon, “sigorta şirketi”, “sigorta ettiren” ve “bir sigorta sözleşmesi”nden oluşur.

Bir sigorta sözleşmesinde; bir tarafta sigorta teminatı veren, ilgili kanun ve mevzuata göre sigortacılık faaliyetinde bulunmaya yasal olarak yetkili bulunan “sigortacı”, diğer tarafta da tehlikeyle karşı karşıya olan “sigorta ettiren” bulunmaktadır. Sigortalı; sigorta şirketinin bir tarafı olarak, teminat kapsamındaki tehlikelerden herhangi birinin gerçekleşmesi durumunda, meydana gelen hasarın tazmini talebinde bulunmaya yasal yetkili olan kişidir. Genellikle sigorta ettiren ile sigortalı aynı kişi olmakla birlikte, farklı da olabilmektedir.

Sigortacının sigortalıyı koruma yükümlülüğüne karşılık, sigortalının da sözleşme ile saptanan prim adı altındaki bir meblağı ödeme yükümlülüğü bulunmaktadır.

1.5.2. Dünyada Sigortacılık

Dünyada sigortacılığa benzer ilk uygulamalara günümüzden yaklaşık 4000 yıl önce Babiller’ de rastlanmaktadır. Zamanın ticaret merkezi durumundaki Babil’de, kervan tüccarlarına borç veren sermayedarlar, kervanların soyulması veya fidye ödeme durumuyla karşılaşmaları halinde tüccarların borçlarını silmekte, buna karşılık borcu tüccarlardan geri aldıkları zaman, taşıdıkları riskin karşılığı olarak ana borç miktarı üzerinden bir miktar para almaktaydılar. Bu olay daha sonra Kral Hammurabi tarafından yasallaştırıldı. Hammurabi Kanunlarının en büyük özelliği haydutların saldırısına uğrayan kervanların zararlarının bütün diğer kervanlar arasında paylaşılmasını öngörmeseydi. Bu, tehlike paylaşmasının kara taşımacılığındaki ilk örneğidir.

M.Ö. 600 yıllarında Hindu’lar sigorta özelliği taşıyan kredi anlaşmaları yapmaya başladılar. Basit içerikli bu anlaşmalar, toplumlardaki sigorta düşüncesini geliştirerek sigortacılıkta ilk adımları ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır.

Bu tür kredi anlaşmaları ortaçağda da gelişerek deniz ödücü ve nakliyat sigortalarının temelini oluşturmuşlardır.

Sonraları sigortaya daha yakın uygulamalar özellikle deniz ticaretinin geliştiği yerlerde görülmektedir. İlk denizci uluslardan Kartacalılar, Romalılar, Yunanlılar arasında, geminin taşıdığı yük üzerine borç verip geminin limana varamaması riskini taşıyan ve gemi salimen limana döndüğünde, hem verdiği borç miktarını, hem de taşıdığı riziko karşılığı faiz niteliğinde önemli pay alanlar bulunmaktaydı. Alınan bu faizlerin yüksekliği Kilise tarafından hoş görülmeyp, bir süre sonra da yasaklandı. Büyük olasılıkla bu yasak, olabilecek tehlikelere karşı önceden bir prim alma biçimine, dolayısıyla da sigorta fikrinin doğmasına yol açtı.

Prim esaslı sigorta yaklaşık M.S. 1250 yıllarında Venedik, Floransa ve Cenova şehirlerinde görüldü. Gene de bugünkü anlamda sigortadan söz edilebilmesi için 14. yy' ı beklemek gerekti. Ekonomik koşulların değişmesi ile ticaret, 14. yy'dan başlayarak çok önemli gelişmeler gösterdi. O devirde deniz ticaretinde en ileride bulunan İtalya' da sigortaya gereksinim duyuldu ve deniz sigortası kavramı da ilk defa burada ortaya çıktı. İlk sigorta poliçesi olarak kabul edilen mukavele 23 Ekim 1347 tarihini taşımaktaydı ve İtalya'nın Cenova Limanı'ndan Mayorka'ya "Santa Clara" adlı geminin yükünü temin etmek amacıyla düzenlendi. İlk sigorta şirketi de 1424 yılında, yine Cenova şehrinde kuruldu. Sigorta konusunda ilk kanuni mevzuat ise 1435 yılında yayınlanan Barselona Fermanı'ydı. İtalya'daki başlangıçtan sonra, deniz sigortalarının özellikle 18. yy' da İngiltere' de geliştiği görülmektedir.

Denizde başlayıp gelişen sigortacılık, daha sonraları hayat sigortası fikrinin doğmasına neden oldu. Gemi ve yükünün sigorta edilebilmesi, kaptan, yolcular ve tayfaların da sigorta edilebilmesi fikrini getirdi. 17.yy.'da bir İtalyan bankeri olan Tonti'nin getirdiği "Tontines" denilen sistemde, belirli kişiler bir araya gelerek, belirlenen bir süre için ortaya belirli bir para koymakta, süre sonunda hayatta kalanlar parayı aralarında paylaşmaktaydı. İnsanların çoğu, kendilerinin başkalarından daha çok yaşayacaklarına inandıklarından epey rağbet gören bu sistemde ölenlerin maddi kayba uğradıkları düşünülerek, öngörülen süreden önce ölenler için de, ölüm rizikosu karşılığı prim ödenmesi öngörüldü. Ve hayat sigortalarına bir geçiş de bu şekilde başladı.

17.yy.'ın ikinci yarısı sigortacılığın gelişmesine yol açan iki önemli olaya sahne olmuştur. Bunlardan ilki sigortacılıkta istatistik metod ve tekniğinin uygulanmaya başlaması (İhtimal Hesapları), ikincisi ise 2 Eylül 1666 tarihinde Londra'da meydana gelen ve dört gün sürerek 13.000 evle 100 kilisenin kül olmasına yol açan büyük yangındır. Kara sigortalarının doğmasına neden olan bu olay, halk üzerinde büyük etki yaratıp böyle felaketlerin sonuçlarına karşı önlem alınması fikrini doğurdu. Gelişen bu fikirden hareketle 1667 yılında " Fire Office " (Yangın Bürosu) kurulmasından sonra 1684 yılında buna rakip bir ortaklık şeklinde ortaya çıkan ilk yangın sigorta şirketi " Friendly Society " faaliyete geçti. 1688 yılında İngiltere'de Lloyd's' un temellerinin atılmasıyla sigortacılıkta yeni bir dönem başladı. Londra'da bulunan ve Edward Lloyd adında bir kişinin işlettiği kahvehane, gemi sahipleri, iş adamları ve tüccarların deniz ticaretine ilişkin bilgi alışverişinde bulundukları bir mekan olmuştur. Burada sefere çıkan bir gemi veya geminin yükü üzerine teminat veren kişiler, "Underwriter" sıfatıyla belgeler düzenleyerek faaliyette bulunmaya başlamışlar ve yine bu kişiler Edward Lloyd'un ölümünden sonra, kendi aralarında Lloyd's adında bir topluluk kurmuşlardır. Lloyd's 1871 yılında İngiltere Parlamentosunun çıkardığı bir kanunla Birlik haline getirilmiştir. Lloyd's ilk yıllarında sadece deniz sigortaları sahasında faaliyet gösterirken sonraları kara sigortaları sahasına da geçmiş olup, günümüzde her türlü sigortanın yapılabildiği bir kuruluş haline gelmiştir. Lloyd's, dünyada başka benzeri olmayan, tamamen kendine mahsus bir sigorta kuruluşudur. Lloyd's bir sigorta şirketi olmayıp, sigorta teminatı veren şahısların oluşturduğu bir topluluk, bir birlik ve aynı zamanda dünya gemicilik istihbaratı konusunda bir merkezdir. Lloyd's' un en belirgin özelliği Lloyd's üyelerinin bütün varlıklarıyla sorumluluk taşımaları ve hiç bir zaman sigortalı ile doğrudan temas etmemeleri, ilişkinin "Broker" denilen aracı kişi veya firmalarla temin edilmesidir. Broker'lar Lloyd's ile çalışabilmek için buraya kaydolmakta ve müşterinin gerek sigorta gerekse tazminat alma işlerini takip etmektedirler.

Modern sigortacılığın doğuşuna deniz, kara sigortacılığına yangın, kaza sigortacılığına tren kazaları ile ilişkin bireysel kazalar öncülük ederken, sanayinin gelişmesiyle yaşanan büyük teknik hasarlar, mühendislik sigortalarının gelişimine yol açmıştır.

20. yüzyılın başlarında sigorta şirketleri her türlü sigorta ihtiyacına cevap verebilecek şekilde örgütlenmelerini tamamlamış kuruluşlar olarak etkin hizmet verebilecek düzeye ulaşmışlardır.

1.5.3. Türkiye’de Sigortacılık

Türkiye’ de 19.yy’ ın ikinci yarısından önce sigortacılıktan söz etmek pek mümkün değildir. Bazı Anadolu köylerinde bu tarihten önce gereksinme halinde yardım sağlamak, halkın uğrayacağı zararı karşılamak amacıyla sendikalar kurulduğu, esnaf kuruluşlarının ölüm ve hastalık durumlarında üyelerine yardım amacıyla örgütlendikleri bilinmekteyse de bunlar gerçek anlamda sigorta olmayıp, güvenlik, yardımlaşma, sosyal dayanışma düşüncesi ile oluşturulmuş kuruluşlardır. Bunlar da birkaç köye özgü kalmış, Anadolu’ya yayılarak bir gelişme gösterememişlerdir.

Avrupa’daki sigorta konusunda kaydedilen önemli gelişmelere karşın, Osmanlı toplumunun sosyal özellikleri, dini ortam, mali düzen, buradaki gelişimi engelliyordu. 19. yy’ın ikinci yarısında meydana gelen yangınlar ve bunların sonucunda uğranılan büyük hasarlar, sigorta hakkındaki olumsuz düşünceler üzerinde az da olsa etki yapmıştır ve sigortanın doğmasına neden olmuştur. Özellikle 1870 yazında Beyoğlu’ndaki yangında (Büyük Pera Yangını) çok sayıda işyeri, ev, cami ve kilisenin yanması, bu bölgede de daha çok yabancı ve yabancılarla ilişkide olan zenginlerin oturması sigortanın gelişme sürecini hızlandırmıştır.

1872 yılında İngiliz sigorta şirketleri, açtıkları temsilciliklerle Türkiye’ de ilk sigortacılık faaliyetlerini başlamışlardır. İngilizler’ den sonra Fransızlar da Türkiye’ ye ilgi gösterdiler ve 1878 yılında ilk Fransız şirketi faaliyetlerine başlamıştır. Bundan sonra Alman, İtalyan, İsviçre gibi yabancı ülkelerin sigorta şirketlerinin çalışmaları ile sigortacılık genişlemeye başlamıştır. Bu şirketler duyulan gereksinimi karşılamakla beraber, o tarihlerde sigorta şirketlerinin kuruluşunu ve sigorta faaliyetini düzenleyen devlet denetimini öngören kanunların, hatta bu konuya değinen bir hükmün dahi bulunmayışı nedeniyle tamamen denetimsiz bir biçimde çalışıyorlar, diledikleri gibi hareket edip, merkezlerinden aldıkları talimatlarla işlem

yapıyorlardı. Poliçelerini İngilizce veya Fransızca düzenliyorlar, anlaşmazlık durumunda da dava mercii olarak Londra mahkemelerini veya ilgili şirket merkezinin bulunduğu yerel mahkemeleri gösteriyorlardı. Diledikleri zaman sigorta poliçelerini iptal ediyorlardı.

Böylece hukuki mevzuat ve denetimden yoksun, tamamen yabancılara özgü bir çalışma alanında ilk yıllar sigorta şirketleri adlarını duyurmak, sigorta düşüncesinin yayılmasını sağlayarak portföylerini genişletmek amacıyla vaatlerini yerine getirip, hasar ödemedede dürüst davranmışlardır. Ancak zaman geçtikçe, sigortacıların istedikleri gibi çalışmaları ve Kapitülasyonlar'ın kendilerine sağladığı geniş olanakları kullanabilmeleri, bu şirketlere Türkiye' de kolaylıkla çok para kazanabileceği izlenimini vermiştir. Bu durum, kısa zamanda çok fazla sigorta şirketinin çalışmasına, sigorta ahlakının bozulmasına, haksız rekabet ve ekspertiz suistimallerine yol açmıştır. Dürüst tüccarlar bundan olumsuz yönde etkilenmelerine rağmen hiçbir denetim olmayışı yüzünden sigorta şirketleri uzun süre en normal yangın hasarlarını bile ödemekten kaçınıp, sigortalıların hak ve hukukunu hiçe sayan bir biçimde davranmayı sürdürmüşlerdir.

Bu ortam içinde 1893 yılında Osmanlı Umum Sigorta Şirketi ilk yerli sigorta şirketi olarak çalışmaya başlamıştır. Bunu izleyen yıllarda sigortacılığın düzene sokulabilmesi için yabancı şirketler arasında birlikte hareket etme eğilimi belirmiştir. 12 Temmuz 1900 tarihinde 43 tanesi yabancı olmak üzere 44 sigorta şirketi bir araya gelerek sabit bir yangın tarifi belirlemişlerdir. Bu Türkiye'deki ilk tarifiedir.

Tarife ile birlikte, Yangın Sigorta Şirketleri'nin Sendikası adında bir örgütün oluşturulması ve sürekli bir denetim kurulunun bulunması kararı alınmıştır. Londra' da bulunan Fire Office Committee'nin emirleriyle çalışmalarını yürüten sendika tarafından, yangınlara zamanında yetişerek büyümesini önlemek, yangının nedenlerini araştırmak üzere Fasman adlı bir örgüt kurulmuştur. Denetim mekanizması ve içeriği geliştirilmiştir.

Sendikanın bu olumlu çalışmalarına rağmen çalışan şirketlerin tamamı sendikaya girmemişlerdir ve haksız rekabet yapmaya, alınan kararların tersine davranmaya devam etmişlerdir. 1908 ve 1914 yıllarında kanunlarda yapılan değişikliklerle yabancı şirketler kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. 1914 yılındaki

kanunla yabancı şirketler teminat göstermeye ve vergi vermeye zorunlu tutulmuşlardır. Sendikanın adı ise “ Türkiye’ de Çalışan Sigorta Şirketleri “ olarak değiştirilmiştir. Bu yeniliklerle yabancı şirketler Türkler ile ortaklık kurma yoluna gitmişlerdir.

Böylece Cumhuriyetin ilanına kadar tümü yerli sermaye ve teknisyenlerle işletilen bir sigorta kuruluşu bulunmadığı görülmektedir.

Cumhuriyetin ilanı ile birlikte sigorta alanında gerek yasal, gerekse kurumlaşma açısından büyük adımlar atılmıştır. 1924 yılında Türkçe’yi kullanma zorunluluğu getiren yasa ile, poliçelerin İngilizce ve Fransızca düzenlenmesine son verilmiş ve aynı yıl Sigortacılar Kulübü kurulmuştur. 1927 yılında Sigortacılığın ve Sigorta Şirketlerinin Teftiş ve Murakabesi hakkındaki kanun yürürlüğe girmiştir. Yerli ve yabancı sigorta şirketlerinin denetlenmesi, döviz çıkışının önlenmesi amacını taşıyan bu kanunun çıkışıyla sigortacılık gelişmeye, yerli sermaye ile kurulan şirketlerin sayısı artmaya başlamıştır. Bunu izleyen iki yıl boyunca gerekli hazırlık ve incelemelerin yapılması sonucu işletme hakkının T. İş Bankası A.Ş’ ye ait olacağı bir anonim şirket kurulmasına karar verilmiştir. Böylece 1929 yılında Milli Reasürans T.A.Ş faaliyetine geçmiştir. Bu tarihten itibaren Türkiye’ de reasürans tekeli başlamış ve ülkedeki yerli - yabancı bütün sigorta şirketleri topladıkları primlerin bir kısmını Milli Reasürans’ a devretmeye zorunlu tutulmuştur. Hemen hemen dünyada kurulan ilk reasürans tekeli olan Milli Re. önce çeşitli tepkiler gördüyse de suistimalleri önlemek, haksız rekabetin kakmasını ve ödemelerin zamanında yapılmasını sağlamak gibi yanlarıyla Türk sigortacılığının gelişmesinde olumlu rol oynamış, halkın sigortaya olan güvenini arttırmıştır.

Bu gelişmelerin paralelinde 1939 yılında sigorta şirketleri Ticaret Bakanlığı’na bağlanmıştır. Sigorta sektörünü ciddi bir biçimde ele alan 7397 sayılı Sigorta Murakabe Kanunu ise 1959 yılında yürürlüğe girmiştir. 1987 yılında yürürlüğe giren 3379 sayılı yasa ile 7397 sayılı yasada, yasal alandaki boşlukları doldurmak, sigorta şirketlerini mali yönden geliştirmek ve sigorta araçlarının durumunu yeniden düzenlemek amacıyla önemli ve köklü değişiklikler yapılmıştır. Bu kanun, sigorta ile ilgili organlar ve faaliyetlerini düzenleyen yönetmelikler çıkarılmasını öngörmekteydi. Sigorta şirketleri Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı’na

bağlanarak mali yapının bir parçası olarak kabul edilmişlerdir. 1 Mayıs 1990 tarihinden itibaren Kaza Sigortaları (zorunlu sigortalar hariç), Mühendislik Sigortaları ile Zirai Sigortalarda; 1 Ekim 1990 tarihinden itibaren de Yangın ve Nakliyat sigortalarında da Serbest Tarife Sistemine geçilmiştir. 1 Ağustos 2007 tarihinden itibaren ise Zorunlu Trafik Sigortası'nda aşamalı olarak serbest tarifeye geçilmiştir

Zaman içerisinde yeni kurulan sigorta şirketlerinin sayısı artarken, sigorta taleplerinin aynı ölçüde artmaması, ayrıca prim tahsilatında yaşanan sorunlar dolayısıyla, 1993 yılından itibaren çıkarılan Kanun Hükmünde Kararnameler ile 7397 sayılı Kanunda birtakım düzenlemelere gidilmesi ihtiyacı duyulmuştur. 1 Ocak 1995 tarihinden itibaren sigorta primlerinin tahsili sorununa çözüm getirilmesi amacıyla, primlerin acente cari hesapları üzerinden takibi sistemi yürürlükten kaldırılarak, poliçe bazında takip sistemi uygulamaya konulmuştur.

2000 yılında, 1999 depremlerini takiben meskenler için zorunlu hale getirilmiş bulunan deprem sigortalarını yürütmek üzere tesis edilen "Doğal Afet Sigortaları Kurumu" (kısaca DASK) Pool'u tesis edilerek yönetimi beş yıllık bir süre ile bu konuda deneyimli Millî Reasürans T.A.Ş.ne verilmiştir. Diğer taraftan Türkiye'de 23.07.1927 tarih ve 1160 sayılı Yasa ile şekillendirilmiş zorunlu reasürans devri 31.12.2001'de sona ermiştir.

28 Mart 2001 tarihinde kabul edilen “Bireysel Emeklilik Tasarruf ve Yatırım Sistemi Kanunu” ile kurulan bireysel emeklilik sistemi 27 Ekim 2003 yılında faaliyete geçmiştir

31.12.2009 tarihi itibarıyla, ülkemizde toplam 58 sigorta şirketi faaliyette bulunmaktadır.

Türkiye’de kurulu reasürans şirketi sayısı ise 3’tür. Ancak bunlardan ikisi prim üretimini durdurmuş olduğundan faal reasürans şirket sayısı 1 olmuştur. Ayrıca, bir reasürans şirketinin de tasfiyesine izin verilmiştir.

Türkiye’de Sigortacılık konusunda devlet kademesinde yetkili merciler T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Sigortacılık Genel Müdürlüğü ve bu kuruma bağlı Sigorta Denetleme Kurulu’dur. Ayrıca sigortacılık mesleğinin geliştirilmesi, şirketler arasında dayanışma sağlanması ve haksız rekabetin önlenmesi amacıyla kurulan

Türkiye Sigorta Reasürans Şirketleri Birliği (TSRSB)'de sektörde son derece etkin ve hayati bir rol oynamaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Portföy optimizasyonu ile ilgili çalışmalar H. Markowitz'in 1952 yılında yayınlanmış "Portföy Seçimi" isimli makalesiyle başlamaktadır. Markowitz bu makalesiyle "Modern Portföy Teorisi'nin temellerini atmıştır. İlgili makalede Markowitz portföy seçiminin iki safhadan oluştuğunu belirtir.

1. Gözlem ve deneyim
2. Uygun hisse/risklerin gelecek performanslarına dair inanç ve tahminler

Markowitz ikinci safhayla ilgilenmektedir. Makalede belirli kabuller yapılmaktadır. Yatırımcı gelecekteki gelirlerin bugünkü tutarını maksimize etmeyi hedefler. Bu hedefin gerçekleşmesinde en önemli detaylardan biri ve makalenin odak noktası ise eldeki risklerin varyansının minimize edilmesidir. Bu varyansın minimize edilmesi ise risk çeşitlendirmesiyle olur. Riskler farklı sektörlerden ve çok sayıda toplanırsa portföyün toplam varyansı portföyü oluşturan unsurların varyanslarından daha aşağıda olacaktır. Bu sonuç Modern Portföy Teorisinin de temellerinden birisidir.

Sonuç olarak problem bir maksimizasyon problemine dönüşmektedir. Hedef toplam hisse tutarının bugüne çekilmiş değerinin maksimize edilmiş olması, kısıtlar ise, hisse/risk ağırlıklarının toplamının 1 eşit olması, her birinin ağırlığının 0'dan büyük olması ve hisselerin kovaryansının minimum olmasıdır.

Markowitz'in finansal portföy yönetimi üzerinden yaptığı bu çalışmadan sonra Baumol (1963) yaptığı çalışmada kimi durumlarda Markowitz'in yaptığı gibi standart sapmayı kullanmanın mantıksız olabileceğini belirtmiştir. Örneğin standart sapması yüksek bir yatırımın beklenen değeri de yüksekse bu yatırım görece güvenli sayılabilir. Bu Markowitz yaklaşımıyla farklılık yaratmaktadır. Baumol bu tarz durumlarda standart sapma yerine verilen portföydeki risk ve yatırımcının bu riske yaklaşımının hesaba katılması gerektiğini öne sürmüştür.

Agnew ve arkadaşları (1969) Baumol'un çalışmasından hareketle optimal portföy seçim modelini kaza sigortalarına uyguladılar. Standart ve sapmayı minimize etmek yerine yatırımın beklenen değerini maksimize etmek üzerine yapılan bu çalışmalarla Baumol modelinin uygulanabilirliği gösterilmiş oldu.

Markowitz'in devrim yaratan çalışmasının non-lineer oluşu çeşitli hesaplama sıkıntıları yaratmakta ve efektif kullanılmasına engel olmaktaydı. Çok sayıda akademisyen bu konuda çeşitli yaklaştırma yöntemleri araştırdılar Sharpe (1967,1971), Stone (1973). Ayrıca indeks modeli hisse fiyatlarını etkileyen faktörleri kullanarak yapılan hesaplama yükünü azaltmayı sağlamıştır. (Perold 1984, Sharpe 1963). Yine de o dönemde hesaplamalar açısından daha pratik olan CAPM ve APT denge modellerinin yanında sönük kalmıştır. Bununla birlikte CAPM modeli de Markowitz temelli bir model olup çeşitli mantıksızlıklar ve tutarsızlıklar içeriyordu ve yeterince etkin değildi.

Bahsi geçen bu çalışmalardan sonra Konno (1988) çalışmasında L1 modelini (mutlak sapma) ve Konno ve Miyazaki (1991) çalışmalarında da Markowitz portföy seçim yöntemine bir alternatif olarak Ortalama-Mutlak Sapma Portföy Optimizasyon yöntemini geliştirmişlerdir. Bu çalışmada risk fonksiyonu portföyün geri dönüş oranının ortalama-mutlak sapması olarak alınmaktadır. Model geri dönüş oranlarının herhangi bir olasılıksal kabulüne dayanmamakta ve geri dönüş oranlarının çok değişkenli ve normal olarak dağıldığı durumda Markowitz modeline denk olarak görülmektedir. Non-lineer Markowitz modeli yerine lineer Konno-Yamazaki modelinin daha pratik ve aynı ölçüde efektif olduğu görülmektedir.

Sperenza (1996) Konno-Yamazaki'nin çalışmalarından yola çıkarak portföy optimizasyonuna yönelik sezgisel bir algoritma geliştirmiş ve bu algoritmayı Milano borsasına uygulamıştır. Hisse sayısı arttıkça sezgisel algoritmaların etkinliğinin azalmakta olduğu görülmüştür. Fakat yerleşik modellerin yetersiz kaldığı durumlarda sezgisel algoritmaların çok faydalı olacağı ve bu konuda geliştirmeye açık olduğu görülmüştür.

Simaan (1997) yaptığı çalışmada Ortalama-Varyans yöntemiyle Konno ve Yamazaki'nin bu yönteme karşı geliştirdikleri Ortalama Mutlak Sapma yöntemini karşılaştırmaktadır. Kovaryans matrislerine ihtiyaç olmadığı söylenen Ortalama Mutlak Sapma yönteminde özellikle gözlem sayısının az olduğu durumlarda bu durumdan dolayı büyük hatalar olduğu gözlenmiştir ve çalışmada incelenmektedir.

Tanaka ve Guo (1997) portföy optimizasyon probleminde uzmanlaşmaya yönelik iki çeşit olasılık dağılımı belirlenmiştir. İkinci dereceden denklemlerle formüle edilen bu dağılımlardan düşük olasılık dağılımının olasılık yayılması yüksek olasılık dağılımına göre daha azdır. Olasılık riski, gerçek yatırım problemlerindeki belirsizliği gösteren düşük ve yüksek olasılık dağılımlarının yayılmaları üzerinden verilen bir aralık olarak tanımlanabilir.

Hartley ve Bakshi (1998) Markowitz portföy seçim yöntemi kapsamında hem yatırımcının geri dönüş sürecinde hem de her yatırımcının gerçek portföy tercihlerine ait fayda fonksiyonunun yapısal parametrelerini belirleyecek bir algoritma geliştirmiştir ve probleme ters portföy seçimi adını vermiştir.

Chang ve arkadaşları (1999) yaptıkları çalışmada standart ortalama-varyans portföy optimizasyon modelinde etkin sınırın bulunması problemini incelemişlerdir. Çalışmada standart model, portföyde belirli sayıda varlık bulunması ve bir varlığın portföy içindeki ağırlığının belli bir limit altında kalmasını sağlayan kardinalite kısıtlarını içerecek şekilde geliştirilmiştir. Kardinalite kısıtının kullanıldığı etkin sınırı bulmak için genetik algoritma, tabu arama ve benzetilmiş tavlama sezgisel metodları kullanılmıştır.

Taflin (1999) çalışmasında sigortada optimal portföy seçimi için iki bilinmeyenli bir olasılıksal model geliştirmiştir. Bu sayede kümülatif sonuçların beklenen değeri varyans ve öz-sermaye karlılığı kısıtları altında bulunmuştur. Bu çalışma daha karmaşık modellerin geliştirilmesi için de temek teşkil etmiştir.

Markowitz ve Dijk (2003) yaptıkları çalışmada Markowitz'in temellerini atmış olduğu ortalama-varyans yönteminin küçük portföylerin yönetiminde dikkate alınan sezgisel yöntemler arasında bulunması gerektiğini çeşitli örneklerle açıklamaktadır.

Delong ve Gerard (2007) yaptıkları çalışmada hayat-dışı bir sigorta şirketi ortalama-varyans portföy seçim yöntemini incelemişlerdir. Bu çalışmada iki optimizasyon problemi ele alınmıştır. Birincisi klasik ortalama-varyans portföy seçimini, ikincisi ise önceden belirlenmiş bir kar-yeterlilik seviyesine göre ele alınan zenginlik ölçütünden sapmalar sebebiyle yürütülen bir ceza maliyetini içermektedir.

Optimal stratejiler bulmak için stokastik kontrol teorisi tekniklerinden yararlanılmıştır.

Ahcan ve arkadaşları (2005) yaptıkları çalışmada belirli bir tüketim desenine sahip bir yatırımcının çok dönemli portföy seçim problemini incelemişlerdir. Çalışmada non-deterministik hasarlara karşılık ayrılması gereken optimal rezerv miktarı dikkate alınmış ve araştırılmıştır.

Sherris (1992) yaptığı çalışmada hayat sigortası ve bireysel emeklilik şirketlerinin çok dönemli portföy seçimini incelemiştir. Önerilen seçim kriteri, içinde ortalama-varyans modelinin özel bir halini içerecek şekilde beklenen değerin maksimizasyonudur.

Zhang ve Nie (2004) gerçek yatırım işlemlerindeki belirsizliği yansıtmak için beklenen geri dönüş ve varlık riskinin kabul edilebilir hatalar içermesi ön koşuluyla kabul edilebilir etkin portföy modelini önermektedir. Yüksek ve düşük kabul edilebilir etkin portföyler kabul edilebilir hataların alt ve üst sınırlarının beklenen geri dönüş ve risklerinin dağılımıyla tanımlanabilir.

Chang (2008) yaptığı sunumda yangın sigortası ile portföy seçimi arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Yapılan çalışmada riskli yatırımlar ile risksiz yatırımların bir arada bulunduğu portföylerde yatırımcının sigorta teminatı alma davranışı sayısallaştırılmaya çalışılmıştır.

Lan ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmada yatırımların geri dönüşlerinin bulanık sayılar olduğu durumlarda alt ve üst sınır kısıtları ile birlikte portföy seçimini incelemektedir.

Anagnostopoulos ve Mamanis (2009) yaptıkları çalışmada portföy optimizasyonu 3 hedefli bir problem olarak formüle etmişlerdir. Böylece risk, geri dönüş ve portföydeki kıymet adedi arasındaki alışveriş anlaşılabilir. Elde tutulan kıymet miktarını sınırlandırmak için sayı ve sınıf kısıtları da modele eklenmiştir. Çalışmada optimum sonucu bulmak adına çeşitli algoritmalar kullanılmış ve performansları arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Cesarone ve arkadaşları (2009) makalelerinde klasik Markowitz modeline nicelik ve önemlilik kısıtlarını de ekleyerek oluşturulmuş olan Sınırlandırılmış Değer Markowitz (Limited Asset Markowitz – LAM) yöntemini çözmek için yeni bir

metod sunmaktadır. Normalde LAM karışık tamsayılı bir problemidir ve çözümü zordur. Bu çalışmada bunun yerine Standart Quadratic Program olarak yeniden formülasyon önerilmektedir. Bu sayede daha etkin bir metod oluşturulduğu öne sürülmektedir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Elde edilen veri sektörün önde gelen bir sigorta şirketinin 2009 yılına ait prim, hasar ve komisyon verisidir.

Tüm tutarsal değerler TL cinsindendir.

Dikkate alınacak sigorta branşları;

- Kasko
- Trafik
- Yangın
- Mühendislik
- Nakliyat
- Muhtelif Kaza
- Sağlık
- Tarım

Branşların ana başlıklar halinde toplanmasının sebebi alt başlıklar altında toplamanın veriyi çok fazla küçük parçalara bölme ve istatistiksel olarak anlamsız hale getirme tehlikesi ve problemdeki değişken adedinin fazla artıracığı endişesidir. Aslında Kaza branşının bir alt branşı olan Kasko ve Kara Araçları Mali Sorumluluk branşının bir alt branşı olan Zorunlu Trafik branşları poliçe adetlerinin çokluğu ve sigorta şirketlerinin ana odak noktalarından ikisi olduğu için ayrıca değerlendirilmiştir. Nakliyat, Mühendislik, Tarım, Sağlık ve Yangın başlı başına birer sigorta alanıdır. Kalan diğer branşlar oluşturulmuş Muhtelif Kaza ana branşı ise Ferdi Kaza, Sorumluluk ve Diğer Kaza branşlarından oluşmaktadır. Tüm ana branşlar ve bunların alt branşları sonraki sayfadaki tabloda görülebilir.

Çalışmaya DASK (Zorunlu Deprem) branşı dahil edilmemiştir. Bundaki başlıca sebep DASK branşının genel uygulamada üretim içinde yer almasına rağmen aslında elde edilen primin sigorta şirketine değil Hazine'ye gitmesi, yani sigorta şirketinin burada acente rolü oynayarak primden sadece komisyon alıyor olmasıdır.

Yani DASK branşını dahil etmek teknik karlılık açısından bakıldığında yanıltıcı bir hareket olur.

Prim ve hasar hareketlerinde şirketin direkt (primin doğrudan sigortalıdan alındığı ve hasar hizmetinin de doğrudan verildiği) verileri dikkate alınmıştır. Endirekt veriler tutarsal açıdan elde edilebilir olsa da poliçe ve hasar adetlerine ulaşmanın mümkün olmaması sebebiyle hasar frekansı hesabını imkânsız kılacaktır, dolayısıyla hariç tutulmuştur.

Çalışma brüt bakış açısıyla yapıldığı için prim ve hasarın reasürans (sigorta'da riskin belli bir kısmının bir reasürör şirkete devredilmesi) payları düşülmemiş ve brüt karlılık hedeflenmiştir. Dolayısıyla reasürans komisyonu (reasürans şirketinin kendisine risk devreden sigorta şirketine bu riske binaen ödediği komisyon tutarı) da karlılık hesabında yer almamıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan ana ve alt sigorta branşları

ANA BRANŞ	ALT BRANŞ
YANGIN	Sivil
	Ticari
	Sınai
	Kar Kaybı
NAKLİYAT	Emtea
	Kıymet
	Yat
	Tekne (Yat Hariç)
ZORUNLU TRAFİK	Zorunlu Trafik
MUHTELİF KAZA	Zorunlu Karayolu Taşımacılık Mali Sorumluluk
	Motorlu Kara Taşıt. Araç. İhtiyari Mali Sorumluluk
	İşveren Mali Sorumluluk
	Üçüncü Şahıslara Karşı Mali Sorumluluk
	Asansör Kaza Üçüncü Şahıslara Karşı Mali Sorumluluk
	Cam Kırılması
	Hırsızlık
	Tüpgaz Zorunlu Sorumluluk
	Tehlikeli Maddeler Zorunlu Sorumluluk
	İstihdam
	Uçak Tekne
	Uçak Mali Mesuliyet
	Uçak Yolcu Kaza
	K. Yolcu Taşıma Z. Koltuk Ferdi Kaza
	Mesleki Sorumluluk
	Özel Güvenlik Mali Sorumluluk
	Zorunlu Sertifika Mali Sorumluluk
	Ferdi Kaza
	Hukuksal Koruma
KASKO	Motorlu Kara Taşıtları Araç. Kasko
MÜHENDİSLİK	Makine Kırılması
	Montaj
	İnşaat
	Elektronik Cihaz
	Yapı Denetimi Zorunlu Mali Sorumluluk
TARIM	Dolu Sera
	Hayvan Hayat
	Kümes Hayvan Hayat
	Devlet Destekli Sera
	Devlet Destekli Bitkisel Ürün
	Devlet Destekli Hayvan Hayat
	Devlet Destekli Kümes Hayvan. Hayat
SAĞLIK	Sağlık
	Seyahat Sağlık

3.2. Metod

Bu çalışmada uygulanan metodoloji aşağıdadır;

1. Çalışma konusunda literatür, önceki çalışmalar ve yöntemlerin incelenmesi
2. Yapılan araştırmalar neticesinde model geliştirme planının hazırlanması
3. Model geliştirme planına göre verinin elde edilmesi
4. Modelin oluşturulması
5. Modelin farklı senaryolarda genetik algoritma yardımıyla çözülmesi
6. Modelin analitik yöntemlerle çözülmesi ve genetik algoritma çözümünün sağlamlasının yapılması
7. Model değişkenlerinin regresyon analiziyle testi
8. Sonuçların incelenmesi ve tartışılması

Bu bölümde öncelikle problemin çözümünde kullanılan simülasyon ve optimizasyon metotları tanıtılacaktır.

3.2.1. Simülasyon

3.2.1.1. Simülasyon Kavramı

Simülasyon, gerçek bir dünya süreci veya sisteminin işletilmesinin zaman üzerinden taklit edilmesidir. (Banks ve Carson, 1984; Varol, 1999'dan). Sistem objeleri arasında tanımlanmış ilişkileri içeren sistem veya süreçlerin bir modelidir.

Simülasyon bir araçtır. Simülasyon günümüzde mevcut olan ve daha önemlisi de yarın da mevcut olabilecek işlemler hakkında objektif bilgiler sağlar. Simülasyon gerçek bir şeyin taklit edilerek yapılmasıdır. Simülasyon, taklit edilen gerçek bir olayın genelde bilgisayar yardımıyla modellenmesidir. Örneğin bilgisayar üzerindeki bir uçuş simülatörü, uçuşun bazı kurallarının bir bilgisayar üzerinde öğretilmesi amacıyla kullanılan bir simülasyon modelidir. Pilotun kokpitte göreceği ekranın bir benzerini bilgisayar ekranında görmesi ve uçuşu kontrol etme işlemlerini sanki de gerçekten uçaktaymış gibi yapması, bir simülasyon olayıdır.

3.2.1.2. Model Kullanma Sebepleri

Simülatörde taklit ederek uçmak, gerçek bir uçakla uçmaktan daha emniyetli ve daha ucuzdur. Endüstri ve sanayide modellerin kullanılma sebepleri, maliyetlerinin düşüklüğü, tehlikeli olmayışları ve gerçek sistemler üzerinde deney yapmanın bazen imkânsızlaşmasıdır. Gerçek sistemlere benzer modeller üzerinde deney yapmak, para ve zaman tasarrufu demektir.

3.2.1.3. Simülasyon Ne Zaman Kullanılmalıdır?

Zamanla veya rastgele değişen sistemler için simülasyon kullanılabilir. Örneğin bir benzin istasyonuna gelen ve giden araçların zamana bağlı olarak değişimi incelenecek olursa, böyle bir sistem dinamik sistem olarak adlandırılır. Ancak benzin istasyonuna bir sonraki arabanın ne zaman geleceğini kimse tahmin edemez. Burada ise rastgele bir durum ortaya çıkmaktadır.

Karışık dinamik sistemlerin modellenmesi teorik olarak birçok basitleştirmelere gereksinim duyar ve bu nedenle ortaya çıkan modeller geçerli olmayabilir.

3.2.1.4. Simülasyon Nasıl Yapılır?

Bir benzin istasyonu ile ilgilendiğimizi varsayarsak ve benzin istasyonunda bulunan araba sayısını, sistemin durumunu zamana bağlı olarak grafiksel olarak çizmek istersek her araba benzin istasyona ulaştığında grafik zamana bağlı olarak bir birim artırılırken, benzin istasyonundan ayrılan her bir araba için de grafikte bir birim düşüş olacaktır. Gözetleme sonuçlarının kağıda aktarılması olarak tanımlanan bu grafik, yapay olarak da çizilebilir. Uygulamanın yapay olarak yapılması ve analiz edilmesi bir simülasyondur.

3.2.1.5. Bilgi Edinmede Kullanılan Yöntemler

Objektif gerçek bir olay için bilgi edinmenin üç temel yöntemi bulunmaktadır. Bunlar Deney, Analiz ve Simülasyondur. Bu üç yöntemin özelliklerini göstermek için pratik bir örnek ele alalım. Bir benzin istasyonundaki sistem araştırılacaktır. “Bir arabanın benzin istasyonunda geçirdiği ortalama zaman nedir?” sorusuna cevap vermenin üç yöntemi vardır. Bunlar Deney, Analiz ve Simülasyondur.

Deney

Bir kronometre ile istasyonda her arabanın geçirdiği süre tespit edilir. Sonra tüm arabaların sayısı toplanır. Diğer taraftan da tüm arabaların istasyonda geçirdiği toplam süre bulunur. Toplam süre, araba sayısına bölündüğünde her bir arabanın benzin istasyonunda geçirdiği ortalama süre bulunur.

Analiz

Doğrudan sistemde harcanan ortalama süreyi hesaplamak için “Queueing Teorisi” formülü kullanılır. Formülü kullanabilmek için gerçek sistemin göz önüne alınabilecek basitleştirmelerinin yapılması ve nicelik parametrelerine gereksinimin olmasıdır. Bu örnekte nicelik parametreleri varış yoğunluğu (Her zaman dilimi içerisinde istasyona varan araba sayısı) ve her zaman dilimi içerisinde servis gören araba sayısıdır.

Simülasyon

Arabaların varışı ve servis sürelerini rastgele olarak türeten bir simülasyon modeli yapmamız istensin. Bunun için ilk olarak gerçek sistemle bire bir ilgili olan tüm faaliyetler, uygun biçimde sıralanmalıdır. Gözetlemeler, istatistiksel verilerin toplanması ve değerlendirmeler programlanmalıdır. Her araba için harcanan süre hesaplanmalı, süreler toplanmalı, araba sayıları sayılmalı, sonuçta ortalamalar hesaplanmalı ve ekranda gösterilmelidir.

Bu üç yöntemi önemine göre kendi aralarında sıraya koymak doğru olmaz. Çünkü her yöntemin kendine özgün avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Ancak değişik kriterler göz önüne alınarak belirli özel durumlar için kıyaslamalar yapılabilir.

Deney yöntemi en sağlıklı yöntemdir. Mümkün olduğu sürece kullanılmalıdır. Bu yöntemin kullanılmasına uygun olmayan durumlar:

- Çok tehlikeli alanlar (Kritik duruma varmış bir nükleer reaktör santralinin davranışlarında, bir jet motorlu uçağın inişinde vs)
- Çok pahalı (Hasara sebebiyet verecek tüm durumlarda, kiralık telefon hattı ağı üzerinden verilerin aktarımı için uzun deneysel çalışmalar vs)
- Sistemin araştırılmasına imkan vermeyen durumlar (Dizayn seviyesinde mümkün olan birçok alternatiflerin değerlendirilmesi)

Analiz yöntemi pratik yaşamda nadiren gerçek olan ve birçok kabule dayanan ve çoğu kez matematiksel olarak yapılan bir simülasyon tipidir. Analitik yöntemlerin dezavantajları çok karmaşık cihazların kullanılması ve/veya hesaplamalarda çok uzun zaman harcanmasıdır. “Queueing Ağ Analizi” buna bir örnektir. Diğer taraftan formülün kullanılması genelde hızlı sonuç verir ve formüle basit farklı parametre değerleri ilave edilerek alternatif birçok durumlar test edilebilir. Deneysel yöntemler için çok daha fazla zaman harcadığı durumlar ortaya çıkabilir. Analizin diğer bir problemi, gerekli parametrelerin yokluğudur. Diğer simülasyon sistemlerinin tahmin edilen verileri kullanması, sonuçların güvenilirliğini azaltmaktadır.

Simülasyon de deneysel bir yöntemdir. Gerçek sistem ile deney yapmak yerine deneyler simülasyon modeli üzerinde yapılır. Simülasyonun birçok dezavantajları vardır. En önemli dezavantajı simülasyon modelinin yaratılmasındaki yoruculuk ve simülasyon modelinin programlanmasında kullanılan dilin (örneğin Pascal gibi) zorluğudur. Uygun simülasyon yazılımları bulunmaktadır, ancak maliyetlerinin yüksekliği nedeniyle alımı güçleşebilmektedir. Bazı grafik tekniklerine dayanan simülasyon yazılımları geliştirilmiştir. Bu yazılımlar sayesinde belirli sistemler için simülasyon modellerinin yaratılması otomatik olarak yapılabilmektedir.

Sistemle ilgili mevcut sınırlı bilgiler kullanılarak simülasyonu yapılır. Her şeyden önce bazı nicelik parametrelerinin bilinmesi zorunludur. Yukarıdaki örnek için varış ve rastgele servis süreleri arasında rastgele aralıkların türetilmesi gerekir. Bu olayda simülasyon yöntemi analiz yönteminden daha esnektir. Çünkü simülasyon dilleri rastgele sayıları herhangi bir dağılımın pratikliği ile üretmeyi desteklemektedir. Herhangi bir dağılım hiçbir zaman ne birkaç parametre (eğer o teorik ise) ne de doğrudan dağıtım fonksiyonuna (eğer dağıtım ölçme ile sağlanmışsa) gereksinim duyar. Sistem içerisinde tasarım seviyesinde tipik olarak ortaya çıktığı gibi sayılamayan durumlar ortaya çıkabilir ve genellikle bilincinde olunmayan gerçekleri kabullenmek durumuyla karşı karşıya kalınabilir.

Hesaplamalarda zaman tüketimi çok olabilir. Birçok parçasıyla paralel olarak çalışması gereken büyük skala sistemlerinin analizi bu duruma iyi bir örnektir. Çünkü gerçek paralel uygulamaları henüz yaygın kullanılmamaktadır. Böyle sistemlerde tek bir işlemci ile yapılan bir programla simülasyonu yapılır. Paralel faaliyetler o zaman aynı anda yapılır. Bunun sonucu simülasyonun gerçekliliği, gerçek zamandan çok daha yavaş olur. 1 saniyelik bir model zamanı, 10 dakika CPU zamanı alır. Elbette ki bu durum gerçek zaman kontrolünde simülasyon uygulamasını geçersiz kılabilir.

3.2.1.6. Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi

İncelenen sistemde eğer deney mümkünse öncelikle deney yapılmalıdır. Deney yöntemi daima en iyi yöntemdir, çünkü tüm çevre şartları hesaba alınabilir. Tasarım seviyesi sırasında diğer yöntemler kullanılsa bile, deney yöntemi sistemin final değerlendirilmesine daha çok hizmet eder. Eğer deney yöntemi mümkün değilse, uygun bir analitik yöntem bulunmaya çalışılır. Analitik yöntem de mümkün değilse, o zaman simülasyon kullanılmalıdır.

Simülasyon, yukarıdaki kuralda görüldüğü gibi sadece son çare olarak kullanılmaz. Simülasyon, orijinalde verilen sorulara sadece cevap sağlamakla kalmaz, daha ziyade analiz edilmesiyle anlaşılmasına da katkıda bulunur. Simülasyon modelinin yaratılmasında hesaba alınacak kesin şeyler neredeyse genelde ilk olarak orada elverişli bir durum ortaya çıkar. Simülasyonu yapılan sistemin özelliği, hataları veya sistem tasarımı içerisindeki belirsizlikleri ortaya koyabilir. Böylece hazır sistemin gelecekteki çok pahalı olacak güncelleştirilmesinden kaçınmak için simülasyon büyük yardım sağlayabilir.

3.2.1.7. Simülasyon Tipleri

3.2.1.7.(1). Kesikli Simülasyon Yöntemi

Yukarıda verilen örnekte yatay ve düşey çizgiler göz önüne alınmıştı. Araba benzin istasyonuna vardığında veya ayrıldığında, zamana bağlı olarak belirgin noktalar olarak işaretlenir. Bu işlemler olaylar olarak adlandırılır. Burada iki ardışık olay arasında başka bir şey vukuu bulmamaktadır ve dolayısıyla çizgi yataydır. Eğer olayların sayısı sonlu ise, simülasyonu kesikli olaylar olarak adlandırılır.

3.2.1.7.(2). Sürekli Simülasyon Yöntemi

Bazı sistemlerde olaylar tüm zaman sürecinde sürekli değişebilir ve bu değişme bazı kesikli olayların aynı zamanlarında olmayabilir. Örneğin bir su deposundaki su seviyesi, giren ve çıkan akışkan debisine bağlı olarak bütün zaman içinde değişebilir. Böyle bir olay için sürekli simülasyon yapmak daha uygundur. Buna rağmen kesikli simülasyon yöntemi de burada bir yaklaşım yöntemi olarak kullanılabilir.

3.2.1.7.(3). Hibrit Simülasyon Yöntemi

Hibrit simülasyon yöntemi, yukarıdaki iki simülasyon tipini içeren yöntemdir.

3.2.2. Optimizasyon

3.2.2.1. Optimizasyon Nedir

Optimizasyon ya da matematiksel programlama terimi; bir fonksiyonu minimize ya da maksimize etmek amacı ile gerçek ya da tamsayı değerlerini tanımlı

bir aralıkta seçip fonksiyona yerleştirerek sistematik olarak bir problemi incelemek ya da çözmek işlemlerini ifade eder. (Nocedal, Wright, 2006). Örneğin bu problem şöyle olabilir:

Verilen: f fonksiyonu: A 'dan R ye tanımlı. (R :Reel Sayılar)

Aranan : A 'da öyle bir x_0 var mı ki; tüm x değerleri için $f(x_0) \leq f(x)$ ifadesini sağlasın ("minimizasyon") veya $f(x_0) \geq f(x)$ ifadesini sağlasın ("maksimizasyon").

Böylesi bir formülasyona optimizasyon problemi ya da matematiksel programlama problemi denir. Pek çok gerçek ve teorik problemler bu genel çerçevede modellenebilir. Bu teknik kullanılarak formüle edilen problemlere fizik biliminin ilgi alanından bir örnek verilecek olursa, bilgisayar monitörlerinin enerji minimizasyonundan söz edilebilir. O halde, yukarıdaki f fonksiyonu modellenen sistemdeki enerjiyi temsil edecektir.

Bu tür problemlerde " A kümesi" genellikle, bir takım daraltıcı kısıtlar, eşitlikler ve eşitsizlikler ile yerine verilecek(denenecek) değerleri sağlayan öklidyen uzayın (R_n) bir alt kümesidir. f fonksiyonundaki A 'nın tanım aralığına "arama uzayı", A 'nın alacağı değerlerin kümesine ise çözüm adayları ya da olası çözümler denir.

f fonksiyonuna objektif(nesnel) ya da paha(maliyet) fonksiyonu denir. İstenilen objeyi minimize ya da maksimize eden (amaca göre) olası A çözümüne ise "optimal çözüm" denir.

Genellikle, problemin olası çözümü ve objektif fonksiyonu dışbükeylik göstermez, birden çok yerel "minimum" ve "maksimum" noktalarına rastlanabilir.

x^* da bulunan ve tüm x 'ler için $\delta > 0$ iken

$$\|x - x^*\| \leq \delta; \quad (3.1)$$

ifadesi ile

$$f(x^*) \leq f(x) \quad (3.2)$$

sağlanıyorsa; x^* civarında bir yerlerde fonksiyonun tüm değerlerinin, bu noktadaki değerden büyük veya o'na eşit olduğu söylenebilir, o halde bu nokta bir "Yerel Minimum" noktasıdır.(Yerel Maksimum da benzer şekilde ifade edilebilir).

Dışbükey olmayan problemlerin çözümünde pek çok algoritma kullanılmasına rağmen (çoğunlukla ticari amaca yönelik çözüm üreten algoritmalar) yine de yerel optimal noktalar ve gerçek optimal noktalar arasındaki farkların ayırt ve tespit edilmesinde yetersiz kalınmakta ve orijinal probleme bir adım geriden yaklaşılmaktadır. Deterministik algoritmaların gelişimi ile ilgilenip, yakınsayan ve dışbükey olmayan ifadeleri -sınırlı bir zamanda- gerçek bir optimal ifadeye ayırıştırabilen uygulamalı matematik ve nümerik analiz branşlarına global optimizasyon denir.

3.2.2.2. Optimizasyon Alt Dalları

Optimizasyonun içeriği ve amacına göre çeşitli türleri bulunmaktadır. Bu türler aşağıda belirtilmektedir; (Taha, 1968)

* Doğrusal Programlama : f objektif fonksiyonun doğrusal olduğu ve A kümesinin yalnızca doğrusal eşitlik veya eşitsizlikler ile ulaşılabilir olduğu durumlarda bu isim kullanılır. Böylesi bir A kümesine, sınırlandırılmamış ise polihedron, sınırlı ise politop denir.

* Tamsayı Programlama : Doğrusal programların bir ya da daha çok değişkeni tamsayı ile ifade edildiği durumlarda kullanılır.

* Kuadratik Programlama: A değeri doğrusal eşitlik veya eşitsizlikler ile gösterilmek kaidesi ile; objektif fonksiyonun kuadratik değerler almasına müsaade eder.

* Doğrusal olmayan Programlama: Objektif fonksiyon ya da kısıtların doğrusal olmadığı genel durumları inceler.

* Konveks Programlama objektif fonksiyon ve kısıtın bükey bir fonksiyon biçiminde ifade edilebileceği durumları inceler. Non-Lineer programlaman özel bir hâli olarak düşünülebilir.

* İkinci Derece Koni Programlama (SOCP).

* Yarı-Belirli Programlama (SDP) Değişkenleri yarı tanımlı olacak şekilde, Bükey optimizasyonun bir alt dalıdır. Lineer ve Konveks Kuadratik programlamanın genel bir hâlidir.

* Stokastik Programlama: Kısıt ve parametrelerin rastgele değişkenlere bağlı olduğu durumları inceler.

* Robust Optimizasyonu/Programlama: Optimizasyon problemindeki belirsiz bilgiyi yakalamaya çalışan bir tür stokastik programlamadır. Stokastik programlama gibi, belirsiz bilgiye dayalı olarak çalışmaz ancak problemi girilen bilginin rastgele etkinliği ve şans temelinden kopmadan çözemez.

* Tümeşik Optimizasyon : Olası çözüm kümesi içeren problemlerin mümkün ise daha kolay çözülebilir bir şekle indirgenmesi esasına dayanır.

* Sonsuz-Boyutlu Optimizasyon : Olası çözüm kümesinin (Fonksiyonlar kümesi gibi) sonsuz boyutlu bir uzaya ait olup, olmadığını araştırır.

* Kısıt Sağlaması f fonksiyonunun sabit olup, olamayacağını araştırır (Bu metod yapay zeka alanında kullanılır, özellikle de otomatikleşmiş ilişkilendirme konusunda yardımcı olur).Ayrıcı Programlama kullanılarak, seçilen ve önem addedilen (en az) bir kısıtın sağlanması temin edilmesi esasına dayanır.

* Yörünge Optimizasyonu: Hava ve uzay araçları için kullanılan özel bir optimizasyon türüdür.

Alt dallara göre farklılık gösterecek şekilde, çeşitli teknikler dizayn edilmiştir:

* Değişkenler Hesabı Objektif fonksiyonun zaman aralıklarından seçilen değişik noktalara nasıl reaksiyon verdiğinin incelenmesi ile kullanılan yöntemdir.

* Optimal Kontrol Teorisi değişkenler hesabının çeşitli genellemelerinin toplanmış halidir.

* Dinamik Programlama Büyük parçaların daha küçük boyutlara indirgenmesi optimizasyon stratejisini yöneten metottur. Bu tür alt problemler ile ilgili olan eşitliklere Bellman eşitliği denir.

3.2.3. Verinin Elde Edilmesi

Branşlar bazındaki prim ve hasar verileri operasyonel veritabanında bulunan ana ve detay tablolarından Microsoft SQL dili vasıtasıyla MS Excel ortamına alınmıştır. Poliçelerde 2009 yılında muhasebeleşmiş kayıtların poliçe no, acente no, branş türü, zeyil no, prim tutarı, zeyil türü, hasarda ise 2009 yılında yapılmış ödeme kayıtlarının poliçe verilerine ek olarak ödeme meblağı, ödeme türü alanları alınmıştır.

Primler poliçe, zeyil ve iptal primlerinin branş bazında 2009 yılında yazılmış toplam tutarından oluşturulmuştur. Poliçe adetleri hesaplanırken ise 2009 yılında yazılmış her bir poliçe 1 adet, iptal edilmiş her bir poliçe ise -1 adet olarak ele alınmıştır.

Hasar verisi alınırken branş bazında her hasar dosyasının 2009 yılında ödenen tutarları elde edilmiştir. Hasar dosya adedi bulunurken senaryo adedi sayılmış, aynı senaryoyaya ait birden fazla dosya bulunsan da bunlar 1 adet dosya olarak dikkate alınmıştır. Ödenen hasar tutarının gerçekçi olması açısından rücu, sovtaj ve diğer iadeler de hesaba katılmış ve toplam ödeme tutarından düşülmüştür.

Komisyon oranları sektörün bahsedilen branşlar bazında 2009 yılı komisyon giderinin 2009 yılı direkt prim üretimine oranlanmasıyla bulunmuştur.

3.2.4. Hedef Probleminin Oluşturulması

3.2.4.1. Prim

Hedef probleminin ilk kısmı ortalama prim tutarıdır. Her branşın ortalama prim tutarı 2009 yılı istatistikleri baz alınarak aşağıdaki formülü uyarınca hesaplanmış ve probleme yerleştirilmiştir ;

$$\text{Ortalama Prim} = \text{Toplam Prim} \div \text{Poliçe Adedi}$$

Prim herhangi bir rastsal dağılıma uydurulmamıştır. Bunun sebebi ise primin hasar gibi rastsal olmayıp sigortalıya direkt olarak bağlı olmasıdır. Bundan dolayı ortalama prim büyüklüğü alınmış ve branşlar bazında probleme yerleştirilmiştir.

3.2.4.2. Hasar

Hasarlar şiddet ve frekans olmak üzere denklemde iki parametre halinde kullanılmıştır ve elde edilen nihai rakam toplam hasar meblağını göstermektedir.

Toplam Hasar Meblağı = Hasar Frekansı × Hasar Şiddeti × Poliçe Adedi

Hasar frekansını bulmak için hasar dosya ve poliçe verilerine ihtiyaç vardır;

Hasar Frekansı = Dosya Adet / Poliçe Adet

Dolayısıyla her branş için 2009 yılı poliçe bazında dosya adetleri çıkarılmıştır ve bu veri kümelerinin ki-kare uygunluk testi ile hangi kesikli olasılık dağılımlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Hasar şiddetini bulmak için hasar tutarlarına ve dosya adetlerin ihtiyaç vardır;

Hasar Şiddeti = Hasar Tutarı / Dosya Adet

Her branş için 2009 yılına ait hasar dosyası bazında ödeme tutarları çıkarılmıştır. Bu tutarlardan oluşan veri kümelerinin büyük adetli yığınlarda daha olumlu sonuç veren Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile hangi sürekli olasılık dağılımlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Her bir branş için bulunmuş olan hasar frekans ve şiddet dağılımları hedef probleminde ilgili bölüme yazılmıştır.

3.2.4.3. Komisyon

Hedef problemine konulacak son eleman olan komisyon için sektörel veriye ulaşabilme şansı bulunmaktadır. TSRSB Internet sitesinden 2009 yılına ait branşlar bazında prim üretimleri ve komisyon tutarları elde edilmiş ve her bir ana branş için belirli bir komisyon oranı belirlenmiştir. Komisyonlar hasar frekans ve şiddetinde olduğu gibi bir dağılıma uydurulmamış, ilgili branş için ortalama bir oran olarak kabul edilmiştir. Bir dağılıma uydurulmama sebebi ise komisyonun belirlenmesinin rastsal değil stratejik bir uygulama olmasıdır.

3.2.5. Kısıtların Belirlenmesi

Problemin sonucunu, yani branşlar bazında optimum poliçe adetlerini sonsuz sayıda bulmamak, dolayısıyla akla yakın sonuçlar elde etmek için belirli kısıtlara ihtiyacımız bulunmaktadır. Bu kısıtlar gerek mantıksal, gerek sektöre özel gerekse de rekabetin getirdiği kısıtlardır. Bahsi geçen kısıtlar bu çalışmada aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

- Her branş için minimum poliçe adedi: Bu kısıt şirketin belirli branşlarda gerek nakit akış ihtiyacı gerek de rekabet ve müşteri tarafından bilinirlik gereksinimlerini karşılamak gibi sebeplerle belli bir adedin altına düşmemesi arzusuna istinaden dikkate alınmıştır. Bazı sigorta branşları teknik açıdan zararlı olsalar bile bahsedilen sebeplerden dolayı sigorta şirketleri tarafından müşteriye satılmaya devam eder.
- Her branş için maksimum poliçe adedi: Bu kısıt optimizasyonun realist bir biçimde yapılması için çok önemlidir. Her branşın belirli bir hedef kitlesi ve pazar potansiyeli vardır, ayrıca her şirketin pazarda sahip olabileceği belirli bir maksimum pazar payı vardır. Bunların dikkate alınması ile gerçeğe uygun bir optimizasyon yapılabilir.
- Şirketin minimum üretim hedefi: Prim üretimi gerek nakit akış gerek de şirket büyüklüğünü yansıtan en önemli gösterge olduğu için sigorta şirketleri tarafından olabilecek en yüksek seviyede gerçekleştirilmeye çalışılır. Dolayısıyla her ne kadar teknik karını maksimize etmek istese de şirket belirli bir üretim miktarını da aşmak isteyecektir.

3.2.6. Hedef Problemi

$$\text{Maks TK} = \sum_{i=1}^n (OP_i \times PA_i) + (HF_i \times HS_i \times PA_i) - (OP_i \times PA_i \times KO_i) \quad (3.1)$$

Kısıtlar:

$$MPA_i < PA_i \leq MAPA \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^n (OP_i \times PA_i) \geq MU \quad (3.3)$$

Notasyon:

HF	Hasar Frekansı
HŞ	Hasar Şiddeti
KO	Komisyon Oranı
OP	Ortalama Prim
PA	Police Adedi
TK	Teknik Kar
MPA	Minimum Police Adedi
MAPA	Maksimum Police Adedi
MU	Minimum Üretim
n	Branş Sayısı

3.2.7. Problemin Çözümü

Problem bir doğrusal programlama problemidir. Fakat öncesinde bir meta simülasyon, sonrasında ise problemin sağlamasını yapmak amacıyla regresyon analizi yapılmıştır. Bu çalışmada simülasyon @Risk, optimizasyon Risk Optimizer, regresyon analizi ise Stat Tools yazılımları yardımıyla çözülmüştür. Yazılımlar Palisade firmasına aittir.

Çözüm adımları;

1. Modelin oluşturulması
 - Veriye dağılım uygunluk testlerinin yapılması
 - Meta simülasyon yardımıyla dağılımların sabit birer değere dönüştürülmesi
 - Meta simülasyon sonuçlarının modele yerleştirilmesi
2. Farklı senaryolar için modelin genetik algoritmayla çözülmesi
3. Modelin analitik yöntemle çözümlenerek sağlamasının yapılması
4. Model parametrelerinin regresyon analizi ile testi
 - Korelasyon matrisinin oluşturulması

- Regresyonun yapılması
- Regresyon denkleminin oluşturulması
- Regresyon denkleminin örnek bir senaryo çalıştırılması

3.2.7.1. Veriye Dağılım Uygunluk Testlerinin Yapılması

Her bir branş için hasar frekans ve hasar şiddeti verilerinin hangi dağılıma uyduğu tespit edilmiştir.

Hasar frekansı için poliçe başına düşen hasar adedi dikkate alınarak bu veri kümesinin branş bazında hangi kesikli istatistiksel dağılıma en uygun olduğu bulunmuştur.

Hasar şiddeti için hasar dosyası başına düşen hasar tutarı dikkate alınarak bu veri kümesinin branş bazında hangi sürekli istatistiksel dağılıma en uygun olduğu bulunmuştur.

Dağılım uygunluk testi olarak frekans için ki-kare testi, şiddet için Kolmogorov - Smirnov testi kullanılmıştır. Frekans için ki-kare testinin kullanılmasının sebebi frekansın kesikli bir dağılım olmasıdır. Şiddet için ise çok adetli dağılımlarda başarılı sonuç verdiği için Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır. Neticede testlerdeki en uygun 3 istatistiksel dağılım tespit edilmiş ve bu dağılımlar meta simülasyonla değerlendirilmiştir.

3.2.7.2. Meta Simülasyon

Dağılım uygunluk testlerinin sonucu olarak her bir branş için ilgili istatistiksel dağılımlar uyarınca 50.000 iterasyonluk simülasyonlar yapılmış ve bu meta simülasyonun sonuçları arasında da değerlendirilen branşın doğasına en uygun olan seçilerek ortalaması optimizasyon problemine sabit bir değer olmak üzere alınmıştır. Simülasyonlarda örneklemeler Monte Carlo yöntemiyle yapılmıştır.

Meta simülasyon yerine direkt dağılımların kendisi modele de yerleştirilmesi mümkündür. Fakat kimi branşlarda poliçe adedi azdır ve istatistiksel açıdan gerçeği yansıtmayacak sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu sebeple daha kontrollü ve sezgilerin de dikkate alındığı bir yöntemle meta-simülasyon uygulanmıştır.

Kimi simülasyon türlerinde dikkat edilmesi gereken ısınma süresi (warm-up period) konusu bu çalışmada kullanılan simülasyonlarda ihmal edilmiştir. Bunun esas sebebi ısınma süresinin daha çok envanterli simülasyon modellerinde ihtiyaç duyulan bir kavram olmasıdır (Kelton, 1997). Bu çalışmada uygulanan simülasyon modeli ise her bir simülasyonun bağımsız bir poliçe gibi çalıştırılması ve birikimli bir yapı oluşturmayan bir modeldir.

Çizelge 3.2. Branşlar Bazında Hasar Şiddet İstatistiksel Dağılım Alternatifleri

Branş	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Seçilen Dağılım
Trafik	Pearson5	Lognormal	Inv.Gauss	Lognormal
Kasko	Inv.Gauss	Gamma	Normal	Normal
Diğer Kaza	Loglojistik	ExtValue	Pearson5	Pearson5
Nakliyat	Loglojistik	Inv.Gauss	Gamma	Inv. Gauss
Mühendislik	Loglojistik	ExtValue	Pearson5	Ext. Value
Tarım	LogNormal	Pearson5	Inv.Gauss	Lognormal
Yangın	LogNormal	Üstel	Inv.Gauss	Üstel
Sağlık	Loglojistik	ExtValue	Pearson5	Pearson5

Çizelge 3.3. Branşlar Bazında Hasar Frekans İstatistiksel Dağılım Alternatifleri

Branş	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Seçilen Dağılım
Trafik	Poisson	Binom	Geometrik	Binom
Kasko	Neg. Binom	Poisson	Üstel	Poisson
Diğer Kaza	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik
Nakliyat	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik
Mühendislik	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik
Tarım	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik
Yangın	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik
Sağlık	Geometrik	Neg. Binom	Poisson	Geometrik

3.2.7.3 Meta-Simülasyon Sonuçlarının Modele Yerleştirilmesi

Meta simülasyonlar sonucunda branşlar bazında seçilmiş olan hasar frekans ve şiddet değerleri, sabitlenmiş birer parametre olarak optimizasyon problemine yerleştirilmiştir.

Çizelge 3.4. Branşlar Bazında Seçilen Dağılımların Simülasyon Sonuçları

	Frekans	Şiddet
Trafik	0,0816	2832,8200
Kasko	0,4321	1563,4900
Diğer Kaza	0,0026	8972,8363
Nakliyat	0,0108	7774,8874
Mühendislik	0,2467	7102,9700
Tarım	0,0348	2398,1781
Yangın	0,0480	7396,4300
Sağlık	4,1747	157,6273

3.2.7.4. Problemin Genetik Algoritmayla Çözümü

Hedef problemi olan teknik kar maksimizasyon problemi oluşturulduktan ve detayları belirlendikten sonra 3 adet örnek senaryoda çözülmüştür. Bu senaryolar aşağıdaki gibidir;

- Prim üretiminin önceki yıla göre agresif bir biçimde artırmak istenmesi ve zararlı branşlarda yüksek prim elde etmekten çekinilmemesi
- İlk önceliğin teknik karlılık olması ve zararlı branşlarda daha az poliçe satılmasının göze alınması
- Prim üretiminin dengeli bir miktarda artırılmak istenmesi, aynı zamanda teknik karın da dengeli bir seviyede tutmak olumlu bir noktada tutulmak istenmesi

Optimizasyon problemi bir doğrusal programlama modeli uyarınca çözülmektedir. Çözüm algoritması olarak genetik algoritma kullanılmıştır. Normalde böyle bir doğrusal programlama modelinin analitik metotlarla çözülmesi beklenir. Fakat bu çalışmadaki konsept, modeller üstü kurulmuş ve non-lineer bir modelin çözümüne de olanak sağlayacak biçimde geliştirilmiştir. Non-lineer bir modelin de analitik yöntemlerle çözülmesinin de zahmetli ve uzun zaman alan bir yöntem olacağı açıktır. Bu sebeple genel bir çözüm yolu geliştirmek adına genetik algoritma seçilmiştir. Genetik algoritmadan beklenen global optimumun kendisini veya ona çok yakın bir noktayı bulmasıdır. İlgili problemde de global optimumdan bu derecede bir uzak kalma kabul edilebilir bir hatadır. Çalışmanın sonraki safhalarında problem analitik yollarla da çözülmüş ve genetik algoritmayla aynı çözümü bulduğu görülmüştür.

Algoritma içinde 11 farklı operatör kullanma opsiyonu seçilmiştir. Yazılım bu farklı operatörleri test etmekte ve problem için en iyi performans göstereni belirleyebilmektedir. Bu operatörler;

- Varsayılan kaynak seçimi
- Varsayılan mutasyon
- Varsayılan crossover
- Varsayılan geri adım
- Aritmetik crossover
- Sezgisel crossover
- Cauchy mutasyonu
- Sınırlı mutasyon
- Düzgün-olmayan mutasyon
- Doğrusal
- Yerel arama

Genetik programlamanın farklı çözüm yolları bulunmaktadır. Bu çözüm yolları;

- Recipe
- Order

- Group
- Budget
- Project
- Schedule

Algoritmada crossover oranı 0.5, mutasyon oranı ise 0.1 seçilmiştir. Crossover'in 0.5 yani dengeli seçilmesi farklı kaynakların özelliklerinin bir sonraki iterasyona aynı ağırlıkla taşınması tercihiyle, mutasyonun ise 0.1 yani düşük seçilmesi ise rastsallığın belli bir limit altında tutulması isteğiyle ilintilidir.

Çalışmada “Group” çözüm yolu seçilmiş ve kullanılmıştır. Bu yolun tercih edilmesinin sebebi birden çok değişkenin kümeler halinde gruplanmasında yüksek performans göstermesidir.

3.2.7.4.(1). Senaryo 1

Bu senaryoda prim üretimini % 30 artırmak isteyen bir sigorta şirketi incelenmiştir. İlgili şirket özellikle trafik poliçelerinde ciddi bir artış hedeflemekte ve komisyon oranlarını da yüksek tutmaktadır.

Sonuçta; bu senaryoda şirketin hedeflediği agresif rekabetçi stratejinin teknik karlılığa büyük negatif etkisi olacağı açıktır. Optimizasyon problemi sonuçları incelendiğinde bu görülecektir.

3.2.7.4.(2). Senaryo 2

Bu senaryoda üretimin % 5 seviyesinde artması hedeflenmekte, trafik ve kaskoda ise küçülme istenmektedir. Problemin çalıştırılmasıyla en iyi çözümün gerçekten de trafik ve kaskoda istenen minimum seviyelerde poliçe üretilmesi, nakliyat ve tarım gibi karlı branşlarda ise adetlerin artırılması sonucunun çıktığı görülmüştür.

Sonuçta; teknik karlılık hedefi, şirketin prim üretimini etkileyebilmekte ve sermaye yükünü azaltmaktadır.

3.2.7.4.(3). Senaryo 3

Bu senaryoda üretim ve karlılık açısından dengeli bir strateji hedeflenmektedir. Üretimin % 15 seviyelerinde artması, karlılığın ise tatmin edici seviyede olması amaçlanmaktadır.

Sonuçta; karlılığı daha yüksek olan branşlarda üretime yönelinmesi ve zararlı branşlarda minimum üretim yapılması sonucu çıkmıştır.

3.2.7.5. Optimizasyon Parametrelerinin Testi

Senaryo analizlerinden sonra branş poliçe adetlerinin (bağımsız değişkenler) toplam kar üzerine etkisi yapılan bir çoklu regresyon ile test edilmiştir. Bu test için öncelikle branşlarda poliçe adetlerinin değişmesinin diğer branşlara etkisinin gözlemlendiği bir matris oluşturulmuştur. (Bkz. Ek 2) Bu matriste her seferinde bir branşın poliçe adedinin değişmesi sonucu diğer branşlardaki adetlerin ne ölçüde değiştiği gözlenmektedir. Bu matris üzerinde yapılan regresyon analizi sonucu regresyon katsayıları bulunmuş ve p değeri kontrolü yapılmıştır. Test sonucunda p-değerinin 0,0001'den küçük çıkmış olması da tüm branş değişkenlerinin kar üzerinde dikkate alınacak ölçüde etkili olduğunun göstergesidir. Regresyon analizi sonucunda regresyon denklemi belirlenmiş bu değer üzerinden optimizasyon problemi çalıştırılmış ve sonuçları incelenmiştir.

Uygulanan regresyon yöntemi çoklu regresyondur. Toplam kar değişkeni bağımlı, branş değişkenleri ise bağımsız değişkenler olarak tanımlanmış ve her seferinde bir branş değişkeninin % 5, % 10, % 15 ve % 20 artırılmasının toplam kar üzerine etkisinin göz önüne alındığı 32 adet senaryodan oluşan bir tablo oluşturulmuştur.

3.2.7.6. Problemin Analitik Yöntemle Çözümü

Problemin genetik algoritmayla farklı senaryolar için çözümünü ardından kontrol amaçlı analitik çözüm de yapılmıştır. Çözüm için Lindo Systems firmasına ait Lingo yazılımı kullanılmıştır.

Analitik çözümün hedef fonksiyonu ve kısıtları aşağıda belirtilmiştir;

$$\text{Maks TK} = \sum_{i=1}^n (OP_i \times PA_i) + (HF_i \times HS_i \times PA_i) - (OP_i \times PA_i \times KO_i) \quad (3.4)$$

Kısıtlar:

$$MPA_i < PA_i \leq MAPA_i \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^n (OP_i \times PA_i) \geq MU \quad (3.6)$$

Notasyon:

HF	Hasar Frekansı
HŞ	Hasar Şiddeti
KO	Komisyon Oranı
OP	Ortalama Prim
PA	Police Adedi
TK	Teknik Kar
MPA	Minimum Police Adedi
MAPA	Maksimum Police Adedi
MU	Minimum Üretim
n	Branş Sayısı

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Hedef Probleminin Örnek Durumlarda Çözümü

Oluşturulmuş olan optimizasyon problemi 3 farklı stratejiye sahip örneklerde çözülmüş ve sonuçları incelenmiştir. Çözüm yöntemi olarak genetik algoritma seçilmiştir. 3. Bölümde de bahsedildiği üzere, analitik yöntemler yerine genetik algoritma tercih etmek bu problemin çözümünde gereksiz gözükebilir fakat sigorta portföy optimizasyon problemlerine genel bir konsept ve bakış açısı geliştirmek adına bu tercih yapılmıştır.

3 senaryoda da 4000 ve üzeri iterasyon yapılmış ve simülasyon neticesi kararlı denge durumuna ulaşıldığında simülasyonlar durdurulmuştur.

4.1.1. Senaryo 1

İlk örnekteki şirket agresif bir büyüme stratejisine sahiptir. Bu strateji uyarınca üretimini toplamda % 30 artırmayı hedeflemekte ve zararlı branşlarda da üretimini artırmak istemektedir.

Optimizasyon problemi Çizelge 4.1.'de görülebileceği gibi 4084. simülasyona gelindiğinde global maksimuma çok yaklaşıldığı için durdurulmuştur. Sonuçta bu stratejiyle en iyi durumda 3.965 bin TL zarar edileceği tahmin edilmiştir. Yüksek üretim baskısı, zararlı branşlarda ihtiyatlı davranmama gibi etkenler bahsedilen zararın oluşmasının sebepleridir.

Bu senaryonun kısıtları ve sonuçları Çizelge 4.2.'de bulunmaktadır. Çizelge 4.2.'de de görüleceği gibi agresif bir üretim baskısıyla hareket eden şirket trafik, kasko ve sağlık gibi zararlı branşlarda yüksek üretim yapmakta ve diğer branşlar bu zararlı branşları telafi etmekte yetersiz kalmaktadır. Fakat bu noktada bu politikanın tamamıyla hatalı olduğunu söylemek doğru olmaz. Bunun bir nedeni, teknik karın ötesinde şirketin mali politikasıyla ve fon yönetimiyle şekillenen bilanço karının teknik kardan farklı noktada olduğu gerçeğidir. Bir diğer dikkate alınması gereken faktör de sektörde büyümek, tanınırlığını ve marka değerini artırmak isteyen

şirketlerin belirli bir süreliğine zararı sineye çekebilecekleri ve bu politikayla uzun vadede kar elde edebilecekleridir. Bu kuşkusuz ki iyi planlanması gereken riskli bir yaklaşımdır.

Çizelge 4.1. Senaryo 1 Optimizasyon İstatistikleri

Geçerli Simülasyon Sayısı		3675
Toplam Simülasyon Sayısı		4084
Bulunan En İyi Değer	-	3.965.818,06
Sonuç	-	3.965.818,06
En iyi simülasyonun numarası		186
En iyi Değeri Bulma Süresi		0:01:31
Toplam Optimizasyon Süresi		0:32:58

Çizelge 4.2. Senaryo 1 Optimizasyon Sonuçları

Sigorta Branşları	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
Police Adedi	1.000.000	350.000	1.100.000	120.000	50.000	45.000	300.000	35.000
Ortalama Prim	160,96 TL	741,56 TL	72,80 TL	272,48 TL	3.253,96 TL	436,76 TL	511,84 TL	732,57 TL
Hasar Frekansı	0,0816000	0,4321000	0,0026400	0,0108000	0,2467000	0,0348000	0,0480000	4,174700
Hasar Şiddeti	2832,82	1563,49	8972,8363	7774,8874	7102,97	2398,1781	7396,43	157,6273
Komisyon Oranı	0,17	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kısıtlar								
En Az	1.000.000	350.000	900.000	100.000	40.000	30.000	250.000	35.000
En Çok	1.150.000	500.000	1.100.000	120.000	50.000	45.000	300.000	80.000
Toplam Üretim	894.827.728	>=	880.000.000					
Teknik Kar	- 3.965.818,06							

4.1.2. Senaryo 2

Bu örnekteki şirket muhafazakar bir strateji gütmektedir.. Bu strateji uyarınca üretimini toplamda %5 artırmayı hedeflemekte ve zararlı branşlarda da üretimini düşük tutmayı planlamaktadır.

Optimizasyon problemi Çizelge 4.3.'de de görülebileceği gibi 4038. simülasyona gelindiğinde global maksimuma çok yaklaşıldığı için durdurulmuştur. Sonuç olarak bu stratejiyle optimal noktada 10.562 bin TL kar edileceği tahmin edilmiştir. Bu sonuçtan da görüldüğü gibi aşırı bir üretim kaygısı güdülmeyeceği ve karlı branşlara daha çok yönelindiği zaman şirket karlı sonuçlara ulaşabilmektedir.

Kısıtları ve diğer detayları Çizelge 4.4.'den görülebilen optimizasyon sonucunda bu muhafazakar stratejinin ciddi bir teknik kar getirme potansiyeli bulunmaktadır. Bu noktada kasko, trafik ve sağlık gibi branşlarda diğer alternatiflere göre daha düşük üretim hedeflenmektedir. Bunun piyasada bilinirlik ve üretim sıralamaları açısından olumsuz bir etkisi olacaktır. Firma bu olumsuz etkiyi reklam ile telafi etmelidir. Ayrıca teknik karlılık her zaman mali karlılığı getirmeyebilir. Firmanın diğer giderlerini ve reasürans konusunu kontrol altında tutması gerekmektedir.

Çizelge 4.3. Senaryo 2 Optimizasyon İstatistikleri

Geçerli Simülasyon Sayısı	1064
Toplam Simülasyon Sayısı	4038
Bulunan En İyi Değer	10.562.307,86
Sonuç	10.562.307,86
En iyi simülasyonun numarası	1997
En iyi Değeri Bulma Süresi	0:10:11
Toplam Optimizasyon Süresi	0:19:52

Çizelge 4.4. Senaryo 2 Optimizasyon Sonuçları

Sigorta Branşları	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
Police Adedi	710.030	277.005	950.000	120.000	40.000	30.000	250.000	26.235
Ortalama Prim	160,96 TL	741,56 TL	72,80 TL	272,48 TL	3.253,96 TL	436,76 TL	511,84 TL	732,57 TL
Hasar Frekansı	0,0816000	0,4321000	0,0026400	0,0108000	0,2467000	0,0348000	0,0480000	4,174700
Hasar Şiddeti	2832,82	1563,49	8972,8363	7774,8874	7102,97	2398,1781	7396,43	157,6273
Komisyon Oranı	0,17	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kısıtlar								
En Az	700.000	200.000	800.000	90.000	30.000	25.000	200.000	20.000
Police Adedi								
En Çok	800.000	300.000	950.000	120.000	40.000	30.000	250.000	45.000
Toplam Üretim	712.000,014	>=	712.000,000					
Teknik Kar	10.562.307,86							

4.1.3. Senaryo 3

Bu örnekteki şirket dengeli bir strateji gütmektedir.. Bu strateji uyarınca üretimini toplamda %15 artırmayı hedeflemekte ve zararlı branşlarda da üretimini dengeli tutmayı planlamaktadır.

Çizelge 4.5.'den de görülebileceği gibi optimizasyon problemi 11020. simülasyona gelindiğinde global maksimuma çok yaklaşıldığı için durdurulmuştur. Sonuç olarak bu stratejiyle optimal noktada 6.328 bin TL kar edileceği tahmin edilmiştir. Bu sonuçtan da görüldüğü gibi üretimi makul bir seviyede tutup zararlı ve karlı branşlar arasında bir denge sağlanabilirse kar elde edilebilmektedir.

Optimizasyonun kısıtları ve sonuçları Çizelge 4.6.'da görülebilir. Sonuçlardan da görülebileceği gibi zararlı ve karlı branşların dengeli bir karışımını yapmak ve piyasada rekabet ederken teknik kar sağlamak mümkündür. Önemli olan şirket hedeflerini doğru ortaya koymak ve kabul edilebilir üretim ve teknik karı belirleyebilmektir. Lakin, bu senaryoda da 2. Senaryoda olduğu gibi teknik karın her zaman mali kar anlamına gelmeyeceği unutulmamalı ve şirketin marka değerinin kaybına izin verilmemelidir.

Çizelge 4.5. Senaryo 3 Optimizasyon İstatistikleri

Geçerli Simülasyon Sayısı	2677
Toplam Simülasyon Sayısı	11020
Bulunan En İyi Değer	6.328.259,37
Sonuç	6.328.259,37
En iyi simülasyonun numarası	6044
En iyi Değeri Bulma Süresi	0:29:33
Toplam Optimizasyon Süresi	0:52:53

Çizelge 4.6. Senaryo 3 Optimizasyon Sonuçları

Sigorta Branşları								
	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
Police Adedi	751.009	324.175	1.099.933	119.996	39.996	29.999	249.972	47.446
Ortalama Prim	160,96 TL	741,56 TL	72,80 TL	272,48 TL	3.253,96 TL	436,76 TL	511,84 TL	732,57 TL
Hasar Frekansı	0,0816000	0,4321000	0,0026400	0,0108000	0,2467000	0,0348000	0,0480000	4,174700
Hasar Şiddeti	2832,82	1563,49	8972,8363	7774,8874	7102,97	2398,1781	7396,43	157,6273
Komisyon Oranı	0,17	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kısıtlar								
	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
<i>En Az</i>	750.000	250.000	900.000	90.000	30.000	25.000	200.000	20.000
<i>En Çok</i>	900.000	350.000	1.100.000	120.000	40.000	30.000	250.000	75.000
Toplam Üretim	780.000.157	>=	780.000.000					
Teknik Kar	6.328.259,37							

4.2. Optimizasyon Parametrelerinin Testi

Branş police adetlerinin (bağımsız değişkenler) toplam kar (bağımlı değişken) üzerine etkisi hazırlanmış olan bir matris (bkz Ek 2) üzerinden çoklu regresyon ile test edilmiştir ve regresyon analizinin sonuçları Çizelge 4.7.'de bulunmaktadır.

Regresyon sonuçları;

- Regresyon sonuçlarındaki R-kare değeri 1 çıkmıştır. Bunun anlamı değişkenlerin sonuçlar tamamıyla uyumlu olduğudur.
- F testi sonuçları $F(8,15)=2,375 < F\text{-oranı}$ olduğu için % 95 olasılıkla değişkenler F-testine göre de teknik karla uyumlu çıkmıştır.
- T-testi sonuçları her bir branş için ilgili serbestlik derecesi p değeri için uygun çıkmakta ve tüm değişkenler t-testinde de olumlu sonuç vermektedir.

Çizelge 4.7. Regresyon Sonuçları

ÖZET	Çoklu R	R-Kare	Düzeltilmiş R-Kare	Tahminin Standart Sapması		
	1,0000	1,0000	1,0000	1,94465E-07		
ANOVA Tablosu	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Oranı	p-Değeri	
Açıklanmış	8	6,5801E+15	8,22518E+14	21.750.232.576.419.500.000.000.000.000	< 0.0001	
Açıklanmamış	23	8,6978E-13	3,78165E-14			
Regresyon Tablosu	Katsayı	Standart Hata	t-Değeri	p-Değeri	Güven Aralığı % 95	
					Düşük	Yüksek
Sabit	3,8147E-06	1,7105E-06	2,2301	0,0358	2,7621E-07	7,3532E-06
Trafik	-97,561312	1,2784E-12	-76314295227339,10	< 0.0001	-97,561312	-97,561312
Kasko	-82,336029	3,5013E-12	-23515832226218,30	< 0.0001	-82,336029	-82,336029
Muhtelif Kaza	34,55171217	9,6718E-13	35724309381173,80	< 0.0001	34,5517122	34,5517122
Nakliyat	134,0152161	3,532E-12	37942636436086,20	< 0.0001	134,015216	134,015216
Mühendislik	850,865301	1,9395E-11	43870748079275,40	< 0.0001	850,865301	850,865301
Tarım	265,9514021	1,709E-11	15562052880400,30	< 0.0001	265,951402	265,951402
Yangın	54,44336	4,3944E-12	12389181847956,20	< 0.0001	54,44336	54,44336
Sağlık	-71,9911821	2,454E-11	-2933679238323,73	< 0.0001	-71,991182	-71,991182

Her bir bağımsız değişkenin ve kar değişkeninin teorik değerleriyle gerçek değerlerinin karşılaştırıldığı yayılma grafikleri aşağıda bulunmaktadır. Ek 3’de trafik, kasko ve sağlık branşlarının teknik kar üzerindeki etkisini gösteren grafiklere baktığımızda poliçe adedi arttıkça teknik karın azaldığı ve negatif seviyeye indiğini görüyoruz. Diğer branşlarda ise durum branşın sonuç üzerindeki etkisine göre değişmekle birlikte yüksek poliçe adetlerinin teknik kar üzerinde etkin olduğu genelde gözlenebilmektedir.

Sonuç itibarıyla 8 branş değişkeni de teknik kar üzerinde dikkate değer ölçüde etki sahibidir ve bu branşların poliçe adetleri, belirlenirken önemle incelenmelidir.

Regresyon

$$\text{Denklemini: } \beta_0 + \beta_1 PA_1 + \beta_2 PA_2 + \beta_3 PA_3 + \beta_4 PA_4 + \beta_5 PA_5 + \beta_6 PA_6 + \beta_7 PA_7 + \beta_8 PA_8 \quad (1)$$

Notasyon:

β : Regresyon denklemi katsayıları

PA: Poliçe adedi

Regresyon denklemine gerçek katsayılar yerleştirildiğinde ortaya çıkan sonuç;

$$= 0,000003814697265625 + (-97,56131 \cdot PA_1) + (-82,33602 \cdot PA_2) + (34,55171 \cdot PA_3) + (134,01521 \cdot PA_4) + (850,8653 \cdot PA_5) + (265,9514 \cdot PA_6) + (54,44336 \cdot PA_7) + (-71,99118 \cdot PA_8) \quad (4.2)$$

Bu tablodan yola çıkılarak yapılan regresyon analizi sonucunda sıfır hipotez reddedilmiş ve elde edilen regresyon denklemi optimizasyon modelinde kullanılmıştır. Örnek olarak 1 no'lu senaryo seçilmiştir.

4.3. Optimizasyonun Analitik Yöntemle Çözümü

3. Bölümde de bahsedildiği gibi ana çözüm yolu olarak genetik algoritma kullanılmıştır. Lineer bir model için sıra dışı bir yöntem olan genetik algoritmanın sağlamlasının yapılması için örnek olarak 1 no'lu senaryo analitik yollarla çözülmüştür. Çözüm sonuçları Çizelge 4.7.'de görülmektedir. Çizelge'de de görülebileceği gibi sonuçlar 4.1.1.'deki genetik algoritma sonuçlarıyla tamamen aynıdır. Bu da doğru çözüm yönteminin seçilmesi, crossover, mutasyon oranlarının doğru belirlenmesi, yeterli sayıda iterasyon yapılması ve kararlı denge durumunun sağlandığından emin olunması mümkün olduğunda genetik algoritmanın kullanışlı olabileceğini göstermektedir. 3. Bölümde de bahsedildiği gibi genetik algoritma genel bir konsept modelinin elde edilmesini sağlamış ve analitik yolların işlevsiz kalabileceği non-lineer bir modelle karşılaştığında da bir çözüm yöntemi geliştirilmesi yolunu açmıştır.

Regresyon denkleminin optimizasyon modelinde kullanılmasıyla çalıştırılan simülasyonda global optimumun değişmemesinden de görülmüştür ki, branş değişkenlerinin toplam kar üzerindeki öngörülen etkisi gerçekçidir ve bu son optimizasyon ile önceki uygulanmış olan modeller regresyon analizi vasıtasıyla doğrulanmaktadır.

Aşağıda regresyon denkleminin simülasyon modelinde kullanıldığında elde edilen sonuçlar görülmektedir. Çizelge 4.8.'de de görüldüğü gibi optimizasyon 4082 adet iterasyon yapılmasına rağmen ilk iterasyondan yani

genetik algoritmayla bulunmuş olan optimumdan daha iyi bir sonuç bulamamıştır. Çizelge 4.9.'da da problemin kısıtları ve sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.8. Regresyon Denkleminin Optimizasyon İstatistikleri

Geçerli Simülasyon Sayısı	3693
Toplam Simülasyon Sayısı	4082
Bulunan En İyi Değer	- 3.965.818,06
Sonuç	- 3.965.818,06
En iyi simülasyonun numarası	1
En iyi Değeri Bulma Süresi	0:00:02
Toplam Optimizasyon Süresi	0:23:39

Çizelge 4.9. Regresyon Denkleminin Optimizasyon Sonucu

Sigorta Branşları	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
Police Adedi	1.000.000	350.000	1.100.000	120.000	50.000	45.000	300.000	35.000
Katsayı	-97,56	-82,34	34,55	134,02	850,87	265,95	54,44	-71,99
Ortalama Prim	161	742	73	272	3.254	437	512	733
Kısıtlar								
	Trafik	Kasko	Muhtelif Kaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
En Az	1.000.000	350.000	900.000	100.000	40.000	30.000	250.000	35.000
Police Adedi								
En Çok	1.150.000	500.000	1.100.000	120.000	50.000	45.000	300.000	80.000
Toplam Üretim	894.827.728	>=	880.000.000					
Teknik Kar	- 3.965.818,06							

Çizelge 4.10. Senaryo 1 Analitik Yöntemle Optimizasyon Sonuçları

DEĞİşKEN	DEĞER
X1	1.000.000
X2	350.000
X3	1.100.000
X4	120.000
X5	50.000
X6	45.000
X7	300.000
X8	35.000

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sigorta şirketlerinin rekabetçi piyasa koşullarında ayakta kalabilmek için teknik karlarını en yüksek seviyeye çıkarmaları şarttır. 10 yıl öncesine kadar yüksek enflasyonun da yardımıyla mali gelirler sayesinde teknik kar geri plandayken günümüzde sadece fon gelirlerine değil sigortacılık karına yani teknik kara da büyük önem vermek gerekmektedir. Bunun da yolu şirketin doğru bir branşlaşma politikası gütmesidir. Doğru bir branşlaşma politikasının kurulması için geliştirilen optimizasyon modeli ve bu modelin kullanımı ile ilgili sonuç ve öneriler aşağıda yer almaktadır.

5.1. Sonuçlar

1. Bir sigorta şirketi zorlu piyasa koşullarında rekabet etmek istiyorsa teknik karlılık konusuna büyük önem vermelidir.
2. Teknik karlılığın arzu seviyeye getirilmesi doğru bir branşlaşma politikasıyla mümkündür.
3. İşletmeyi teknik karlılığa götürecek bir branşlaşma politikası için branşların riskleri doğru saptanmalı, yönetimin mali karlılık ve piyasada büyüme stratejileri gözden geçirilmelidir.
4. Doğru branşlaşmanın gerçekleşmesiyle şirket zararlı branşlara gereğinden fazla yüklenmemiş olacak ve zarardan kaçınacaktır.
5. Arzu edilen sonuçlara ulaşabilmek için model doğru kurulmalı ve kısıtlar gerçekçi ve yönetim stratejisiyle paralel oluşturulmalıdır.
5. Teknik karlılık için bir diğer önemli husus ise şirketin risk seçimidir. Bu çalışmada şirketin risk seçim politikasının değişmediği varsayılmıştır. İdeal olan şirketin uygun riskleri seçebileceği bir metodoloji oluşturmasıdır.

5.2. Öneriler

Giriş kısmında da belirtildiği gibi teknik karlılık artık üretimin yanında ve kimi durumlarda önünde bir performans göstergesi haline gelmiştir. Şirketlerin branşlar bazında teknik karlılıklarını dikkate almaları, hangi branşın kendilerine ne katıp kendilerinden ne götüreceğini doğru tahmin edebilmeleri rekabetin bu kadar yoğun olduğu piyasada çok büyük önem taşımaktadır.

Problemlerin uygulanmasında da görülmüştür ki hasar frekans ve şiddet dağılımlarını doğru tespit edebilmek çok önemlidir. Bunun için de veriyi doğru almak, çalışmanın muhasebe yılı – poliçe başlangıç yılı bakış açılarından hangisini gerektirdiğine karar vermek, hasar adedi kavramından ne anlaşıldığını tespit etmek gibi detaylara dikkat etmek gerekmektedir.

Hasar ile ilgili diğer bir konu ise hasarın o yıl üretilcek poliçe adedine ne ölçüde bağlı olacağıdır. Hasarı oluşturan poliçelerin bir kısmı önceki yıllarda üretilmiş poliçeler olurken, bir kısmı da (kimisi branşlarda büyük bir kısmı) aynı takvim yılındaki poliçeler olur. Bu çalışmada ilgili yıl içinde üretilen poliçe adedi tek belirleyici kriter olduğu için önceki yıllardan gelen hasar yükü tam anlamıyla gerçekçi değil, daha çok bir kabule dayalıdır. Önceki yılların poliçelerinin ilgili takvim yılına yapacağı etki hesaplanmak isteniyorsa varsayımsal bir modelleme yapılmalı, şirketin son 3 yılında hasar toplamı içinde ilgili yıla ait olmayan hasarların ortalama ağırlığı bir katsayı olarak hasar dağılım fonksiyonuna eklenmelidir.

Bir başka önemli detay da şirketin risk seçim stratejileriyle ilgilidir. Bu çalışmada şirketin riskleri yıldan yıla değişmez bir şekilde seçeceği varsayılmış veya başka bir bakış açısıyla yıldan yıla şirketin risk seçim stratejisinin değişmediği kabul edilmiştir. Bu gerçek hayata tam anlamıyla oturan bir koşul değildir, fakat modellenmesi ayrı ve çok kapsamlı bir aktüeryal çalışmayı gerektirmektedir.

Son olarak sigortada fiyat esnekliği de gerçek hayatta hesaba katılması gereken fakat yine modellenmesi son derece zor bir parametredir. Dolayısıyla yapılan çalışmada fiyat esnekliği % 100 kabul edilmiş ve müşteri odağı göz önüne alınmamıştır.

5.3. Sonraki Çalışmalar

Bu çalışma şirketlerin teknik kar maksimizasyonun yönelik şirket stratejileriyle uyumlu optimum branş ağırlıklandırmasını belirlemek konusunda karar desteği sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu noktadan ileriye çok sayıda adım atılabilir. Bunlar;

1. Model lineer yerine non-lineer kurulabilir. Bu sayede branşlar arası etkileşimler de modele katılabilir.
2. Şirketin risk portföyü ve risk seçim kriterleri modellenebilir, bu kriterlerin değiştirilmesinin etkileri araştırılabilir.
3. Geçmişten gelen hasar birikimi her bir branş için ayrı ayrı modellenip problemin içine entegre edilebilir.
4. Takvim yılı yerine sigorta yılı mantığı kullanılabilir, böylece risklerin karlılığı tam anlamıyla incelenmiş olur. Fakat bu noktada sigorta yılının bilanço rakamlarıyla nasıl eşleneceği sorusuna cevap bulunmalıdır.
5. Teknik karlılıkta günümüzde şirketlerin faaliyet giderleri de hesaba katılmaktadır, böyle bir ekleme modeli zenginleştirebilir.
6. Bu çalışmada reasürans konusu dikkate alınmamıştır. Brüt prim ve hasarlar üzerinden net rakamlar üzerinden gidilebilir ve gerçek dünya daha gerçekçi bir biçimde modellenabilir.

KAYNAKLAR

- AHCAN A., DARKIEWICZ G., DHAENE J., GOOVAERTS M.,
HOEDEMAEKERS T., 2005, Optimal Portfolio Selection- Applications in
Insurance Business, University of Ljubljana, Catholic University in Leuven
- AGNEW N. H., AGNEW R. A., RASMUSSEN J., SMITH K. R., 1969, An
application of change constrained programming to portfolio selection in a
casualty insurance firm, Management Science, Vol 15., No. 10
- ANAGNOSTOPOULOS K.P., MAMANIS G., 2009, A portfolio optimization model
with three objectives and discrete variables, Computers & Operations
Research 37 (2010) 1285–1297
- BALVERS R., 2001, Foundations of Asset Pricing, Chapter II. Mean-Variance
Portfolio Choice
- BAUMOL W., 1963, An Expected Gain-Confidence Limit Criterion For Portfolio
Selection, Management Science, Vol. 10, No. 1
- BIRGE J.R., LIU Z., 2007, Nonlinear Optimization Methods with Financial
Applications, www.ziena.com
- CESARONE F., SCOZZARIZ A., TARDELLA F., 2009, Efficient Algorithms for
Mean-Variance Portfolio Optimization with Hard Real-World Constraints,
http://www.actuaries.org/AFIR/Colloquia/Rome2/Cesarone_Scozzari_Tardella.pdf
- CHANG T.J., MEADE N., BEASLEY J.E., SHARAIHA Y.M., 1999, Heuristics For
Cardinality Contrained Portfolio Optimisation
- CHANG F., 2008, Property Insurance, Portfolio Selection and their interdependence,
CESIFO Working paper No. 2260 Category 10: Empirical and Theoretical
Methods
- ÇELİKYURT U., ÖZEKİCİ S., 2007, Multiperiod portfolio optimization models in
stochastic markets using the mean–variance approach, European Journal of
Operational Research 179 (2007) 186–202
- DELONG L., GERRARD R., 2007, Mean-variance portfolio selection for a non-life
insurance company, Math Meth Oper Res (2007) 66:339–367

- EKE S, Risk Yönetimi Anlayışında Sigorta Kavramının Yeri ve Önemi,
http://www.tkyd.org/files/downloads/risk_yonetimi_anlayisinda_sigorta_kavraminin_yeri_ve_onemi.doc
- FEINSTEIN C.D., THAPA M.N., 1993, A Reformulation of a Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model, Management Science, Vol. 39, No. 12 pp. 1552-1553
- HANSEN E., 1972, For Estimating Claim Frequency Note On Full Credibility, P. 51-56
- HARTLEY M.J., BAKSHI G.S., 1998, Markowitz Models of Portfolio Selection-The Inverse Problem, www.rhsmith.umd.edu/faculty/gbakshi/Hartley1.pdf
- LAN Y., LV X., ZHANG W., 2007, A Linear Programming Model of Fuzzy Portfolio Selection Problem, IEEE International Conference on Control and Automation
- KELTON W.D., 1997, Statistical Analysis of Simulation Output, Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference
- KONNO H., YAMAZAKI H., 1991, Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market, Management Science, Vol. 37, No. 5 (May, 1991), pp. 519-531
- MAHAJAN P., INGALLS R.G., 2004, Evaluation of Methods Used to Detect , Warm-Up Period In Steady State Simulation, Proceedings of the 2004 Winter Simulation Conference
- MARKOWITZ H., 1952, Portfolio Selection, The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1. pp. 77-91.
- MARKOWITZ H., DIJK E.L., 2003, Single-Period Mean-Variance Analysis in a Changing World, Financial Analysts Journal March/April
- MEYERS G., 2005, On Predictive Modeling for Claim Severity,
<http://www.casact.org/pubs/forum/05spforum/05spf215.pdf>
- NOCEDAL J, WRIGHT S.J., 2006, Numerical Optimization, Springer Series in Operations Research, Springer
- SHERRIS M., 1992, Portfolio Selection Models For Life Insurance and Pension Funds, <http://www.actuaires.org/AFIR/colloquia/Rome/Sherris2.pdf>

- SIMAAN Y., 1997, Estimation risk in portfolio selection- the mean variance model versus the mean absolute deviation model, Management Science Vol.43, No:10
- SPERENZA M.G., 1996, A heuristic algorithm for a portfolio optimization model applied to the Milano Stock Market, Computer Ops Res. Vol. 23, No 5, pp 433-441
- SUZUKI K., KONNO H., MORJIRI M., 1997, An international portfolio optimization model hedged with forward currency contracts, Kluwer Academic Publishers
- TAFILIN E., 1999, Equity Allocation and Portfolio Selection in Insurance: A simplified Portfolio Model, Insurance: Mathematics and Economics Volume 27, Issue 1, 21 August 2000, Pages 65-81
- TAHA H. ,1968, Yöneyem Araştırması, Literatür, NJ, ABD
- TANAKA H., GUO P., 1997, Portfolio Selection Based on Upper and Lower Exponential Possibility Distributions, European Journal of Operational Research 114 (1999) 115-126
- TÜRKİYE SİGORTA REASÜRANS ŞİRKETLERİ BİRLİĞİ, www.tsrsb.gov.tr
- VAROL A.S., 1999, Benzetim (Simülasyon),
http://listweb.bilkent.edu.tr/ab/1999/Dec/att-0029/01-bt.12.11.1999-S_M_LASYON_NED_R.doc
- ZHANG W., NIE Z., 2004, On Admissable Efficient Portfolio Selection Problem, Applied Mathematics and Computation 159 (2004), 357-371
- ZHANG W., NIE Z., 2005, On Admissable Efficient Portfolio Selection: Models and Algorithms, Applied Mathematics and Computation (2005)

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Ankara’da doğdu. İlk öğrenimini Ankara’da, Orta öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 1997 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2001 yılında mezun oldu. 2005 yılında Yapı Kredi Sigorta’da analist olarak çalışmaya başladı. 2009 yılı Eylül ayından bu yana Güneş Sigorta’da Teknik Veri Analiz Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

EKLER

EK 1. Optimizasyon Sonuçları Tablosu

EK 2. Regresyon Matrisi

EK 3. Regresyon Sonuç Grafikleri

EK 1 OPTİMİZASYON DETAYLARI

Senaryo 1 Optimizasyon Önemli Süreç Adımları

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
2	00:00:02	200	-6.911.390,15
3	00:00:03	200	-4.989.210,96
8	00:00:05	200	-4.659.399,51
86	00:00:42	200	-4.548.852,21
130	00:01:03	200	-4.546.684,37
140	00:01:09	200	-4.338.444,42
186	00:01:31	200	-3.965.818,06

EK 1'e Devam

Senaryo 2 Optimizasyon Önemli Süreç Adımları

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
1	00:00:01	200	1.794.779,00
4	00:00:03	200	2.019.755,38
7	00:00:05	200	2.495.920,51
11	00:00:06	200	2.780.919,04
12	00:00:07	200	8.505.436,28
56	00:00:26	200	8.698.997,92
64	00:00:30	200	9.203.194,78
71	00:00:33	200	9.453.909,34
75	00:00:34	200	9.477.174,13
79	00:00:36	200	9.686.371,01
99	00:00:43	200	9.736.760,66
103	00:00:44	200	9.739.558,83
115	00:00:49	200	9.906.762,44
120	00:00:50	200	9.906.902,13
149	00:00:58	200	9.907.308,01
179	00:01:08	200	9.907.421,00
232	00:01:23	200	9.907.539,42
233	00:01:23	200	9.921.813,01
236	00:01:24	200	9.924.260,71
256	00:01:30	200	9.924.666,60
274	00:01:36	200	9.924.882,57
297	00:01:43	200	9.925.422,47
311	00:01:49	200	9.932.123,00
331	00:01:54	200	9.932.452,35
345	00:01:59	200	9.932.524,34
370	00:02:07	200	9.932.689,01
382	00:02:11	200	10.246.121,81
385	00:02:12	200	10.278.912,46
388	00:02:13	200	10.339.495,11
391	00:02:14	200	10.355.000,99
401	00:02:18	200	10.498.318,56
404	00:02:19	200	10.505.510,26
428	00:02:28	200	10.521.284,69
441	00:02:31	200	10.522.766,74
471	00:02:40	200	10.523.742,36
482	00:02:44	200	10.528.026,77

EK 1'e Devam

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
501	00:02:51	200	10.528.172,11
506	00:02:53	200	10.528.857,12
508	00:02:54	200	10.546.547,13
512	00:02:55	200	10.546.551,72
523	00:02:58	200	10.548.439,71
529	00:03:01	200	10.550.586,84
532	00:03:03	200	10.552.640,12
533	00:03:04	200	10.555.192,71
551	00:03:09	200	10.555.973,20
556	00:03:10	200	10.556.055,54
568	00:03:15	200	10.556.545,53
573	00:03:17	200	10.556.584,75
616	00:03:30	200	10.557.448,65
621	00:03:31	200	10.557.628,55
641	00:03:38	200	10.558.022,37
645	00:03:39	200	10.558.454,32
665	00:03:45	200	10.559.332,37
680	00:03:50	200	10.559.366,92
689	00:03:54	200	10.559.527,49
743	00:04:10	200	10.560.114,87
778	00:04:22	200	10.560.248,89
796	00:04:28	200	10.560.346,45
801	00:04:30	200	10.560.437,92
822	00:04:36	200	10.560.509,91
897	00:04:59	200	10.560.613,56
1062	00:05:44	200	10.560.808,68
1351	00:07:04	200	10.560.823,91
1374	00:07:11	200	10.560.921,47
1458	00:07:35	200	10.561.116,59
1463	00:07:36	200	10.561.131,82
1529	00:07:55	200	10.561.229,38
1551	00:08:01	200	10.561.342,17
1567	00:08:06	200	10.561.829,97
1689	00:08:41	200	10.562.235,44
1728	00:08:52	200	10.562.256,13
1926	00:09:49	200	10.562.266,48
1965	00:10:01	200	10.562.276,82
1980	00:10:06	200	10.562.287,17
1997	00:10:11	200	10.562.307,86

EK 1'e Devam

Senaryo 3 Optimizasyon Önemli Süreç Adımları

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
120	00:00:27	200	-16.224.139,28
123	00:00:28	200	-15.959.785,04
126	00:00:29	200	-15.684.593,45
129	00:00:30	200	-15.404.842,94
132	00:00:31	200	-15.156.098,31
136	00:00:32	200	-15.139.728,12
139	00:00:33	200	-14.870.454,97
143	00:00:35	200	-14.844.677,97
147	00:00:36	200	-14.825.787,86
152	00:00:37	200	-14.824.962,37
158	00:00:39	200	-14.824.927,82
164	00:00:40	200	-14.824.893,26
165	00:00:41	200	5.202.086,81
167	00:00:42	200	5.242.403,81
170	00:00:43	200	5.321.811,10
173	00:00:44	200	5.339.745,92
176	00:00:45	200	5.402.795,45
183	00:00:47	200	5.409.709,47
187	00:00:48	200	5.416.091,59
191	00:00:49	200	5.422.636,00
195	00:00:50	200	5.428.110,20
199	00:00:51	200	5.434.088,33
203	00:00:53	200	5.438.979,95
207	00:00:54	200	5.445.849,07
211	00:00:55	200	5.451.582,40
216	00:00:56	200	5.451.605,92
221	00:00:58	200	5.451.826,58
226	00:00:59	200	5.452.437,49
231	00:01:01	200	5.452.599,22
236	00:01:02	200	5.453.093,24
241	00:01:03	200	5.453.467,48
373	00:01:39	200	5.453.714,48
374	00:01:40	200	5.481.664,27
390	00:01:46	200	5.485.283,55
428	00:01:58	200	5.493.922,49
432	00:01:59	200	5.496.639,58
433	00:02:00	200	5.511.292,85

EK 1'e Devam

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
501	00:02:23	200	5.520.814,00
516	00:02:29	200	5.522.397,80
524	00:02:32	200	5.537.154,92
531	00:02:34	200	5.538.931,76
537	00:02:36	200	5.539.343,44
545	00:02:39	200	5.540.132,25
567	00:02:46	200	5.541.531,96
607	00:03:00	200	5.541.675,94
623	00:03:05	200	5.541.840,62
627	00:03:07	200	5.541.989,62
644	00:03:13	200	5.543.820,19
652	00:03:15	200	5.544.900,05
683	00:03:25	200	5.545.044,04
713	00:03:34	200	5.545.126,37
783	00:03:56	200	5.635.771,06
787	00:03:58	200	5.639.482,74
813	00:04:07	200	5.644.919,62
840	00:04:16	200	5.650.531,70
870	00:04:25	200	5.650.806,60
889	00:04:33	200	5.651.526,52
894	00:04:34	200	5.651.886,52
937	00:04:48	200	5.652.380,53
948	00:04:52	200	5.929.008,70
956	00:04:55	200	5.963.040,68
961	00:04:57	200	5.980.348,54
975	00:05:02	200	5.986.647,55
980	00:05:04	200	5.992.790,45
1025	00:05:19	200	5.996.791,10
1035	00:05:22	200	5.997.038,11
1045	00:05:25	200	5.997.532,13
1064	00:05:30	200	5.999.594,94
1082	00:05:37	200	6.000.287,42
1105	00:05:44	200	6.000.452,10
1139	00:05:54	200	6.000.699,10
1178	00:06:06	200	6.000.915,66
1194	00:06:11	200	6.001.069,99
1314	00:06:45	200	6.234.466,81

EK 1'e Devam

Simülasyon	Geçen Süre	İterasyon Sayısı	Sonuç
1333	00:06:52	200	6.250.379,59
1361	00:07:02	200	6.253.014,35
1390	00:07:13	200	6.269.328,01
1398	00:07:15	200	6.275.976,80
1436	00:07:29	200	6.277.144,79
1488	00:07:48	200	6.277.425,28
1520	00:07:59	200	6.277.632,59
1536	00:08:05	200	6.281.008,37
1542	00:08:06	200	6.281.348,06
1564	00:08:13	200	6.281.924,41
1574	00:08:16	200	6.282.336,09
1577	00:08:17	200	6.282.768,04
1582	00:08:19	200	6.283.015,05
1587	00:08:20	200	6.283.241,03
1632	00:08:35	200	6.283.405,41
1708	00:08:59	200	6.283.549,39
1840	00:09:37	200	6.283.653,05
1896	00:09:52	200	6.283.725,04
2733	00:13:44	200	6.309.224,20
2766	00:13:55	200	6.312.934,47
2797	00:14:04	200	6.313.176,33
2818	00:14:12	200	6.313.402,32
2852	00:14:23	200	6.313.875,64
2901	00:14:40	200	6.314.019,62
2906	00:14:41	200	6.314.306,33
2911	00:14:43	200	6.314.471,00
2933	00:14:49	200	6.314.542,99
5650	00:27:34	200	6.326.510,81
5672	00:27:41	200	6.326.726,78
5701	00:27:49	200	6.327.096,75
5724	00:27:56	200	6.327.240,73
5756	00:28:05	200	6.327.817,08
5777	00:28:11	200	6.327.961,07
5786	00:28:14	200	6.328.033,06
5863	00:28:38	200	6.328.105,05
5869	00:28:40	200	6.328.187,38
6044	00:29:33	200	6.328.259,37

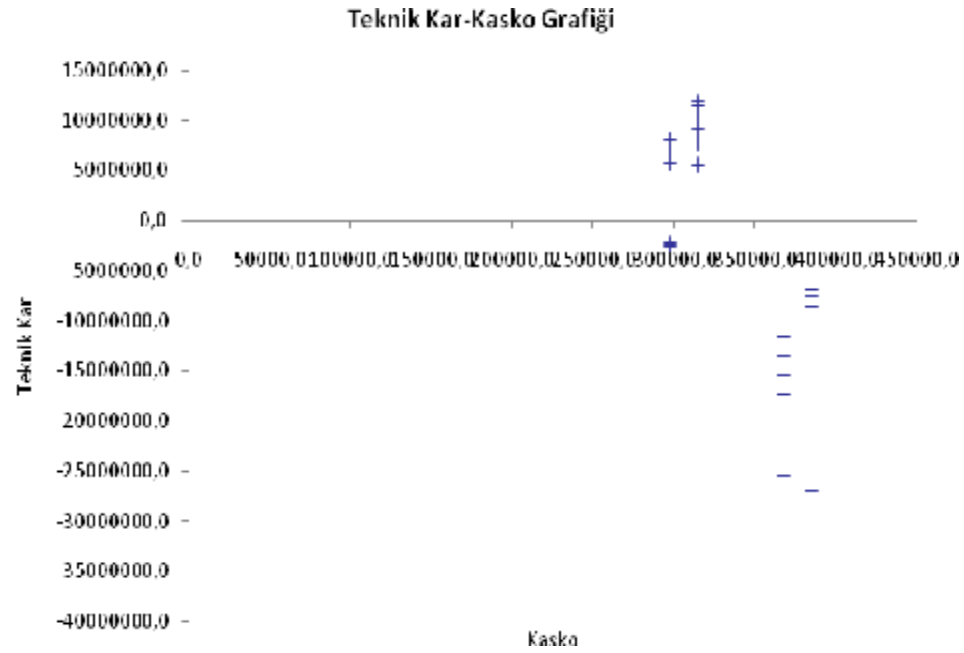
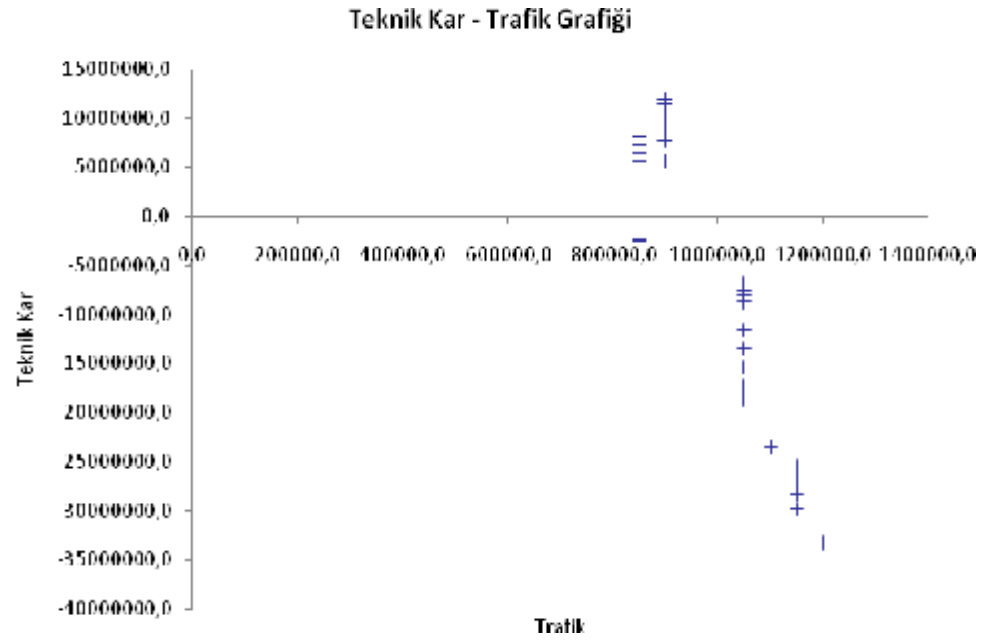
EK 2

REGRESYON MATRİSİ

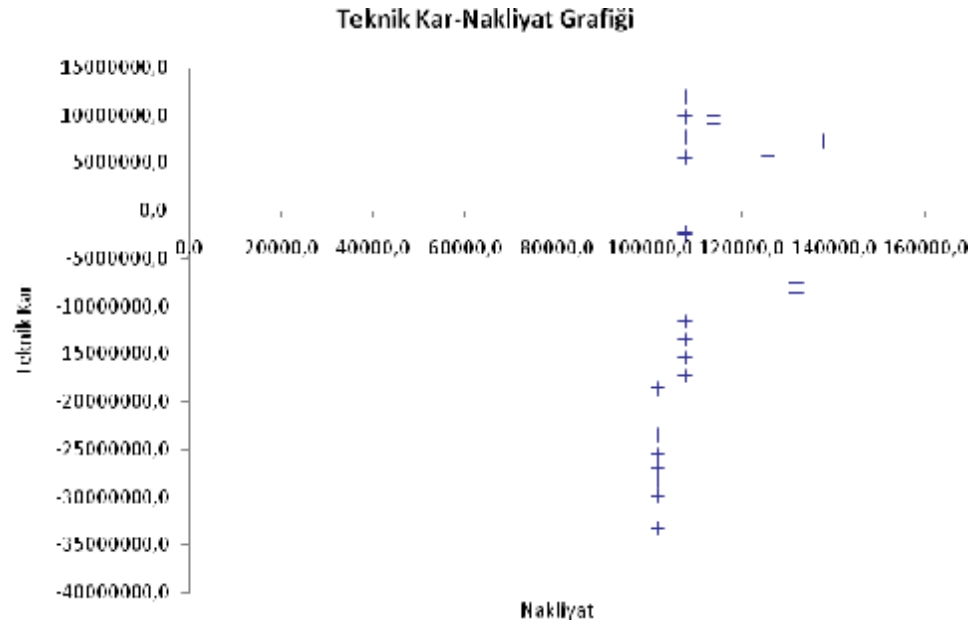
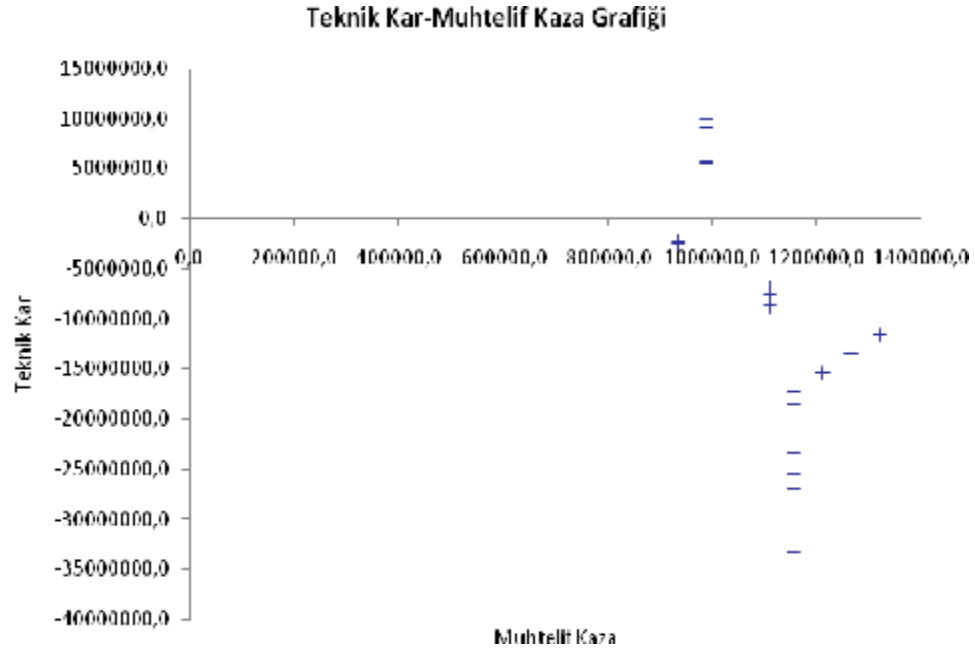
Veri	Kar	Teorik Kar	Artık	Trafik	Kasko	MuhtelifKaza	Nakliyat	Mühendislik	Tarım	Yangın	Sağlık
1	-18589737,85	-18589737,85	-5,66244E-06	1050000	402500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
2	-23467803,45	-23467803,45	-5,45382E-06	1100000	402500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
3	-28345869,05	-28345869,05	-5,21541E-06	1150000	402500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
4	-33223934,65	-33223934,65	-5,03659E-06	1200000	402500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
5	-25464108,04	-25464108,04	-4,88758E-06	1150000	367500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
6	-26904988,54	-26904988,54	-5,0962E-06	1150000	385000	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
7	-28345869,05	-28345869,05	-5,21541E-06	1150000	402500	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
8	-29786749,56	-29786749,56	-5,36442E-06	1150000	420000	1155000	102000	45000	47250	270000	29750
9	-17297448,16	-17297448,16	-5,26756E-06	1050000	367500	1155000	108000	45000	38250	270000	29750
10	-15397103,99	-15397103,99	-5,35697E-06	1050000	367500	1210000	108000	45000	38250	270000	29750
11	-13496759,82	-13496759,82	-5,44637E-06	1050000	367500	1265000	108000	45000	38250	270000	29750
12	-11596415,65	-11596415,65	-5,53578E-06	1050000	367500	1320000	108000	45000	38250	270000	29750
13	5739277,878	5739277,878	-5,33089E-06	850000	297500	990000	126000	45000	39600	285000	31500
14	6543369,174	6543369,174	-5,27874E-06	850000	297500	990000	132000	45000	39600	285000	31500
15	7347460,471	7347460,471	-5,23403E-06	850000	297500	990000	138000	45000	39600	285000	31500
16	8151551,767	8151551,767	-5,18188E-06	850000	297500	990000	144000	45000	39600	285000	31500
17	5606449,014	5606449,014	-5,55255E-06	900000	315000	990000	108000	52500	38250	330000	29750
18	7733612,267	7733612,267	-5,49294E-06	900000	315000	990000	108000	55000	38250	330000	29750
19	9860775,519	9860775,519	-5,44265E-06	900000	315000	990000	108000	57500	38250	330000	29750
20	11987938,77	11987938,77	-5,36814E-06	900000	315000	990000	108000	60000	38250	330000	29750
21	-8654158,132	-8654158,132	-5,3104E-06	1050000	385000	1111000	132000	51500	47250	285000	34650
22	-8055767,477	-8055767,477	-5,31785E-06	1050000	385000	1111000	132000	51500	49500	285000	34650
23	-7457376,822	-7457376,822	-5,31785E-06	1050000	385000	1111000	132000	51500	51750	285000	34650
24	-6858986,168	-6858986,168	-5,31785E-06	1050000	385000	1111000	132000	51500	54000	285000	34650
25	9043819,041	9043819,041	-5,28619E-06	900000	315000	990000	114000	55000	42750	315000	28000
26	9860469,441	9860469,441	-5,40912E-06	900000	315000	990000	114000	55000	42750	330000	28000
27	10677119,84	10677119,84	-5,54323E-06	900000	315000	990000	114000	55000	42750	345000	28000
28	11493770,24	11493770,24	-5,66244E-06	900000	315000	990000	114000	55000	42750	360000	28000
29	-2211948,899	-2211948,899	-5,19492E-06	850000	297500	935000	108000	42500	44550	240000	36750
30	-2337933,468	-2337933,468	-5,2359E-06	850000	297500	935000	108000	42500	44550	240000	38500
31	-2463918,036	-2463918,036	-5,27361E-06	850000	297500	935000	108000	42500	44550	240000	40250
32	-2589902,605	-2589902,605	-5,31366E-06	850000	297500	935000	108000	42500	44550	240000	42000

EK 3

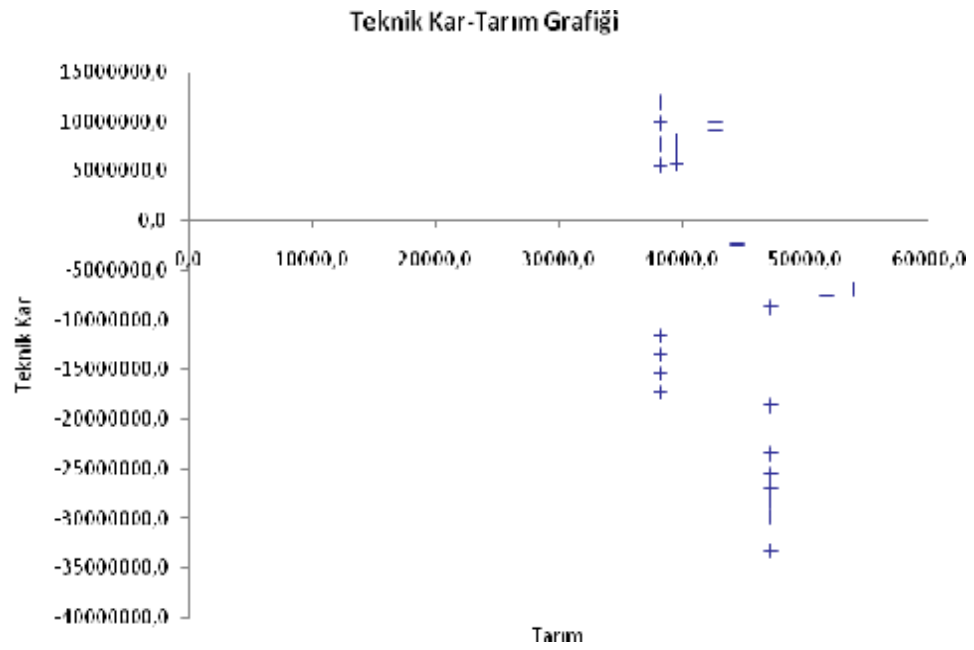
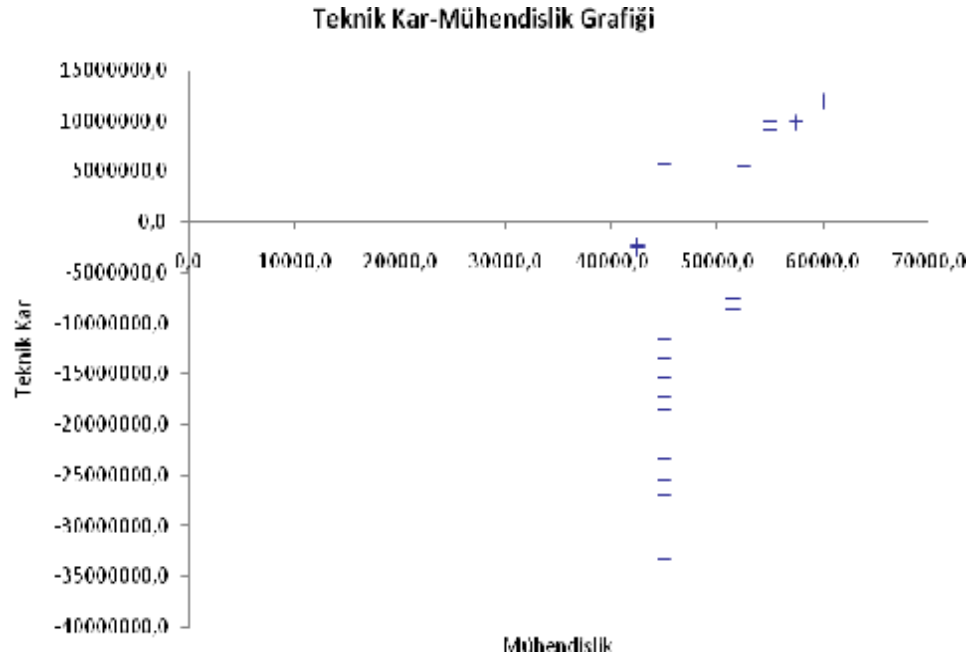
Regresyon Sonuç Grafikleri



EK 3'e Devam



EK 3'e Devam



EK 3'e Devam

