

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK DOĞRUSAL REGRESYON YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ :
MEDİKAL ASİSTANS FİRMASINDA BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aierxiati AIKESHAN

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Ferhan ÇEBİ

MAYIS 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK DOĞRUSAL REGRESYON YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ :
MEDİKAL ASİSTANS FİRMASINDA BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Aierxiati AIKESHAN
(507101032)**

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ferhan ÇEBİ

MAYIS 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **507101032** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Aierxiati AIKESHAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BULANIK DOĞRUSAL REGRESYON YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ : MEDİKAL ASİSTANS FİRMASINDA BİR UYGULAMA**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ferhan ÇEBİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç. Dr. Tolga KAYA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Şakir ESNAF
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **05 Mayıs 2014**
Savunma Tarihi : **27 Mayıs 2014**

Aileme,

ÖNSÖZ

İyi ve kötü zamanlarımda hep yanımda olan, hayatımda her an bana destek veren babam İhsan Erkin'e, annem Rizvangül İmin'e, biricik kız kardeşim İlminur İhsan'a, Türkiye'ye geldiğim andan bu yana her türlü desteklerini esirgemeyen amcam Dilşat UYGUROĞLU ve ailesine sonsuz sevgi ve saygılarımı sunuyorum!

Bu çalışmamın her aşamasında değerli bilgileriyle yol gösteren ve tezin en güzel biçimde nihayete ermesini sağlayan danışman hocam Sayın Doç.Dr.Ferhan ÇEBİ'e, değerli bilgilerini ve çalışmamla ilgili zihin açıcı önerilerini esirgemeyen hocam sayın Prof.Dr.Cengiz Kahraman'a, fikir ve destekleriyle yüksek lisans eğitimimi başarıyla tamamlamama yardımcı olan dostum Mehmet Çağatay Bahadır'a teşekkürüm ediyorum!

Mayıs 2014

Aierxiati AIKESHAN
(İrşat İHSAN)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
1.3 Çalışmanın Önemi.....	6
2. TALEP TAHMİNİ KAVRAMI VE AŞAMALARI	7
2.1 Talep Tahmininin Temel Prensipleri ve Özellikleri.....	8
2.2 Talep Tahmininin Önemi	8
2.3 Talep Tahmini Yaklaşımları.....	9
2.3.1 Sezgisel Yöntemler	9
2.3.2 Sayısal Yöntemler	11
3. BULANIKLIK KAVRAMI VE TAHMİN YAKLAŞIMI	15
3.1 Bulanık Kümeler	15
3.1.1 Bulanıklık ve Kesinlik	16
3.1.2 Bulanıklık ve Rastgelelik Arasındaki Farklar.....	17
3.1.3 Bulanık Kümelerle Klasik Kümeler Arasındaki Farklar.....	17
3.2 Bulanık Doğrusal Regresyon ve Talep Tahmi	18
3.2.1 Değişkenler Bulanık Olan BRM ve Çözüm Yaklaşımları	19
3.2.2 Fonksiyon Bulanık Olan BRM ve Çözüm Yaklaşımları	19
4. UYGULAMA	21
4.1 Sektör ve Firma Hakkında Genel Bilgi	21
4.1.1 Asistans sektörü	21
4.1.2 Medikal asistans	22
4.2 Uygulamada Kullanılan Veriler	22
4.3 Bulanık Doğrusal Regresyon ve Klasik Doğrusal Regresyon Modellerinin Kurulması	24
4.3.1 Problem Tanımı.....	24
4.3.2 Bulanık Doğrusal Regresyon Modeli.....	24
4.3.3 Klasik Doğrusal Regresyon Modeli	27
4.4 Klasik Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlama Modellerinin Çözümleri	27
4.4.1 Klasik doğrusal programlama modelinin çözümü	27
4.4.2 Bulanık doğrusal programlama modelinin çözümü	29
5. SONUÇ	31
5.1 Model Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	32
5.2 Modellerin Talep Tahmininde Karşılaştırılması	35
6. ÖNERİLER	37

KAYNAKLAR.....	39
EKLER.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

BRM	: Bulanık Regresyon Model
BDP	: Bulanık Doğrusal Programlama
FLR	: Fuzzy Linear Regression
ITIJ	: International Travel & Health Insurance Journal
LP	: Linear Programming
MF	: Membership Function
OLS	: Ordinary Least Squares
STFN	: Symmetrical TFN
SST	: Total Sum of Square
SSE	: Sum of Square for Error
SSR	: Sum of Square Residual
TFNs	: Triangular Fuzzy Numbers

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Kullanılan veriler.....	22
Çizelge 4.2 : Klasik doğrusal regresyon model çözümü	28
Çizelge 4.3 : Bulanık doğrusal regresyon Lindoçözümü.....	29
Çizelge 5.1 : Bulanık doğrusal regresyon model değerlendirme tablosu	32
Çizelge 5.2 : Klasik doğrusal regresyon model çıktısı	33
Çizelge 5.3 : 2014 Yılına ait tahmini girdiler	35
Çizelge 5.4 : Bulanık ve klasik model çıktıları.....	35
Çizelge 5.5 : Gerçek bulanık ve klasik model çıktıları.....	35

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Bulanık parametreler ve inanç düzeyi	2
Şekil 1.2 : Bulanık kümelerin birleşmesi ve kesişmesi	3
Şekil 1.3 : Simetrik üçgen bulanık sayılar	3
Şekil 1.4 : Bulanık kümeler ve klasik dağılım.....	4
Şekil 2.1 : Talep tahmin süreci	7
Şekil 2.2 : Regresyon analizinin sınıflandırılması.....	12
Şekil 2.3 : Basit doğrusal regresyon	13
Şekil 3.1 : Bulanık küme örneği	16
Şekil 3.2 : Klasik küme.....	17
Şekil 3.3 : Bulanık küme	18
Şekil 4.1 : Üçgen üyelik fonksiyonu.....	25

BULANIK DOĞRUSAL REGRESYON YÖNTEMİ İLE TALEP TAHMİNİ : MEDİKAL ASİSTANS FİRMASINDA BİR UYGULAMA

ÖZET

İşletmelerin geleceğe yönelik iş talep tahmini, işletme üst düzey yöneticilerinin stratejik karar vermesi ve bu kararların finans, insan kaynakları, sabit varlık yatırımı gibi önemli alt bileşenlere yansıtması sürecindeki en önemli etkenlerden biridir.

Günümüzde yaygın kullanılan talep tahmin yöntemlerinden birçoğu geçmiş verilere dayanarak yapılmakta ve tahminin kesin bir sonuca varacağı varsayımını sözel olarak açıklama yapmasada kısıtlarda yansıtmaktadır. Ancak bu tahminler genellikle güncel hayatın da özelliği itibariyle oldukça karmaşık ortamlarda gerçekleşebilmektedir. Çevremizdeki kaçınılmaz belirsizliklerden veya tahmin edicinin kesin bilgiye sahip olamamasından kaynaklanan bu karmaşık durumlara araştırmacıların farklı çözüm yaklaşımları üzerine yoğunlaşmasına yol açmıştır.

Matematik bilimindeki paradigma kaymalarından birisi de belirsizlik kavramı ve buna karşı bulanık çözüm yaklaşımları ile ilgilidir. 1965 yılında L. A. Zadeh tarafından, belirsizliği incelemek için kullanılan ve olasılık teorisinin ötesinde çoklu mantığa dayalı olan, bulanık küme teorisi geliştirilmiştir. Bu teorinin karar verme problemlerinde kullanıma ilişkin tarihteki ilk çalışma 1970 yılında L. A. Zadeh ile R. E. Bellman tarafından beraber yapılmıştır. Bulanık teorisinin uygulamadaki yerini bir üst kademeye taşımak adına, H. J. Zimmermann bulanık doğrusal programlama ile ilgili ilk çalışmasını 1974 yılında L.A. Zadeh ve R. E. Bellman'ın yukarıda bahsedilen çalışmasına dayanarak yapmıştır.

Bulanık doğrusal regresyon metodolojisi tahmini ile gözlemlenen değerler arasındaki sapmanın, tahmin gerçekleştirilen sistemin yapısından veya kusurlu gözlemlenmeden kaynaklanan belirsizlik olduğunu savunmakta ve bu nedenle de tahmin sonuçlarının somut bir sayı olmasının gerçek şartlara uygun olmadığını öne sürmektedir.

Bunun yanı sıra, kurumsallaşmaya yeni adım atan firmalarda geçmişe dönük fazla veri birikimi ve tecrübe olmadığından, klasik doğrusal regresyon yöntemleri ile tahmin yapılarak işletmelerin stratejik yönünün büyük ölçekte etkilenmesi büyük bir

risk içermektedir. 1982 Yılında Tanaka, Uejima ve Asai tarafından geliştirilen bulanık linear regresyon yöntemi, az miktarda veri seti kullanarak tahmin modeli kurulabilme ve etken faktörler ile beklenen tahmin sonucu arasındaki bulanık ilişkiyi göz ardı etmeme özelliğiyle, klasik sabit katsayılı doğrusal regresyona karşı üstünlük sağlamaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'deki bir medikal asistans firmasının dosya talep tahmin problemini ele alınarak, Tanaka'nın bulanık doğrusal regresyon yaklaşımıyla matematiksel tahmin modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen matematiksel tahmin modeli ile klasik doğrusal regresyon modelinin tahmin sonuçlarını karşılaştırılmış ve benzeri işletmelerde uygulanmasının uygunluğu tartışılmıştır.

DEMAND FORECASTING WITH FUZZY LINEAR REGRESSION METHODOLOGY : A CASE STUDY AT A MEDICAL ASSISTANCE COMPANY

SUMMARY

Future-oriented demand forecastings of enterprises is one of the most significant factors that effect strategic business decisions made by senior managers and reflection of these decisions on the desicions such as investment in fixed assets, financial activities, human resource planning and operational schedule.

Today many of the forecasting methods that based on previous data are implemented under the hypothesis that the forecast results a definitive conclusion. However, these estimates are applied in a very complex environment considering the properties of our daily life. The complex situation of unavoidable uncertainties around us or the insufficient abilities of the observers results the concentration of the researchers on new methodologies.

One of the revolutionary change in the mathematical sciences and the concept of uncertainty is related to the burst of various approaches to fuzzy solution. For instance, multiple logical fuzzy set theory was developed by L. A. Zadeh in 1965 for the first time to examine the uncertainty beyond the theories of probability. Related applications of this theory in decision-making problems were discussed in 1970 through collaboration of L. A. Zadeh and R. E. Bellman for the first time in the history of mathematical science. To bring the implementation of fuzzy theory to the next stage, H. J. Zimmermann did some fuzzy linear regression related studies in 1974 based on the studies of L. A. Zadeh and R. E. Bellman.

Fuzzy linear regression methodology demonstrates the deviations between observed and estimated sets of data due to uncertinites of structure of a system or imprecise observation of fuzziness and advocates that it's hard to reach a real number as the result considering the fuzziness in real conditions.

Besides, lack of statistical date sources and experiences of new institutionalising enterprises such as this medical assistance company discussed in this study may

possibly lead to extremely risky decisions in case that the decision makers of the foundation choose strategic solution depending of classic linear regression methods.

However, the fuzzy linear regression methodology developed by Tanaka, Uejima and Asai in 1982 overcomes the above-mentioned risk of designing demand forecast models according to unefficient data source and takes the fuzziness of relationship between input and output values into consideration that is superiority against classic constant coefficient regression approaches.

Decision makers of medical assistance companies are generally implementing various classic demand forecast approaches to give a direction to their long-term investments. The decisions made by these managers not only set the organizational structure of the corporation, but also establish the operational processes, pricing policies, rotation of human resources internal and external.

Working close to health insurance companies, medical assistance companies are willing to depend of the working experiences of senior insurance industry insiders while doing the estimation of annual revenue, workload and expected market share in the industry. Subjective information such as personal connections between the managers of insurance companies and assistance companies, the marketing strategies and coverage of latest international health insurance policies and expatriate products released by collaborating insurance companies, the attractiveness of the country as the touristic destination for the insured foreigners and approach of the oversea oriented financial enterprises in terms of local investments that draw attention of foreign workforce have been treated as some of the factors taken into consideration while the managers of medical assistance companies determine what direction to go.

Given the complexity of the social and medical environment and lack of official investigations on collection of related data sources, assistance companies are having tough time with making the “almost right” decision. Frequent changes in the situations have made the experiences of last decades less reliable while doing demand forecasting and shown the necessity of close-to-reality approaches to avoid unneeded loss.

This study tries to implement Tanaka’s (1982) fuzzy linear regression approach in the mathematical demand forecast model of amount of cases in a medical assistance company in Turkey. To discuss the advantages and disadvantages of the fuzzy approach, classic regression model is designed to do the benchmarking between to

methods. The estimated results of the fuzzy model and classic regression model, that obtained by using the exact same set of data, are compared and the feasibility of the application the fuzzy model in similar enterprises is discussed. Personal opinions are shared regarding the ways researches may improve the effectiveness of demand estimation of case volume in medical assistance companies by applying fuzzy linear regression models.

1. GİRİŞ

Türkiye’de yeni gelişmekte olan asistans sektöründeki fırsat ve rekabet gidişatını takiben atılan stratejik adımlar, yatırım projelerindeki hassas davranışlar ve iş dünyasındaki gitgide artan belirsizlikler işletmelerin gelecek iş hacmine yönelik etkili talep tahmin yöntemlerinin geliştirilmesine duyulan ihtiyaçları bir kez daha vurgulamış vaziyettedir.

Çevre iş koşullarındaki bulanıklık, küçük ve orta ölçekteki firmaların geçmişe dönük veri birikiminin yeterli olmaması gibi olumsuz faktörler ele alındığında, geleneksel istatistiksel yaklaşımların yanı sıra dünya çapında geniş kullanım alanı bulan, çevredeki belirsizlikleri ve veri yetersizliklerin model üzerindeki etkisini azaltabilecek nitelikte olan bulanık yaklaşımının uygulamaya konulması sektörde yapılan talep tahmin çalışmalarında yeni trend haline gelmiştir.

1.1 Çalışmanın Amacı

Gerçek koşullardaki belirsizliği incelemek için kullanılan ve olasılık teorisinin ötesinde çoklu mantığa dayalı olan, bulanık küme teorisinin 1965 yılında L. A. Zadeh tarafından geliştirilmiş olmasına rağmen, bulanık yaklaşımının işletmelerdeki uygulamasının çok yaygın olduğundan söz etmek maalesef mümkün değildir. Söz konusu medikal asistans gibi Türkiye’de henüz yaygın bir şekilde tanılmamış bir hizmet alanında yer alan küçük ve orta boy işletmelerin talep tahmin çalışmalarına henüz rastanmamıştır.

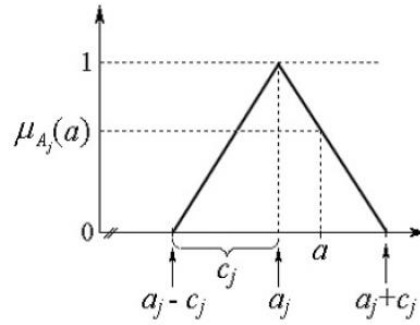
Bu çalışmada Türkiye’deki orta ölçekte bir medikal asistans firmasının dosya talep tahmin problemini ele alınarak, Tanaka’nın bulanık doğrusal regresyon yaklaşımıyla matematiksel tahmin modeli geliştirilmiştir.

Geliştirilen bulanık doğrusal regresyon tahmin modeli ile klasik doğrusal regresyon modelinin sonuçlarını karşılaştırılmış ve benzeri işletmelerde uygulanmasının uygunluğu tartışılmıştır. Çalışmanın sonunda, işbu çalışmanın giderilmesi gereken noksanları ve bu alanda yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

1.2 Literatür Araştırması

Bu yaklaşım yöntem olarak bulanık küme teorisini temel alırken uygulama alanı olarak sağlık hizmeti işletmeleri özelinde bir medikal asistans firmasının ve bu işletmede karşılaşılan ve senelik talep tahmin kapsamında bulanıklık barındıran bir sürecin yönetilmesi problemini ele almaktadır. Çalışma esnasında temel alınan ve çalışmanın yönünü büyük çapta etkileye bazı çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Bu tez çalışması, amaç fonksiyonu katsayılarını ve sağ taraf sabitlerini bulanık sayılar olarak alıp, kısıtları bulanık fonksiyon olarak düşünen Tanaka ve Asai (1984) yöntemini benimsemiştir. Aynı yıl Tanaka ve Asai amaç fonksiyonuna bir inanç düzeyi belirleyerek bir kısıt olarak düşünen bulanık doğrusal regresyon yöntemi önermiştir (Paksoy, 2002, s. 1).

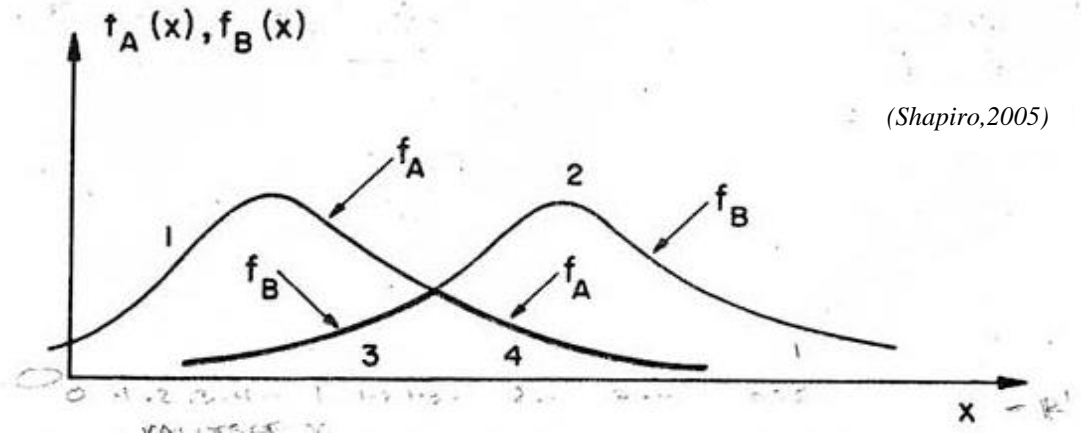


(Shapiro,2005)

Şekil 1.1 : Bulanık parametreler ve inanç düzeyi.

Information and Control adlı dergide yayınlanan “Fuzzy Sets” başlığı altındaki makalesinde, Zadeh (1965) bulanık küme teorisinin temellerini oluşturmuştur. Zadeh’in çalışmasında ilk kez bahsedilen bulanık kümeyi $[0,1]$ sürekli aralığında değerlere sahip ve bir birinden farklı derecelerle üye olan elemanlarından oluşan küme olarak ifade etmiştir. Bunun yanısıra, bu çalışmada kapsama, birleşim, tümleme, kesişim gibi kavramları içeren birçok kavramları ve bunların özelliklerini bulanık küme mantığıyla açıklamış ve kullanıma hazırlamamış. Daha önemlisi, Zadeh bu çalışmasında bulanık kümelerde cebirsel işlemlerin nasıl yapıldığını da kavramsal bir şekilde sunmuştur.

Zadeh’in bu çalışması yayınlandığı ilk zamanlarda pek fazla dikkat çekmemiş olsada, bulanık teorisinin uygulamadaki geldiği son noktadan görünüyor ki, bu matematiksel işlem hazırlıkları bulanık mantığının bir çok araştırma ve uygulama alanında önem kazanma yolundaki çok önemli bir adım olmuştur.

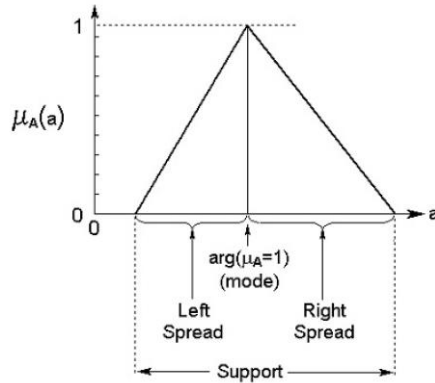


(Shapiro,2005)

Şekil 1.2 : Bulanık Kümelerin birleşmesi ve Kesişmesi.

Management Science dergisinde yayınlanan “Decision-Making in a Fuzzy Environment” adlı makalelerinde, Bellman ve Zadeh (1970) bulanık şartlar altında tahmin yapma ve bu tahminlere dayanarak karar verme sürecinin çevre koşullarının doğası itibariyle amaç ve/veya kısıtların bulanıklık barındığını ifade etmişlerdir. Başka deyişle bu çalışmada amaç ve/veya kısıt kümelerinin sınırları kesin olarak tanımlanması imkânsız olan alternatif kümeleri meydana getirdiği anlatılmıştır.

Zimmermann (1976) çalışmasında bulanık doğrusal programlama ile ilgili ilk yapılan çalışmalardan birini ortaya koymuştur. Bu çalışmada amaç fonksiyonu ve kısıtları bulanık olan simetrik yapıda bir bulanık doğrusal programlama problemine çözüm önerilmiştir.



(Shapiro,2005)

Şekil 1.3 : Simetrik üçgen bulanık sayılar.

Negoita ve Sularia (1976) çalışmalarında sağ taraf sabitleri ve kısıt dengelerinin katsayıları bulanık olan durumlara yönelik çözüm önermiştir. Bu çalışmada bulanık katsayıların ve sağ taraf sabitlerinin üçgensel yapıya sahip olduğu ilk kez ifade edilmiştir.

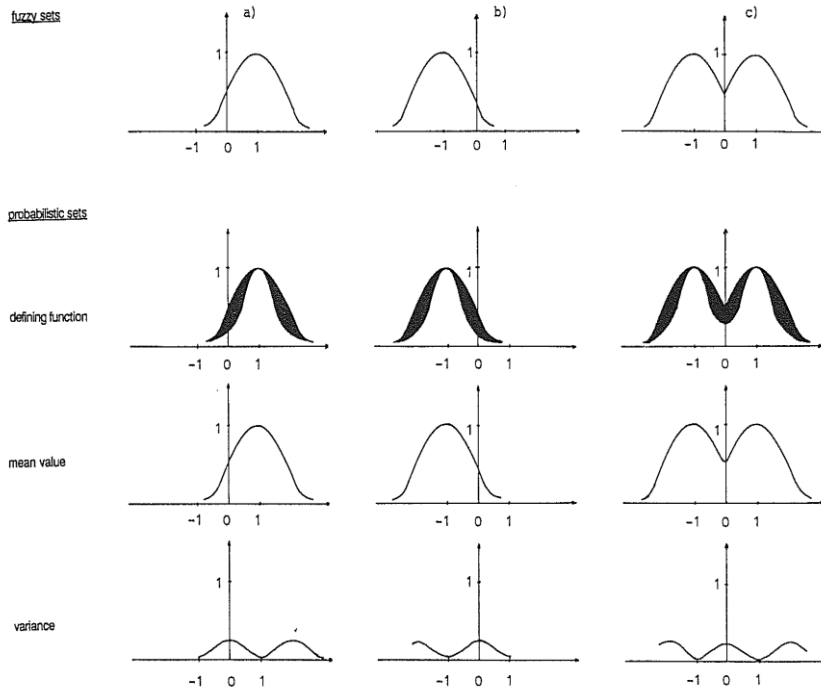
Wiedey ve Zimmermann (1978) ortak çalışmalarında çok amaçlı optimizasyon problemlerinde kullanılan hedef programlamanın optimum çözüm seçiminde çok verimli ve uygulanabilir olmadığını savunmuşlar ve birden fazla kısıtlama kriterinin olduğu durumlarda bulanık ve subjektif özellikleri benimseyen bulanık doğrusal programlama yaklaşımının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Karar mekanizmasından kısıtlarla ilgili ulaşıma düzeyi ve tolerans seviyesi elde edilirken, veri yetersizliği sonucunda amaç fonksiyonuna ilgili benzer bilgilerin ulaşılamadığı durumlara parametrik çözüme dayalı simetrik çözüm önerisinde bulunan Chanas (1983), tahmin sürecinde benzeri yaklaşımın uygulamaya konulabileceğini savunmuştur.

Carlsson ve Korhonen (1986), katsayıları sabit olmayan doğrusal programlama yaklaşımına yönelik çözüm önerisinde bulunmuştur. Bu çalışmalarında bulanık parametreler, üyelik fonksiyonları ile ifade edilerek modele dâhil etmişler ve karar mekanizmasına parametrik bir çözüm önerisi sunulmuştur.

Zimmermann (1992), “Fuzzy Set Theory and its Applications” adındaki kitabında bulanık mantık, bulanık kümeler, bulanık matematik ve olasılık dağılımlarını karşılaştırma yöntemiyle açıklama yapmıştır.

(Zimmermann - Fuzzy Set Theory, 1992)



Şekil 1.4: Bulanık kümeler ve klasik dağılım.

“Fuzzy Sets and Fuzzy Logic” adlı kitabında bulanık ve klasik kümelerin karşılaştırılmasına yer veren Klir ve Yuan (1995), bulanık kümenin klasik sabit kümelere karşı avantajlarını sıralamış, kümeler aralarındaki bulanık bağlantıdan bahsetmiş ve bulanık kümelerde aritmetik ve küme işlemlerinin yapılmasını ele almıştır.

Türk araştırmacılarından ilk olarak Güneş ve Yiğitbaşı 2001 yılındaki çalışmalarında Türk vergi sisteminin yürürlükte olan tahsilat uygulamalarına bulanık kavramına dayalı bir model sunmayı ve bu model sayesinde vergilendirmede optimum tahsilata ulaşmayı hedeflemişlerdir.

Çalışmadaki veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Maliye Bakanlığı'nın süreli yayınları ve diğer internet arşivlerinden alınarak, önce Türk vergi sistemine ait bulanık doğrusal programlama modeli kurulmuş ve daha sonra geleneksel doğrusal programlama yöntemiyle optimum gelir düzeyine ulaşılmasını sağlayan matematiksel model elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda bulanık model ile elde edilen gelirlerin klasik model sonuçlarına göre %12,71 daha fazla ve daha elverişli olduğu kanıtlanmıştır.

İhsan Özdemir ve Gökhan Seçme 2009 senesindeki “Tedarik Zinciri Ağ Tasarımına Bulanık Ulaştırma Modeli Yaklaşımı” adlı çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımıyla tedarik zinciri ağ tasarımındaki taşıma modeli yaklaşımını ele almışlardır. Taleplerin, maliyetlerin ve kapasitelerin bulanıklılığı göz önünde bulundurularak kurulan modelin çözümlerine dayanarak tedarikçi ve talep merkezleri aralarındaki lojistik maliyetleri hesaplanmıştır.

Zekai Şen (2009), çalışmasında belirsizlik mantığı ve gerçek hayattaki koşullardan yola çıkarak bulanık mantık kavramını açıklamış ve bulanık küme üyelik fonksiyonunun bulanık kümeler için arz ettiği öneme değinmiş ve çalışmasında birkaç bulanık küme üyelik fonksiyonu uygulamasına yer vermiştir.

Şemsettin Dursun'un 2012 senesinde yaptığı “Bulanık Mantık Paradigması Üzerine ” adlı eserinde, klasik mantığın doğru-yanlış ikili önermelerine karşılık bulanık mantığın çok değerli önermeleri toplumsal hayatta, fizik dünyasında ve zihin dünyasında büyük yankı uyandırdığını savunmuştur. Çalışma bir boyutlu, iki boyutlu ve üç boyutlu uzayda örneklerle doğru-yanlış ikili önermeler yerine bulanık değerlerin kullanılmasını önermiştir.

1.3 Çalışmanın Önemi

Son senelerde istikrarla büyümekte olan Türkiye ekonomisinin sayesinde yerli ve yabancı şahslara sunulan tıbbi hizmetler ana gelir kaynağı olan asistans firmalarının talep tahmin metodları yeterli değildir. Bulanık doğrusal regresyon analizi, belirsizlik içinde hızla büyüyen orta ve küçük çaptaki asistans firmalarının daha verimli ve gerçekçi tahmin yapmalarında katkıda bulunabilir ve böylece her gün artan rekabette avantaj sağlayabilir.

2. TALEP TAHMİN KAVRAMI VE AŞAMALARI

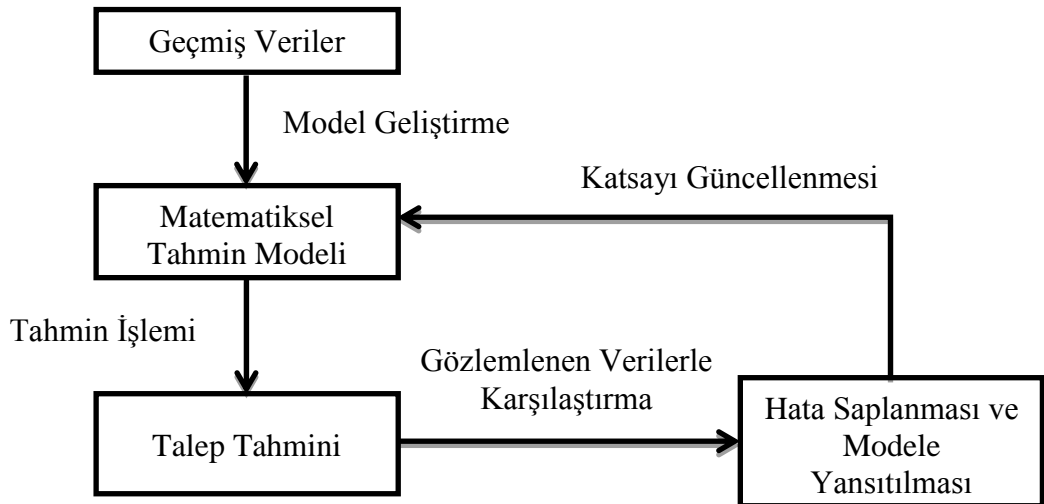
Talep tahmini insan medeniyetinin oluşmaya başladığı taş devrinden itibaren bizim günlük hayatımızda bulunmakta ve yaşam retminin çok hızlı olduğu bilgi çağında bireysel etkinliklerimizdeki etkisi gittikçe artmakta ve iş dünyasında daha fazla önem kazanmaktadır.

Talep Tahmin Kavramı

Talep tahmini, işletme yönetiminin kısa ve uzun dönemli hedeflere yönelik stratejik ve taktiksel karar almalarında göz önünde bulundurdıkları en temel araçlardan biridir. Gerçekçi bir talep tahmininin yapılması ve bu talep tahmininden yola çıkarak yapılan kısa vadeli planlamaların titizlikle uygulamaya konulması, şirket fonksiyonunun optimum kar seviyesinde tutulmasını, sağlayacaktır (Bolt, 1994).

Talep Tahmin Aşamaları

Talep tahmini uygulamasında farklı yaklaşımların kullanılmasına rağmen, talep tahmininin kavramsal özelliklerinden ötürü farklı yöntemlerde aşağıdaki temel aşamaları takip edilmektedir. Farklı yöntemlerde bu aşamalar özelleştirilerek uygulamaya konulmaktadır.



Şekil 2.1: Talep tahmin süreci.

2.1 Talep Tahmininin Temel Prensipleri ve Özellikleri

Temel Prensipler

Talep tahmini, hedeflenen bir ürünün, belli bir zaman içerisindeki satış adetlerinin tahminidir. Talep tahminlemesinin sonucu ise satış tahminidir. (Tek, 1999; 296).

Talep tahmin yoluyla elde edilen bilgilerin işletme sahibini tatmin edecek güvenilirlik düzeyinde ve gerçekçi olmaları gerekmektedir. Tahmin sonucunu büyük çapta etkileyen faktörlere ait veri setinin güvenilir olması ve değişkenler aralarındaki ilişkilerin doğru tespit edilmesi, tahmin yaklaşımının sağlıklı öngörülere ulaşabilmesi için son derece önemlidir.

özellikler

Talep tahmini modellerinin geliştirilmesi, sezgisel yaklaşımların yanısıra formel tahminleri de içermeye niteliği taşıyan çok aşamalı bir süreçtir. (Kress ve Snyder, 1994; 6).

Talep tahmini modelleri yapı itibarıyla gerçek rakamları tam olarak yansıtmaz. Geçmiş verilere dayalı yapılan geleceğe dönük bir tahmin söz konusu olduğundan, zamanı geldiğinde gözlemlenecek veriler ile tahmin verileri arasında modelden kaynaklanan hata saptanabilir. (Klassen ve Flores, 2001; 172).

2.2 Talep Tahmininin Önemi

Üretim sektöründeki üretim planlama veya bu çalışmamın konusu olan asistans firmalarının içinde bulunduğu hizmet sektöründeki bütün operasyonel faaliyetlerin ihtiyaç duyduğu ilk bilgi tüketicilerin talepleri veya satınalma isteklerine yönelik açıklayıcı rakamlardır. Piyasaya sunulması düşünülen hizmet veya ürünlerin talep miktarı ve işletmenin bu piyasadaki pazar payı bilinmeden ister operasyonel ister finansal açıdan herhangi bir planlama yapılması söz konusu olamaz.

İş hayatındaki finansal kayıpların ve operasyonel başarısızlıkların başta gelen nedenleri arasında piyasanın yanlış veya eksik gözlemlenmesi, sektöre ve işletmeye uygun talep tahmin yönteminin seçimindeki kriterlerin doğru ve eksiksiz belirlenmesi, tahmin sonuçlarının tahmin modeline doğru şekilde yansıtılmaması ve tahmin sonuçlarının işletme sahibi ve diğer karar mercikleri tarafından doğru yorumlanmaması gibi etkenler yer almaktadır.

2.3 Talep Tahmini Yaklaşımları

Tahminleme teknikleri, yöneylem ve karar destek sistemi gibi araştırma alanında kullanılan başlıca tekniklerden biridir. 1960'lı yıllardan itibaren farklı yaklaşımlar entegre edilerek tahminleme alanında önemli gelişmeler elde edilmiştir. (Fildes ve Hastings, 1994; 1). Vakaya özel tahmin yönteminin seçiminde tarihsel verilerin yapı özelliği, sektör özelliği ve beklenen sonuçlarla kaynak veriler arasındaki muhtemel ilişkiler önem taşımaktadır.

Karar sürecinde kullanılan tahminleme teknikleri kişisel yaklaşım özelliğine göre sezgisel ve sayısal tahmin teknikleri olarak sınıflandırılabilir. Karar vericiler öncelikle tahmin yapacakları sorunun yapısına en uygun tahminleme tekniğini belirlemelidir. Tahminleme faaliyetleri; tahmin tipi, tahminin kapsadığı zaman, erişilebilir bilgi kaynakları ve kullanılan tahminleme tekniğinin fonksiyonu niteliğindedir.(Monks, 1987;263).

Talep Tahmini yöntemlerinin zaman aşamasına, tahmin edicinin yaklaşım şekline göre sezgisel yöntemler ve sayısal yöntemler olarak sınıflandırma yapılabilir.

2.3.1 Sezgisel Yöntemler

Sezgisel yöntemler, diğer adıyla kalitatif teknikler, tahmin edilmesi beklenen olguyu ilgilendiren somut rakamlaşal verilere ulaşılamaması, çevre faktörünün fazla belirsiz olması ve tahminlenecek verilerle tahminde kullanılacak değişkenler arasındaki ilişki durumunun fazla karmaşık olması durumunda kullanılabilir. Sezgisel yöntemler, subjektif faktörlerin ele alınmasını sağlar ve bu veriler çeşitli kaynaklardan elde edilebilmektedir. Sezgisel yöntemlerin veri kaynakları, müşteriler, yöneticiler, şirket çalışanları, uzmanlar veya bilimsel araştırmacılar olabilir. (Stevenson, 1989; 425).

Sezgisel talep tahmin sürecinde kullanılan tekniklerin başında Delphi Tekniği, Pazar Araştırmaları ve Örnekleme, Uzman Gru Görüşü Yöntemi ve Satış Gücü Karması gelmektedir.(Demir ve Gümüšoğlu, 2003; 497).

Delphi Tekniği

Delphi tekniği, 1950'li yıllarda ABD'nin RAND şirketinde çalışan Olaf Helmer ve Norman Dalkey adındaki iki şahs tarafından geliştirilmiştir. Delphi tekniğinin temel amacı, geleceğe dönük tahminlerde bulunmak, alanında uzmanların görüşlerini ortaya koymak ve taraflar arasında uzlaşma sağlamaktır. Delphi tekniği özellikle

daha çok hassas politik veya duygusal ortamlarda veya alınacak kararların güçlü birey veya gruplar tarafından etkilenme olasılığı yüksek olduğu şartlarda kullanılabilir.

Genel olarak Delphi tekniği üç özelliğe sahiptir:

(1) *katılımcı gizliliği*

(2) *grup tepkisinin istatistiksel analizi*

(3) *kontrollü geri besleme*

Delphi tekniğinin uygulamasında, çoğu zaman uzmanlarla yapılan ardışık anketler yer almaktadır. Her uygulamadan sonra uygulama sonuçları katılımcılara iletilmekte ve bu işlem taraflar arasında uzlaşma sağlanıncaya kadar devam etmektedir. Uzlaşma sağlanmasıyla Delphi tekniği uygulaması sona ermektedir. (Ali Ekber Şahin, 2001; 215).

Pazar Araştırmaları ve Örnekleme Tekniği

Piyasa araştırmalarında toplanan veri ve bilgilerin çoğu sürece dahil edilen tüketiciler veya üreticiler toplanmaktadır. Piyasa araştırmalarında görüşülen bireylere ürün ve hizmetle ilgili önceden belirlenmiş sorular sorulur.

Tüm tüketicilerle görüşme imkanı olmadığından ötürü örnekleme yöntemine başvurularak belli kriterlere göre görüşülmesi gereken bireylerden oluşan örnek grubu seçilir. Pazar araştırmasında de en sık kullanılan ve etkili olan yöntem anket yöntemidir. (Cafer Ağrıdağı, 1996; 10).

Uzman Grup Görüşü Tekniği

Alanında uzman bireylerin yıllardır biriktirmiş olduğu tecrübesi ve benzeri vaka yönetimindeki içgüdüsel avantajlarını değerlendirerek, uzman şahslardan oluşturulan grubun jüri üyelerinin görüşleriyle değerlendirilebilir. (Esen Yeşilyurt, 2010; 6)

Satış Gücü Karması Tekniği

Karmaşık satış gücü yapısını geniş ürün yelpazesine sahip işletmeler farklı coğrafyalarda farklı müşteri kitlesine satış yaparken kullanır. Bütün işletmeler için geçerli olan tek optimum bir yapı söz konusu değildir. Ancak bir işletme bir kere oluşturduğu yapı ile satış gücüne duyduğu ihtiyacı belirleyebilir ve bu ihtiyat tahmini sadece bu işletmeye öz bir tahmin olabilir.

2.3.2 Sayısal Yöntemler

Sayısal yöntemler, diğer adıyla kantitatif yöntemler, tahmin sürecinde uzmanların önyardısı ve duygusal yaklaşımının yerine çeşitli sayısal rakamları baz almaktadır. Bu sayısal veriler geçmişteki satış adetleri, üretim kapasitesi, ülkenin ekonomik durumu, müşteri satın alma gücü gibi tahminin sonucunu etkileyebilen herhangi istatistiksel veri olabilir. İstatistiksel metotların yoğunlukla kullanıldığı sayısal yöntemlerde doğru ve etkili sonuç elde edilebilmesi için tahminlenecek değişkene veya duruma ilişkin sayısal verilere ulaşılması şarttır. Bu verilere satış noktası verileri, devlet işletmelerinin resmi raporları, ulusal ve uluslararası araştırma kurumlarının indeksi gibi birçok kaynaktan ulaşılabilir. (Sanders ve Manrodt, 2003; 513).

Sayısal tahmin yöntemleri zaman serisi teknikleri ve nedensel teknikler (regresyon analizi) olmak üzere iki gruba ayrılabilir. (Bhattacharya, 1997; 5)

Zaman Serisi Teknikleri

Zaman serileri analizinde, tahmin edilmesi beklenen değişkene (veya değişkenlere) ilişkin tarihsel veriler belirli bir veri gidişatı elde etmek üzere analiz edilir. Bu sebepten dolayı bu tarz tekniklerle yapılan tahminler sadece geçmiş verilerin çıktıya yönelik analiz edilmesine dayanır. Zaman serisi teknikleri bu yüzden de çevre koşulları somut olan durumlarda daha etkili sonuçlar verir. (Bhattacharya, 1997; 5).

Zaman serileri analizinde aşağıdaki üç çeşit yöntemler kullanılabilir:

(1) *Ortalama Yöntemler*

(2) *Üssel Düzeltim Yöntemler*

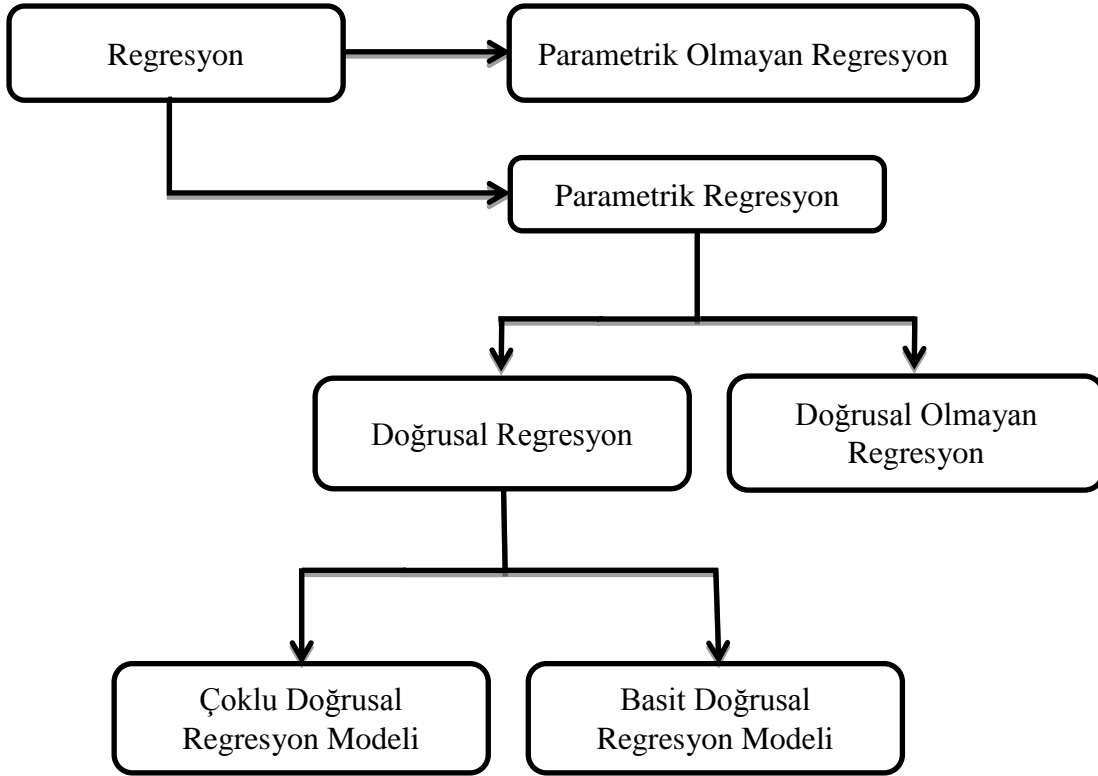
(3) *En Küçük Kareler Yöntemi*

Nedensel Teknikler (Regresyon Analizleri)

Nedensel teknikler, diğer bir deyişle regresyon analizi, tahmin edilmesi beklenen değişken (bağımlı değişken) ile bu değişkeni etkileyen diğer değişkenlerin (bağımsız değişkenlerin) aralarındaki ilişkinin belirlenmesini amaçlar. Bağımsız değişkenler belirlendikten sonra elde bulunan verilere dayanarak bağımlı değişken ile bağlantılarını açıklayan istatistiksel model geliştirilir ve bu model ele alınan değişkenin tahmi değerini bulmakta kullanılır. Regresyon analizinin en büyük özelliği, bu yöntemle geliştirilen modelin işletmenin karar mekanizmasına

(yöneticilere) çeşitli alternatif etkenlerin sonuç üzerinde değerlendirme yapma fırsatı sağlamıştır. Ve bu nedenle regresyon analizi bir çok işletme tarafından tercih edilmektedir. Ancak regresyon analizinin dezavantajı da bu tahminleme modelinin karmaşıklığı, geliştirilmesinin zor olması, ihtiyaç duyulan tüm bağımsız ve bağımlı değişkenlere ait geçmiş verilere ulaşımın zor olması ve bu sürece harcanacak olan zaman, işgücü ve finansal maliyetlerin yüksek olmasıdır. (Bhattacharya, 1997; 5).

Regresyon analizi yöntemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.



Şekil 2.2: Regresyon analizinin sınıflandırılması.

Parametrik Olmayan Regresyon

Parametrik olmayan regresyonlarda fonksiyon $y = f(x) + e$ nin içerdiği f bir bilinmeyen, akışkan fonksiyon ve f fonksiyonunun yapısı model kurucu tarafından açıkça belirtilmemektedir. Burada bir data bazlı teknik, eğrinin şeklini açıklamaktadır. Parametrik olmayan regresyon modellerinde, parametrik regresyona gibi uyumlu değerlerin bulunabilmesi için tahmin sonuç değerlerinin ağırlıklı toplamı değil, gözlemlenen y değerinin ağırlıklı toplamını kullanır. (Adonis Yatchew,1998;U3)

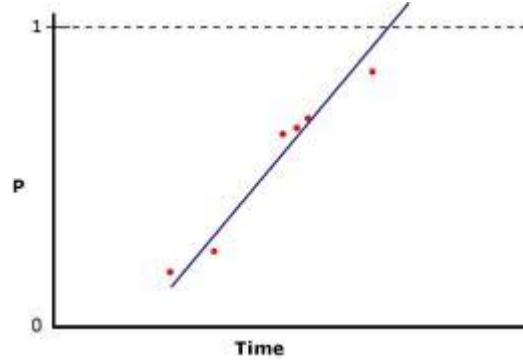
Parametrik Regresyon

Yukarıda parametrik olmayan regresyon yöntemini açıklarken bahsedildiği gibi, parametrik regresyon fonksiyonu $y = f(x) + e$ da, f bir bilinen ve akışkan bir fonksiyondur ve model kurucu f fonksiyonunun tahmini yapısını belirlemeyi amaçlar. (Adonis Yatchew,1998; U3)

Parametrik regresyon, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken aralarındaki fonksiyonel ilişkinin doğrusal olup olmadığına göre doğrusal regresyon ve doğrusal olmayan regresyon olarak sınıflandırılabilir.

❖ Doğrusal Regresyon

Doğrusal regresyondaki bağımsız değişken veya değişkenler ile bulunması beklenen bağımlı değişken aralarındaki fonksiyonel ilişkinin doğrusaldır. Bu analiz tekniğinde, aralarındaki ilişkileri açıklamak hedeflenen değişkenin sayısına göre, basit doğrusal regresyon ve çoklu doğrusal regresyon olarak sınıflandırılabilir.(Fatih Adıyaman,2007;49)



Şekil 2.3 : Basit doğrusal.

Basit Doğrusal Regresyon Modeli:

a : Sabit Katsayı,

b : Regresyon katsayısı,

X : Bağımsız değişken,

Y: Bağımlı değişken,

e : Hata terimi,

$$Y = a + bX + e$$

Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli:

a : Sabit Katsayı,

b : Regresyon katsayısı,

X : Bağımsız değişken,

Y: Bağımlı değişken,

e : Hata terimi,

$$Y=a_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots e$$

❖ Doğrusal Olmayan Regresyon

Doğrusal olmayan regresyonun tahmin denklemi, bir veya daha fazla parametrelere doğrusal olmayan bir ilişkiye sahiptir. (Gordon K. Smyth,2)

Doğrusal olmayan regresyonun temel mantığı doğrusal programlamayla aynı, bir veri dizisi ile Y çıktısının arasındaki ilişkiyi açıklamak. Doğrusal olmayan regresyonun diğer regresyonlardan farkı, adında geçtiği gibi, değişkenler arasındaki ilişkiyi doğrusal olmayan fonksiyon ile açıklamalarıdır.

3. BULANIKLIK KAVRAMI VE TAHMİN YAKLAŞIMI

Literatür araştırması kısmında bahsedildiği gibi, bulanık teorisi (fuzzy theory), 1960 larda ilk kez ortaya konulmuştur. Bu teori, Aristoteles ile başlayan klasik küme mantığındaki bir şey ne ise odur (özdeşlik ilkesi), bir şey hem kendi hem başka bir şey olamaz (çelişmezlik ilkesi), bir şey ya A'dır ya da A olmayandır (üçüncünün olmazlığı ilkesi) gibi keskin sınırlı temel varsayımlarına bir alternatif yaklaşım olarak geliştirilmiştir. (Gençer;1991, 239).

Fakat düşündüğümüzün tam aksine bazı karmaşık durumlarda bu ilkelerin geçerli olmadığı, gerçek hayatta kümelemenin çok daha karmaşık olarak karşımıza çıktığı görülmektedir.

3.1 Bulanık Kümeler

Bulanık olmayan sayılar sadece gerçek sayılardır. Bulanık olmayan sayılarla yapılan işlemler sonucu sadece bulanık olmayan sonuçlar elde edilir (Buckley;2004).

Bulanık küme farklı üyelik derecesinde öğeleri olan bir topluluktur. Bulanık küme teorisi, klasik küme teorisindeki evet-hayır ikili üyelik kavramını ikiden fazla kısmi üyelik içeren kavrama genelleştirmiştir. Örneğin, klasik küme kavramındaki üye olmayan öge "0" ile üye olan öge "1" aralarındaki tüm öğeler kısmi üye olarak kabullenir (Baykal ve Beyan 2004).

Birçok sosyal ekonomik ve teknik konularda insan düşüncesinin tam anlamıyla olgunlaşmamış olmasından dolayı, belirsizlikler her zaman mevcuttur. Kişi tarafından geliştirilirler, bu çeşit bilgileri işleyemezler ve çalışmalarını için sayısal bilgiler gerekli olur. Gerçek bir olayın sayısallaştırılması insan bilgisinin yetersizliği ile tam anlamıyla mümkün olmadığı için, insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak sezgisel yorumlarda bulunur. Genel olarak değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık kaynaklar denir (Şen 2001). Zadeh tarafından gerçek hayat soruları ne kadar yakından incelemeye alınır, çözümün daha da bulanık hale

geleceği ifade edilmiştir. Çünkü çok fazla bilgi kaynaklarının tümünü insanın aynı anda ve etkileşimli bir şekilde kavraması ve bunlardan kesin sonuçları elde etmesi o kadar kolay değildir.

Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de ihtiva ettiği vurgulanmalıdır. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Alıntılayan Düzyurt,2008).

İşte bu çeşit üyeliğin kesin olmadığı durumlarda üyelik derecesi kavramıyla açıklama yapılabilir.

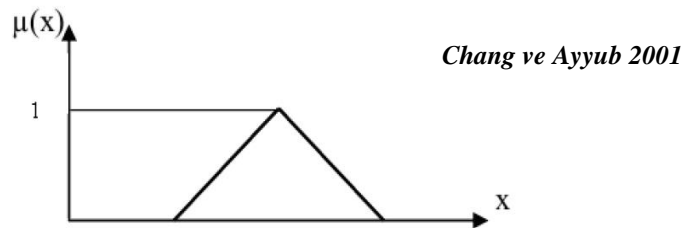
Eğer A herhangi küme, B ise bir bulanık küme olarak varsayarsak, A kümeye üyelik derecesi $[0,1]$ olan her x bulanık sayısının B kümeye üye olup olmama durumuna göre üye değilse 0, tam üye ise 1 ya da kısmen üye ise, örneğin üyelik derecesi $[0,1]$ arasındaki 0,3 ise, x 'in B bulanık kümeye üyelik değeri 0,3 olacaktır.

3.1.1 Bulanıklık ve Kesinlik

Kesinlik kavramı, bir nesne veya olay ile ilgili açıklama yaparken kalsik mantığın sınırlarını aşmadığından ötürü açıklama sonucunun kesin ve sabit olmasını beklemektedir.

Bir kavramı anlatan, bir amacı aktaran veya bir sistemi tanıtan ifadelerdeki belirsizliğe veya kesin olmama haline bulanıklık denir. İnsanların zihinsel düzeydeki algılama farklılıkları, onların subjektif davranışları, ifade ve amaçlarındaki belirsizlikler, bulanıklık kavramı ile açıklanabilir (Özkan; 2003).

Klasik kümeler ile bulanık kümeler aralarında üyelik dereceleri bakımından gözlemlenen farklılıkları grafikler aracılığıyla yorumlamak daha açıklayıcı ve anlaşılır olacaktır.



3.1 : Bulanık küme örneği.

**H-inanç düzeyi (0,1) aralarında değer alan, gözlemcinin bağımsız değişken katsayısına güvenini yansıtan sayıdır.*

3.1.2 Bulanıklık ve Rastgelelik Arasındaki Farklar

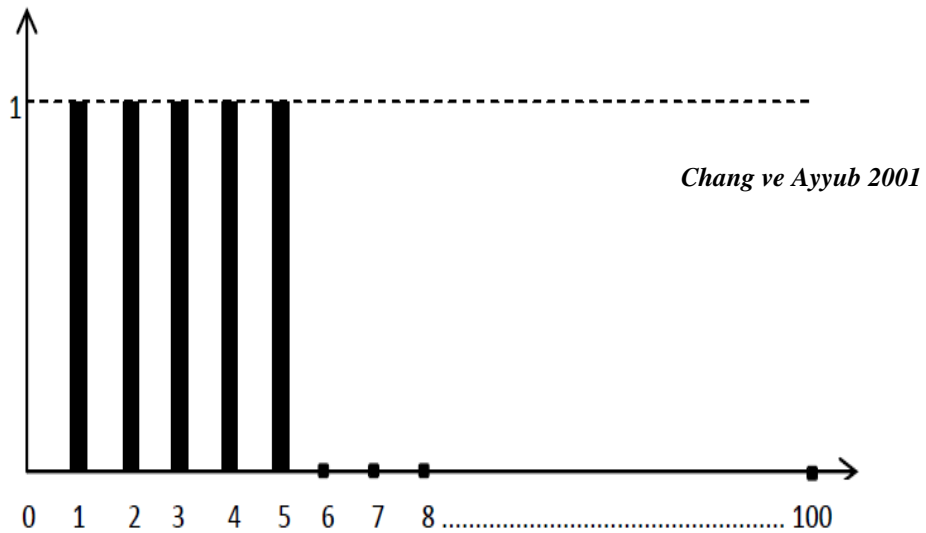
Belirsizliğin iki alt bileşeni olan bulanıklık ve rastgelelik kavramları temelden fark etmektedir. Bulanıklık bir durumun belirsizliğini açıklarken, rastgelelik ise durumun ortaya çıkmasındaki belirsizliği yorumlar.(Ross ve ark; 2002, 90).

Bulanıklık olayın ne oranda gerçekleştiğini ortaya koyarken, rastgelelik olayın kesin olarak olup olmadığını ifade eder. Elde edilen bilginin çoğalmasıyla, bulanıklığın açıklayıcı özelliği güçlenirken, tam aksine rastgelelik, bilgi erişiminin artmasıyla birlikte ortadan kalkar(Baykal & Beyan; 2004,310-311).

3.1.3 Bulanık Kümelerle Klasik Kümeler Arasındaki Farklar

Klasik kümede, tanımlanmış değişkenlerin aralarındaki belirli ilişkileri matematiksel yöntemle özetler ve yorumlar. (Smithson & Verkuilen; 2006, 4).

Daha önce açıklandığı üzere, klasik kümenin “üyelik sistemi” siyah-beyaz ikili üyelik sistemidir. Bir nesnenin belirli bir klasik kümeye üyelik durumu ya da üye değil olarak yorumlanır. Örneğin, çok sayıda zeytinyağı şişesi var. Bazı şişelerin ambalajı açılmamış, dolayısıyla şişe tam dolu; bazı şişeler yarım dolu ve bazı şişeler boş.



Şekil 3.2 : Klasik küme.

regresyon modellerinin çözüm yaklaşımlarının bu sınıflandırmaya göre sunulmasına özen gösterilmiştir.

3.2.1 Değişkenler Bulanık Olan BRM ve Çözüm Yaklaşımları

Verdegay Yaklaşımı

Bulanık veri kaynağı kullanarak geliştirilen ancak değişkenler aralarındaki bağlantının sabit olduğu modellerdir. Günlük hayatımızda model denkleminin sağ tarafını etkileyen bağımsız değişkenlerin bulanık olmaması durumuna çok sık rastlarız. Örneğin, bir dondurmanın içerdiği çikolata miktarı ve tadlandırıcı miktarı. Bu tarz model ilk olarak Verdegay(1984) tarafından yorumlanmıştır.

Werners Yaklaşımı

Werners'e göre bulanık kısıtlı doğrusal programlama değişkenlerinin bulanık olması, amaç fonksiyonunun da bulanık olmasını gerektirmektedir. Werners yaklaşımında amaç fonksiyonuna ilişkin üyelik fonksiyonu Orlovski'nin önerdiği bulanık karar kümesini aracılığıyla bulunur. Amaç fonksiyonunun en uygun değerleri, bulanık değişkenlerin oluşturduğu çözüm uzayının her α -kesim alt kümesi için belirlenmesi ve bulunan değerlerle eşit üyelik derecesi olan çözüm uzayının α -kesim kümesini bulanık karar kümesi olarak modele dahil etmesi Orlovski önergesinin temelidir.(Werners;1987,135).

3.2.2 Fonksiyon Bulanık Olan BRM ve Çözüm Yaklaşımları

Bazı doğrusal regresyon modelleme problemlerinde şöyle durumlarla karşı karşıya kalabiliyoruz; somut tarihsel verilere dayanarak tahmin etmeye çalıştığımız bağımlı değişkenin sonucunun sabit sayı olmasını beklerken, vaka ortamının karmaşıklığı, yani diğer deyişle bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler aralarındaki ilişkinin bulanık olmasından dolayı elde ettiğimiz sonuçların bulanık olabiliyor. Bu tarz vakalarda uygulanmak üzere aşağıdaki yaklaşım önerilebilir:

Verdegay Yaklaşımı

Bu tür problemlerin dualinin alınarak, bağımlı değişken bulanık olan doğrusal programlama modeline dönüştürülerek çözülebilmektedir. Verdegay alternatif çözüm olarak bağımlı değişkeni bulanık olan modelin dualinin alındığında bulanık katsayılı modeline dönüşeceğini tespit etmiştir.(Verdegay, 1984, s. 137).

4. UYGULAMA

Bu bölümde, İstanbul'da faaliyet gösteren bir medikal asistans firmasının gelecek dönemlere dönük talep tahmini ele alınmıştır. Bu noktada araştırmanın uygulama alanı, çalışmanın amacı ve hangi yaklaşımı nasıl kullanarak ele alınan talep tahmin problemine çözüm sunulduğu, model kurulurken hangi kısıtların dikkate alındığı ve verilerin nasıl elde edildiğine değinilmiştir. Ele alınan firmanın çok bilinmemiş bir sektörde yer alması sebebiyle çalışma konusu olan firma ve sektörün özelliği hakkında kısa ve öz bilgi verilmiştir. Bununla birlikte şirketin genel iş akışı ve operasyon şeması sunulmuştur.

Tahmin modeli oluşturulurken seçilen değişkenlerin seçilme nedeni açıklanmış ve son olarak da probleme dönük çözüm öneren klasik ve bulanık doğrusal programlama modeller kurulmuş ve çözüm sonuçları karşılaştırılmıştır.

4.1 Sektör ve Firma Hakkında Genel Bilgi

Çalışma konusu olan firmanın bulunduğu asistans sektörü Türkiye'de pek yaygın tanılmıyorsa da bireylerin günlük hayatı ve işletmelerin günlük çalışmalarının her alanında kendine yer bulmayı başarmıştır. Asistans, Türkçe karşılığıyla yardım hizmeti, üzerinde çok fazla bilimsel araştırma ve geliştirmeye yönelik bilimsel çalışma yapılmamış bir sektördür. Bu nedenle de farklı bireyler tarafından farklı tanım konulmuştur.

4.1.1 Asistans sektörü

Asistans, birey veya organizasyonların acil veya acil olmayan durumlarda üçüncü bir kurum tarafından sunulan, satın alınan maddi, manevi kayıplarını minimuma indiren hatta bazı kritik durumlarda can kaybını önleyen hizmet sektörünün bir branşıdır. İnsanlar genellikle yabancı bir ortamdayken bu çeşit hizmetlere daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Asistans sektörünün gelişimi, 1962 yılı Pierre Desnos tarafından Europe Assistance firmasının kuruluşuyla sektör oluşturma yolunda ilk adımını atmıştır. (ITIJ, 2012;8) Pierre Desnos'un şirket kurma amacı, çeşitli

nedenlerle yurtiçi ve yurtdışı seyahatlerine çıkan insanların acil durumlarda uygun fiyata kaliteli sağlık hizmeti ve tıbbi yardım alabilmelerini sağlamaktır.

4.1.2 Medikal asistans

Asistans hizmeti genel olarak medikal asistans (Medical Assistance), araç asistans (Vehicle Assistance) ve organizasyonel asistans (Organizational Assistance) olarak sınıflandırılabilir. Çalışmanın söz konusu firma senelerdir yabancı ve yerli firmalar ve bireyler için medikal asistans ve yol yardım hizmetleri sunmaktadır. Ancak bu çalışma işbu firmanın medikal hizmetleri branşını ele almıştır.

4.2 Uygulamada Kullanılan Veriler

Model kurma esnasında kullanılan veriler ilgili firmanın operasyon, kalite kontrol, network yönetimi bölümlerinin yetkilileriyle, son olarak da finanstan sorumlu genel müdür yardımcısı ve genel müdür ile yapılan görüşmeler neticesinde elde edilmiştir. Problemin çerçevesinin tespitinde ilgili operasyon şeması ve hizmet alanıyla ilgili bilgiler operasyondan sorumlu genel müdür yardımcısından elde edilmiştir. Aylık bazda dosya işlem hacmi ile ilgili bilgiler raporlama ve planlama bölümünden alınmıştır. Modelin bağımsız değişken kısmında kullanılan, dosya sayısını etkilediği düşünülen veriler ve kaynakları aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.1 : Kullanılan veriler.

Simge	Bağımsız Değişken	Veri Kaynağı
X1	Türkiye'ye Gelen Turist Sayısı	TÜİK
X2	Karayolu Kaza Sayısı	TÜİK
X3	Anlaşmalı Hastane Sayısı	Şirket Veritabanı
X4	Yabancılara Verilen Çalışma İzni Sayısı	TÜİK
X5	Türkiye Genelindeki Ortalama Sıcaklık	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Y	İşleme Alınan Dosya Sayısı	Şirket Veritabanı

Türkiye'ye Gelen Turist Sayısı

Sektör ve şirket tanıtımı kısmında bahsedildiği gibi, asistans hizmeti yoğunlukla yabancılara yönelik verilen hizmettir. Dolayısıyla mevzu bayisi firma mevcut sezgisel yaklaşımlı talep tahmin sürecinde gelecek sene Türkiye'ye gelmesi beklenen turist sayısına ağırlık vermektedir.

Karayolu Kaza Sayısı

Avrupa araç kulüplerinin üyesi olan bazı turistler Türkiye'ye kendi araçlarıyla gelmeyi tercih etmektedir. Özellikle Alman vatandaşı Türklerin bayram ve tatil vesilesiyle memleket ziyaretinde bulunduğu zaman dilimlerinde şirketin kazadan kaynaklanan tedavi isteği doğrultusundaki dosya sayısının artış sağladığı yönetimce gözlemlenmiştir.

Anlaşmalı Hastane Sayısı

Medikal asistans firmasının Türkiye genelindeki sağlık hizmeti tedarik ağının genişliği, Türkiye'nin dört bir yanını gezmek için gelen yabancı turistlerin, şirketin acil durum yardım reaksiyonu ve kapasitesini düşünerek hizmet sunucu seçimindeki ana kriterlerinden biri olmuştur.

Yabancılara Verilen Çalışma İzni Sayısı

Şirket gezi amaçlı gelen yabancı turistlere hizmet vermekle sınırlı kalmadan, Türkiye'de çalışan yabancılara rutin check-up, ambulans, acil durum yabancı doktor danışmanlığı gibi birçok hizmetleri sunmaktadır.

Türkiye Genelinde Ortalama Sıcaklık

Yaz dönemlerinde hava sıcaklığının tatil ve geziye uygun olması, Türkiye'ye gelen yabancı sayısının yaz döneminde belirgin bir çapta artmasını kısmen açıklamakla birlikte, aşırı sıcaklık bazı kronik hastalıkları tetiklemekte ve acil durum vakalarının çoklaşmasına neden olmaktadır.

İşleme Alınan Dosya Sayısı

Talep tahmini modelinin çıktısı olarak bu medikal asistans firmasında işleme alınan dosya sayısı kullanılmıştır. Medikal asistans firmasının sunduğu asistans hizmetleri dosya başı olarak ücretlendirildiğinden, dosya sayısı başka bir bakış açısından şirketin kazancını temsil edebilmektedir.

Modelin kurulumunda yukarıda sıralanan etkenler bağımsız değişken (Explanatory Variables) olarak, dosya sayısı bağımsız değişken (Response Variable) olarak alınmış ve Ocak.2009'dan Aralık.2012'ye kadar veriler aylık bazda veri seti oluşturularak toplam 48 set veri kullanılmıştır. Modelin beklentisi olarak “Belirlenen beş etken ile tahmin yaptığımızda, gelecek dönemlerdeki dosya beklentimin aşağı yukarı ne kadar olacak?” olarak kabul edilmiştir. Veri Seti tez sonundaki EK D’de verilmiştir.

4.3 Bulanık Doğrusal Regresyon ve Klasik Doğrusal Regresyon Modellerinin Kurulması

Bu çalışma firmanın senelerdir benimsediği kalitatif talep tahmin yaklaşımından arınarak, dış etkenler ağırlıklı bulanık doğrusal regresyon modelleri kurarak, devlet kurumlarının bu etkenlere yönelik beklentilerine dayanarak şirketin “aşağı yukarı” işleyeceği dosya sayısını en doğru ve gerçekçi şekilde tahmin etmeye çalışmaktadır.

4.3.1 Problem Tanımı

Söz konusu medikal asistans firması yıllardır sunduğu hizmetlerin talep tahmininde genelde sezgisel yöntemlerden uzman grup görüş tekniğini uygulamakta ve gerçekleşen dosya işlem sayısı ile yıllık bütçe toplantısında ortaya konulan beklentiler arasında %50’e varan sapmalar gözlemlenmiştir. Bu da operasyondaki karmaşıklık, acil insan kaynağı takviyesi ve bütçe planlamasındaki tutarsızlıklara yol açmaktadır. Yönetime doğrusal programlama yaklaşımıyla kurulan matematiksel model uygulanması önerildiğinde, yönetim çalışmaya olumlu bakmış ancak etkenler ile beklenen tahmin sonucu arasındaki ilişkilerin sabit olmadığını dile getirmiştir.

Dolayısıyla şirketin dosya talep tahmini için geliştirilecek modelde belirsizlik durumlarında başarılı olduğu kanıtlanan bulanık doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır.

4.3.2 Bulanık Doğrusal Regresyon Modeli

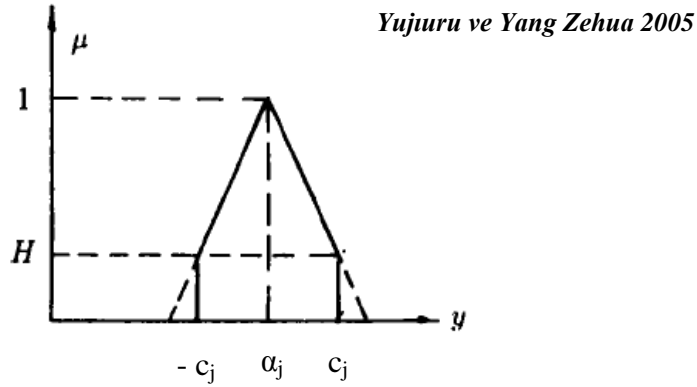
Yukarıdaki problemi Tanaka'nın bulanık doğrusal regresyon fonksiyon metoduyla yazarsak:

$$Y=A_1X_1+A_2X_2+A_3X_3+A_4X_4+A_5X_5$$

Fonskiyondaki regresyon katsayısı A_j üçgen bulanık sayıdır TFNs(Triangular Fuzzy Numbers) ve $A_j(\alpha_j, c_j) \geq 0$, ($j=1,2,3,4,5$) (Yu Jiuru ve Yang Zehua, 1995)

Karar Değişkenleri

Modeli bulanık yapan ifade girdi ve çıktı aralarındaki ilişkinin belirli H-inanç düzeyinde, yani başka bir deyişle bu aralıkların orta değerleri civarında olmasıdır. Herhangi bir kısıtın sağ taraf sabitinin “ Y_i civarında” olarak ifade ediliyor olması ve Y_i 'den uzaklığı ifade eden H-inanç düzeyi değerlerinin eşit olması hali bulanıklık içeren bir ifade olup simetrik bir üçgen üyelik fonksiyonu ile temsil edilebilir.



Şekil 4.1 : Üçgen üyelik fonksiyonu.

α_j : j 'inci bağımsız değişkenin katsayısının ortalama değeri.

c_j : j 'inci bağımsız değişkenin en büyük tolerans değeri.

Eksi tolerans maksimum değerinden($\alpha_i - c_i$) artı tolerans maksimum değerlerine($\alpha_i + c_i$) doğru önce artan ve sonra azalan iki doğrusal fonksiyonların birleşimi söz konusudur.

Üyelik Fonksiyonu

Bu durumda üyelik fonksiyonu (Membership Function) şu şekilde olacaktır:

$$\mu_y(y_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|y_i - \sum_j \alpha_j x_{ji}|}{\sum_j c_j |x_{ji}|}, & \sum_j \alpha_j x_{ji} - \sum_j c_j |x_{ji}| \leq y \leq \sum_j \alpha_j x_{ji} + \sum_j c_j |x_{ji}| \\ 0, & \text{Diğer} \end{cases}$$

Veri Seti $i = 0, 1, 2, \dots, n$; Bağımsız Değişken $j = 0, 1, 2, \dots, k$

Yönetimin beyan ettiği gibi fonksiyonun bulanıklığı söz konusu olduğundan, talep tahin modelinin amacı, belli bir H-inanç düzeyinde olabildiğince dar bir aralıkta sonuca varmaktır.

Tanaka'nın bulanık doğrusal regresyon modelinin, çok değişkenli klasik regresyon modeline göre daha dar bir interval tahmin edebileceği kanıtlanmıştır. (Kandala ve Prajneshu, 2002)

Amaç Fonksiyonu

Tanaka bulanık doğrusal regresyon modelinin ilk koşulu, amaç fonksiyonun H-inanç düzeyinde bağımsız değişkenlerin katsayısını olabildiğince sabit tutmasıdır.

Dolayısıyla bu çalışmadaki amaç fonksiyon aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\text{Min } Z = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

Kısıtlar

Tanaka bulanık doğrusal regresyon yaklaşımının ikinci koşulu ise, geliştirilen modelin H-inanç düzeyinde, gözlemlenen Y_i değerlerinin tümünü dahil etmesidir.

$$\begin{aligned} \text{s.t } \sum_j \alpha_j x_{ji} - (1 - H) \sum_j c_j |x_{ji}| &\leq y_i \\ \sum_j \alpha_j x_{ji} + (1 - H) \sum_j c_j |x_{ji}| &\geq y_i, i = 1, 2, \dots, 8 \end{aligned}$$

Genelde $H=0,5$ seviyesinden yüksek üyelik katsayısı tatmin edici sonuçlar verir. (Yu Jiuru ve Yang Zehua, 1995). Bu varsayım ile elimizdeki 48 set veriyi kurduğumuz medikal asistans firmasının dosya sayısı talep tahmin bulanık regresyon modeline yerleştirecek olursak, modelin kısıtları EK A'daki gibi yazılabilir:

Üçgen üyelik fonksiyonundaki C_j lerin negatif olmama şartı:

$$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 \geq 0$$

Yorumlama metodu

Model çıktılarını yorumlarken aşağıdaki metodlardan faydalanabilir. (Yu Jiuru ve Yang Zehua, 1995)

Üyelik derecesi

$H \geq 0,5$ olması, modelin iyi bir sonuç verdiği göstergesidir.

Gözlem değeriyle model orta nokta değeri arasındaki sapma

$$\Omega_1 = |y_i - \sum_j \alpha_j x_{ji}| / y_i$$

Bulanıklığın gözlem değerine oranı

$$\Omega_2 = \sum c_j |x_{ji}| / y_i$$

Lindo 6.1 programında yazılan modelin detayı EK B'dedir. Çözülen bulanık doğrusal regresyon modelinin sonucu ise bir sonraki paragrafta açıklanmıştır.

4.3.3 Klasik Doğrusal Regresyon Modeli

Klasik yaklaşımla doğrusal regresyon modeli fonksiyonu şöyle yazılabilir:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + \epsilon$$

Amaç Fonksiyon

$$\text{Min } \epsilon^2$$

Klasik doğrusal regresyon problemi günümüzde çok fazla uygulanmaktadır. Bu çalışmada beş bağımsız değişken, bir de bağımlı değişkenden oluşan matematiksel model söz konusudur. Excel ile çözülen klasik doğrusal regresyon modelinin sonucu bir sonraki paragrafta açıklanmıştır.

4.4 Klasik Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlama Modellerinin Çözümleri

Geliştirdiğimiz modeller için amaç fonksiyonu, kısıtlar ve yorumlama metodlarını belirledikten sonra, modeller operasyon kolaylıkları göz önünde bulundurularak Lindo ve Excel'de çalıştırılmıştır. Veri seti giriş konusunda daha avantajlı olan Excel'de klasik doğrusal regresyon model, daha detaylı sonuç veren Lindo'da ise bulanık doğrusal regresyon modeli çalıştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

4.4.1 Klasik doğrusal programlama modelinin çözümü

Hepimizin çok yakından tanıdığı ve yaygın olarak kullandığı klasik çok değişkenli doğrusal programlama probleminin çözümü genellikle Excel kullanılarak elde edilebilir. Excel programının Lindo yazılımına görece avantajlarından birisi de veri girişinin kolay olması ve bu nedenle manuel giriş esnasında ortaya çıkabilen hata opeasyonun etkili çapta önleyerek zamanı çok daha verimli kullanmamızı sağlamasıdır. Yukarıda klasik modeli kurulan dosya sayısı tahmininin çok değişkenli doğrusal regresyon modelinin çözümü aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.2 : Klasik doğrusal regresyon model Excel çözümü.

ÖZET ÇIKIŞI								
<i>Regresyon İstatistikleri</i>								
Çoklu R	0,903939937							
R Kare	0,81710741							
Ayarlı R Kare	0,795334482							
Standart Hata	364,1987303							
Gözlem	48							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>			
Regresyon	5	24889099,44	4977819,888	37,52859657	1,89861E-14			
Fark	42	5570910,038	132640,7152					
Toplam	47	30460009,48						
	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	323,9746016	634,6470095	0,510479994	0,612387915	-956,794916	1604,744119	-956,794916	1604,744119
X1	0,000606066	0,000159119	3,808877638	0,00044866	0,00028495	0,000927182	0,00028495	0,000927182
X2	0,026413439	0,009575138	2,758543861	0,008561975	0,007090028	0,04573685	0,007090028	0,04573685
X3	-6,884921489	2,843639001	-2,421165797	0,019870787	-12,62361733	-1,146225651	-12,62361733	-1,146225651
X4	0,223707742	0,124200047	1,801188869	0,078855641	-0,0269381	0,474353585	-0,0269381	0,474353585
X5	-66,43463053	27,73035961	-2,395736351	0,021120398	-122,3967619	-10,47249919	-122,3967619	-10,47249919

Klasik regresyon modellerinde R kare değeri tek değişkenli regresyonda daha önemliken, çoklu regresyon analizinde Ayarlı R kare daha fazla önem taşımaktadır. 0,7953 değerindeki Ayarlı R Kare, modelde kullandığımız 5 bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni yüksek bir yüzdeyle açıkladığının kanıtıdır. Tüm bağımsız değişkenlerin P değerlerinin 0,5'ten çok daha küçük olması, bu modelin son derece anlamlı olduğunu göstermektedir. Tablodaki verilerle fonksiyonu yazarsak:

$$Y=323+0,0006X_1-0,0264X_2-6,8849X_3-0,2237X_4-66,4346X_5$$

4.4.2 Bulanık doğrusal programlama medelinin çözümü

Uygulamaya konu olan, değişkenlerin farklı seviyede olduğu durumlarda, talep tahmini problemine ait $H=0,5$ inanç düzeyinde bulanık regresyon modeli, Tanaka yaklaşımıyla doğrusal programlama probleminine dönüştürülmüştür. Çok değişkenli doğrusal programlama (LP) problemleri SAS, LP88 gibi yazılıp paketleriyle çözülebilmektedir. Doğrusal problemleri Misrosoft Excel paketiyle manuel olarak da çözülebilmektedir.(Prajneshu,2010). Bu çalışmada Lindo 6.1 paket programı ile 48 set tarihsel veriyi kullanarak $H=0,5$ inanç düzeyinde yapılan testin sonucu aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Lindo programı çözüm çıktısı EK C'de bulunmaktadır.

Çizelge 4.3 : Bulanık doğrusal regresyon model Lindo çözümü.

j	1	2	3	4	5
α_j	0.000328	0.000000	0.000000	0.000000	5.195927
c_j	0.000613	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Klasik regresyonda olduğu gibi, katsayı α nın sıfır olması, X_j ile Y arasında regresyon ilişkisi olmadığı anlamına gelmektedir. C_j değeri ise, bulanık katsayının, ortalama değer α_j den $H=0,5$ inanç düzeyinde maksimum ne kadar uzaklaşabileceğini açıklar.

Test sonucunda gördüğümüz üzere X_2 , X_3 , X_4 değişkenlerinin bulanık katsayısını α değeri sıfırdır ve bu nedenle kurduğumuz bulanık doğrusal regresyon modelimizde anlam ifade etmemektedir. Başka deyişle, turist sayısı ve hava sıcaklığı dosya sayısını yansıtabilirken, kaza sayısı, network'ta bulunan hastane sayısı ve çalışma izni alan yabancı sayısı hiçbir şekilde modelimizi etkilememektedir. Bu değişkenleri modelden ihraç ettikten sonraki yeni fonksiyon:

$$Y=A_1X_1 +A_5X_5$$

Bu fonksiyonda etkin değişkenler A_1 (0.000328, 0.000613) ; A_5 (5.195927,0)

5. SONUÇ

Talep tahmininde çeşitli yaklaşımların sıklıkla kullanılmasına rağmen, asistans sektörü gibi bazı sektör ve çalışma alanlarında uygulamaya geçilen yöntemlerin bazen sıkıntılı sonuçlara yol açtığı bu çalışmanın konusu olan medikal asistans firması ve benzeri kurumlarda gözlemlenmektedir.

İnsanların talep tahmininde bulanık yaklaşımını tercih etmesinin ana sebeplerinden biri de bulanık modellerin klasik modellere göre gerçeği daha iyi yansıtabilmesidir. Özellikle basit ve kullanımı pratik olmasıyla oldukça popüler olan doğrusal regresyon modellerine bulanık küme kavramının integre edilerek, kısıtlı geçmiş verilere dayanarak, belirsizlik içeren basit modellerle talep tahmin problemlerine çözüm bulabilme olasılığı sağlamaktadır. Takana (1982) yaptığı çalışmada bulanık girdi, bulanık çıktı ve bulanık fonksiyon içeren doğrusal regresyon model yaklaşımıyla, daha gerçekçi tahminlerin yapılması ve sağlıklı stratejik kararların alınması için önemli bir adım atmıştır.

Bu çalışmada, medikal asistans firmalarında belirsizlik içeren işlem görmesi beklenen dosya sayısının talep tahmini vakalarında yetersiz kalan sezgisel yaklaşımların yerine, gerçekleri daha iyi yansıtan bulanık doğrusal regresyon yöntemine başvurulmuştur. Bulanık doğrusal regresyon modeli aracılığıyla istediğimiz sonuca varıp varamadığımızı tespit edebilmemiz için aynı veri seti kullanılarak daha önce sıkça başvuru alan doğrusal regresyon yaklaşımıyla da bir model kurulmuş ve bulanık doğrusal regresyon modeliyle karşılaştırılmıştır. Başka bir deyişle, ikili siyah-beyaz mantığının yerine bulanık terosisini analize dahil ederek tıp, tekstil, beyaz eşya, otomotiv gibi bir çok sektörde çok daha yoğun beğeni toplayan bulanık regresyon yöntemi bir medikal asistans firmasında denenerek, bulanık yaklaşımının bu şirketin talep tahmin sürecindeki verimliliği tartışılmıştır.

Kurulan bulanık doğrusal regresyon modelinin uygunluğu tartışıldıktan sonra model kurulumunda kullanılan geçmiş verilerin model yapısında oluşturduğu olan etkisi model sonuçlardan gözlemlenmiştir.

5.1 Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bir önceki bölümde yapılan bulanık doğrusal regresyon testinin sonucuna gelirse, modeli oluşturan iki değişken ve ilgili değerlendirme kriterleri aşağıdaki tablodadır.

Çizelge 5.1: Bulanık doğrusal regresyon model değerlendirme tablosu.

Turist Sayısı	Sıcaklık	Ay	Gözlenen Yı	Merkez Değer Σc_x	Spread Σc_x	Interval	H	Ω_1	Ω_2	High	Low
981611	2	1	234	334	602	[-268,936]	0,83	0,43	2,57	936	-268
997571	2	2	243	336	612	[-275,948]	0,85	0,38	2,52	948	-275
1460563	5	3	344	505	895	[-390,1400]	0,82	0,47	2,60	1400	-390
2168715	14	4	612	786	1329	[-544,2115]	0,87	0,28	2,17	2115	-544
3232926	18	5	1486	1151	1982	[-830,3133]	0,83	0,23	1,33	3133	-830
3882592	23	6	1773	1393	2380	[-987,3773]	0,84	0,21	1,34	3773	-987
4571389	27	7	2518	1639	2802	[-1164,4441]	0,69	0,35	1,11	4441	-1164
4470202	25	8	2357	1596	2740	[-1144,4336]	0,72	0,32	1,16	4336	-1144
3991415	22	9	1699	1425	2447	[-1022,3872]	0,89	0,16	1,44	3872	-1022
3050981	18	10	1493	1094	1870	[-776,2964]	0,79	0,27	1,25	2964	-776
1631647	13	11	486	603	1000	[-397,1603]	0,88	0,24	2,06	1603	-397
1343220	6	12	229	472	823	[-352,1295]	0,71	1,06	3,60	1295	-352
975723	2	13	293	332	598	[-266,930]	0,93	0,13	2,04	930	-266
1079505	2	14	367	363	662	[-299,1025]	0,99	0,01	1,80	1025	-299
1617782	5	15	383	557	992	[-435,1548]	0,82	0,45	2,59	1548	-435
2290722	14	16	688	826	1404	[-579,2230]	0,90	0,20	2,04	2230	-579
3283125	18	17	1540	1168	2013	[-845,3180]	0,82	0,24	1,31	3180	-845
3780637	23	18	1691	1360	2318	[-958,3677]	0,86	0,20	1,37	3677	-958
4597475	27	19	2553	1647	2818	[-1171,4465]	0,68	0,35	1,10	4465	-1171
4076783	25	20	2517	1467	2499	[-1032,3966]	0,58	0,42	0,99	3966	-1032
3923546	22	21	1851	1403	2405	[-1002,3808]	0,81	0,24	1,30	3808	-1002
3039754	18	22	1676	1091	1863	[-773,2954]	0,69	0,35	1,11	2954	-773
1596295	13	23	570	591	979	[-387,1570]	0,98	0,04	1,72	1570	-387
1194729	6	24	392	423	732	[-309,1155]	0,96	0,08	1,87	1155	-309
809974	2	25	186	278	497	[-219,774]	0,82	0,49	2,67	774	-219
953848	2	26	40	322	585	[-263,906]	0,52	7,04	14,62	906	-263
1414616	5	27	57	490	867	[-377,1357]	0,50	7,60	15,21	1357	-377
1744628	14	28	111	647	1069	[-423,1716]	0,50	4,82	9,63	1716	-423
3148337	18	29	310	1124	1930	[-806,3054]	0,58	2,62	6,23	3054	-806
3500024	23	30	566	1268	2146	[-878,3413]	0,67	1,24	3,79	3413	-878
4358275	27	31	1066	1569	2672	[-1103,4240]	0,81	0,47	2,51	4240	-1103
3719180	25	32	1208	1350	2280	[-930,3630]	0,94	0,12	1,89	3630	-930
3486319	22	33	715	1259	2137	[-878,3396]	0,75	0,76	2,99	3396	-878
2840095	18	34	543	1025	1741	[-716,2766]	0,72	0,89	3,21	2766	-716
1491005	13	35	136	557	914	[-357,1471]	0,54	3,09	6,72	1471	-357
1165903	6	36	71	414	715	[-301,1128]	0,52	4,83	10,07	1128	-301
751817	2	37	195	259	461	[-202,719]	0,86	0,33	2,36	719	-202
898927	2	38	169	304	551	[-247,855]	0,76	0,80	3,26	855	-247
1207729	5	39	275	422	740	[-318,1162]	0,80	0,53	2,69	1162	-318
1750281	14	40	408	648	1073	[-425,1721]	0,78	0,59	2,63	1721	-425
2718788	18	41	1070	983	1667	[-684,2649]	0,95	0,08	1,56	2649	-684
3263089	23	42	1558	1190	2000	[-810,3190]	0,82	0,24	1,28	3190	-810
4343025	27	43	2311	1564	2662	[-1099,4226]	0,72	0,32	1,15	4226	-1099
3760372	25	44	2518	1363	2305	[-942,3668]	0,50	0,46	0,92	3668	-942
3136010	22	45	1548	1144	1922	[-778,3067]	0,79	0,26	1,24	3067	-778
2617193	18	46	1291	952	1604	[-652,2556]	0,79	0,26	1,24	2556	-652
1403740	13	47	404	528	860	[-333,1388]	0,86	0,31	2,13	1388	-333
1226143	6	48	244	433	752	[-318,1185]	0,75	0,78	3,08	1185	-318

Bu tablodaki değerlere dayanarak řu yorumları yapmak mümkündür:

- 1) Gözlemlenen dosya sayısı tamamıyla interval değeri içinde yer almaktadır.
- 2) Katsayı α değerlerine Türkiye'ye gelen turist sayısı dosya sayısını ciddi şekilde etkilerken, Türkiye genelindeki hava sıcaklığı az olsa da modelde katkıda bulunmaktadır.
- 3) 48 set verinin hepsinde H değeri 0,5 seviyesinin üstündedir. Bu iyi bir üyelik göstergesidir.
- 4) Ω_1 değerlerinin çoğu 0,3 seviyesinin altındadır. Bu model çıktısıyla gerçek gözlemin arasında %30'dan daha az sapma olduğunu ifade eder.
- 5) Ω_2 bulanıklık oranının göstergesidir ve yüksek seviyededir. Bu da tolerans alanının çok geniş olduğunu göstermektedir.

Klasik doğrusal programlama sonucuna gelirse:

Çizelge 5.2: Klasik doğrusal regresyon model çıktısı.

Ay	Y	Y'	Δ
1	234	199	35
2	243	59	184
3	344	358	14
4	612	784	172
5	1486	1448	38
6	1773	2081	308
7	2518	2064	454
8	2357	2311	46
9	1699	1824	125
10	1493	1315	178
11	486	184	302
12	229	453	224
13	293	126	167
14	367	67	300
15	383	451	68
16	688	748	60
17	1540	1404	136
18	1691	1888	197
19	2553	2043	510
20	2517	2011	506
21	1851	1856	5

22	1676	1339	337
23	570	270	300
24	392	462	70
25	186	36	150
26	40	-70	110
27	57	162	105
28	111	312	201
29	310	1146	836
30	566	1491	925
31	1066	1691	625
32	1208	1534	326
33	715	1419	704
34	543	959	416
35	136	65	71
36	71	442	371
37	195	120	75
38	169	56	113
39	275	372	97
40	408	404	4
41	1070	970	100
42	1558	1466	92
43	2311	1751	560
44	2518	1782	736
45	1548	1348	200
46	1291	1030	261
47	404	200	204
48	244	564	320

Y: Gözlemlenen dosya sayısı

Y': Klasik regresyon modeliyle elde edilen dosya rakamları

Δ : Gözlem değeriyle model çıktısı arasındaki sapma

Klasik regresyon model değerleriyle gözlemlenen değerler arasında çok fazla sapma olmadığını görmek mümkün. Ancak çalışmanın başlangıcında bahsedildiği gibi, gerçek hayat koşullarında sabit bir sayıyı hedeflemek, esnek bir kümede tahminde bulunmaktan daha fazla risk taşımaktadır. Özellikle merkez değerler ile esneklik payının bilinmediği durumlarda somut bir rakam üzerinden yorum yapmak ve şirketin stratejik yönüyle ilgili kritik kararları vermek kısa dönemde medikat assistans firmasının operasyon sürecini, uzun sürede ise şirketin gelir düzeyini ve hatta şirket değerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

5.2 Modellerin Talep Tahmininde Karşılaştırılması

Bulanık yöntemle geliştirilen doğrusal model, gerçeği yansıtmak, az veriyle tahminleme imkânı sağlamak gibi birçok avantaja sahipken, geleneksel doğrusal programlama yaklaşımı çevre ve faktörler arasında bulanık etkileşimi göz ardı ederek somut bir sonuç vermekle yetinmektedir. Örneğin, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, TÜİK ve firmadan alınan 2014 yılına ait iki set tahmini veriler aşağıda:

Çizelge 5.3 : 2014 yılına ait tahmin girdileri.

	Turist Sayısı	Kaza Sayısı	Anlaşmalı Hastane	Yabancı Çalışma İzni	Ortalama Sıcaklık
Şubat.2014	1.200.000	50.000	510	2800	5
Temmuz.2014	5.200.000	85.000	522	3000	29

Bu verileri yukarıda kurduğumuz klasik doğrusal regresyon modeli ve bulanık doğrusal regresyon modelinde ayrı ayrı çalıştırsak, bu Şubat.2014 ve Temmuz.2014 dönemlerinde şirketin beklediği işlem görecektir dosya sayıları aşağıdaki tablodaki gibi olacaktır.

Çizelge 5.4 : Bulanık ve klasik model çıktıları.

Kullanılan Model	Şubat.2014	Temmuz.2014
Bulanık Doğrusal Regresyon	(-316, 1155)	(-1331, 5043)
Klasik Doğrusal Regresyon	-845	871

Firmanın gerçek operasyon sürecinde, işlem görecektir dosya sayısının negatif değer alamayacağını göz önünde bulundurursak, çıktı tablosunun son hali aşağıdaki gibi olacaktır.

Çizelge 5.5 : Gerçek bulanık ve klasik model çıktıları.

Kullanılan Model	Şubat.2014	Temmuz.2014
Bulanık Doğrusal Regresyon	(0, 1155)	(0, 5043)
Klasik Doğrusal Regresyon	0	871

6. ÖNERİLER

Asistans sektörünün Türkiye’de hızla büyümesi, çalışma konusu şirket ve benzeri işletmelere daha büyük pazar payı elde etme fırsatı sunmakla aynı anda talep tahminlerine dayalı uzun dönemlik strateji ve yatırım planlamalarında daha hassas davranmaları gereken bir iş ortamı sunuyor. Piyasadaki belirsizlik (örneğin, 2011 yılı Türkiye’deki hemen hemen bütün asistans firmalarının dış faktörlerden dolayı hedefe ulaşamaması), yöneticilerin talep tahmini yaparken uzman görüşlerinin yanı sıra daha somut ve güvenilir olan bulanık tahmin yöntemlerine başvurmalarını gerektirir.

Bu Çalışmada kurulan bulanık doğrusal modellerin sonucundan görüldüğü gibi, modelin başarıyla çalışmasına rağmen, önerilen tahmini veri aralığı oldukça geniş. Bu boşluğu kapatmak adına, daha yüksek üyelik derecesiyle, daha etkin girdi değişkenleri içeren testler yapılabilir. Kullanılan etkisiz faktörlerin modelden çıkartılıp başka etkenlerin, örneğin çağrı merkezinin çağrı karşılama oranı, Türkiye’de tedavi gören yabancı hasta sayısı, Türkiye’de bulunan yabancı sigorta poliçesi sahibi kişilerin sayısı gibi faktörlerin de modele dâhil edilebileceği düşünülmüş, ancak yeterli veri kaynağı bulunamadığından ve gizlilik politikasından ötürü göz ardı edilmiştir. Bu etkenlerin modele dahil edilmesi daha sağlıklı tahmin sonuçlarına ulaşılmasını sağlayabilir.

Bu bulanık talep tahmin modeli, medikal asistans firmasındaki dosya sayısı (iş hacmi) nı etkileyen daha fazla dış faktörleri barındıran yeni çalışmaların yapılmasıyla daha güvenilir ve etkin hale getirilebilir. Bunun için de sektör analizinin etraflıca yapılması, medikal asistans sektörüne özel çalışmaların yürütülmesi ve istatistiksel verilerin kayda geçilerek ilerideki dönemlerde yapılacak talep tahmin çalışmaları için zemin hazırlamasının yararlı olacağı aşikârdır. Modelin çıktısı olarak medikal dosya sayısının yanı sıra, çağrı merkezinde ihtiyaç duyulan eleman sayısı ve şirketin yıllık cirosu da ele alınırsa, işletme üst düzey yöneticilerinin karar verme sürecine olumlu etki yaratabilir.

KAYNAKLAR

- A. İhsan Özdemir, Gökhan Seçme** (2009). Tekirdağ Zinciri Ağ Tasarımına Bulanık Ulaştırma Modeli Yaklaşımı, Erciyes Üniversitesi.
- Ali Özdemir, Aslı Özdemir** (2007). Talep Tahminlemede Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Seramik Ürün Grubu Firma Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Amrender Kumar** (2003). Fuzzy Linear Regression, I.A.S.R.I Library.
- Arnold F.Shapiro** (2005). Fuzzy Regression Models, Penn State University.
- Bagchi K., Mukhopadhyay S.** (2006) Predicting Global Internet Growth Using Augmented Diffusion, Fuzzy Regression and Neural Network Models, International Journal of Information Technology & Decision Making ,Cilt 5, Sayı 1, sayfa 155-171.
- Basar Oztaysi1 ve Eda Bolturk** (2013).Fuzzy Methods for Demand Forecasting in Supply Chain Management, Istanbul Technical University , Istanbul Commerce University.
- Bayezid Gülcan** (2012). Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Bisküvi İşletmesinde Optimum Ürün Formülü Oluşturma
- Baykal, N., Beyan T.,** (2004). Bulanık Mantık İlke ve Temelleri
- Başer F.,** (2007). Aktüeryal Modellemede Melez Bulanık Regresyon Analizi, Ankara Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara,
- Boris Izyumov, Eleonora Kalinina, Michael Wagenknecht** (2003). Software Tools for Regression Analysis of Fuzzy Data, Russian State University of Oil and Gas.
- Box, G. E. P. ve Jenkins, J. M.** (1976). Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco, CA.
- Cafer Ağırdağ** (1996). Hizmet Sektöründe Talep Tahmini: Box-Jenkins Modelleme Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Chang, Y.O., Ayyub B.M.** (2001) Fuzzy Regression Methods – a comparative assessment, Fuzzy Sets and Systems, sayı 119, sayfa 187-203.
- Chen, C. T.** (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. Fuzzy Sets and Systems , sayfa 114, 3.
- Çelik, S.H.** (2000). Bulanık Rastgele Doğrusal Programlama, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelikyılmaz, A.** (2008). Modeling Uncertainty with Evolutionary Improved Fuzzy Functions, University of Toronto, Canada.
- Dr. Jann-Huei Jinn** (2006).A Study of Fuzzy Linear Regression, Grand Valley State University.

- Gizem Özder** (2009). Fuzzy Classification Models Based on Takana's Fuzzy Linear Regression Approach and Nonparametric Improved Fuzzy Classified Fuzzy Classifier Functions, ODTÜ.
- Hansen, B. K.** (1996). Fuzzy Logic and Linear Programming Find Optimal Solutions for Meteorological Problems, Technical University of Nova Scotia.
- Henrik Höglund** (2013). Fuzzy linear regression-based detection of earnings management, Hanken School of Economics.
- Hung T. Nguyen, Berlin Wu** (2006). Fundamentals of Statistics with Fuzzy Data, New Mexico State University.
- H. Serdar Kaya** (2010). Bulanık Regresyon ve Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Ishibuchi, H.** (1992). Fuzzy regression analysis. Fuzzy Theory and Systems, 4, 137-148.
- James J. Buckley** (2006). Fuzzy Probability and Statistics, University of Alabama at Birmingham.
- Kao C., Chyu C.** (2002) A Fuzzy Linear Regression Model With Better Explanatory Power, Fuzzy Sets and Systems, say 126, sayfa 401-409.
- Kaplanoğlu D., Özok A.F.** (2006) Akademik performans değerlendirmesi için bir bulanık model", İTÜ Dergisi, cilt 5, sayı 1, kısım 2.
- Liang-Hsuan Chen, Chan-Ching Hsueh, Chia-Jung Chang** (2013). A Two-Stage Approach for Formulating Fuzzy Regression Models, National Cheng Kung University, Taiwan.
- PAMPEL, F. C.** (2000) Logistic Regression A Primer, Sage Publications.
- Prajneshu** (2009). Fuzzy Regression Methodology, I.A.S.R.I Library.
- Şemsettin Dursun** (2012). Bulanık Mantık Paradigması Üzerine, Batman Üniversitesi.
- Şen, Z.,** (2001) Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilgi Yayıncılık.
- Tanaka H., Uejima, S. ve Asai K.** (1982) Linear Regression Analysis with Fuzzy Model, IEEE Trans. Sys. Man and Cyber, sayfa 903-907.
- Uludağ N.,** (2005) Ulaştırma Ağlarında Rota Seçim Probleminin Bulanık Mantık İle Modellenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Valorie A. C., Leigh T., Jeremy S., Rory J., Paul K.** (2011) Promoting Medical Tourism to India: Messages, Images, and The Marketing of International Patient Travel, Social Science & Medicine, sayfa 726-732.
- Wang, H.F., Tsaor, R.C.** (2000). Insight of A Fuzzy Regression Model. Fuzzy Sets and Systems, 112(3), sayfa 355-369.
- Verdegay, J. L.** (1984). A Dual Approach to Solve the Fuzzy Linear Programming Problem. Fuzzy Sets and Systems ,sayı 14 ,sayfa 131-141.
- Yu Jiuru, Yang Zehua** (1995). A Fuzzy Linear Regerssion Model and Its Application, Tianjin University

Zadeh L.A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, sayı 8, sayfa 338-353, University of California.

Zekai Şen (2011). Bulanık Bilim Felsefesi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Zimmermann (1992). Fuzzy Set Theory – and Its Applications.

EKLER

EK A: Bulanık doğrusal regresyon modelinin alt ve üst limit kısıtları.

EK B: Bulanık doğrusal regresyon Lindo programlama modeli, $H=0,5$.

EK C: Bulanık doğrusal regresyon Lindo programlama modeli çıktısı, $H=0,5$.

EK D: Model kurulumunda kullanılan geçmiş veriler.

EK A

Alt Limit Kısıtlar

$$981611a_1+75703a_2+446a_3+2253a_4+2a_5+490806c_1+37852c_2+223c_3+1126c_4+1c_5>=234$$

$$997571a_1+67786a_2+455a_3+2620a_4+2a_5+498786c_1+33893c_2+228c_3+1310c_4+1c_5>=243$$

$$1460563a_1+78707a_2+473a_3+2943a_4+5a_5+730282c_1+39354c_2+237c_3+1471c_4+3c_5>=344$$

$$2168715a_1+96472a_2+475a_3+3657a_4+14a_5+1084358c_1+48236c_2+238c_3+1829c_4+7c_5>=612$$

$$3232926a_1+109482a_2+477a_3+3216a_4+18a_5+1616463c_1+54741c_2+239c_3+1608c_4+9c_5>=1486$$

$$3882592a_1+133115a_2+479a_3+3191a_4+23a_5+1941296c_1+66557c_2+240c_3+1595c_4+12c_5>=1773$$

$$4571389a_1+133473a_2+482a_3+2427a_4+27a_5+2285695c_1+66736c_2+241c_3+1213c_4+13c_5>=2518$$

$$4470202a_1+141609a_2+492a_3+2616a_4+25a_5+2235101c_1+70805c_2+246c_3+1308c_4+13c_5>=2357$$

$$3991415a_1+135979a_2+497a_3+1756a_4+22a_5+1995708c_1+67990c_2+249c_3+878c_4+11c_5>=1699$$

$$3050981a_1+122661a_2+499a_3+2385a_4+18a_5+1525491c_1+61331c_2+250c_3+1192c_4+9c_5>=1493$$

$$1631647a_1+101505a_2+510a_3+2526a_4+13a_5+815824c_1+50752c_2+255c_3+1263c_4+7c_5>=486$$

$$1343220a_1+100142a_2+513a_3+2685a_4+6a_5+671610c_1+50071c_2+257c_3+1342c_4+3c_5>=229$$

$$975723a_1+71750a_2+406a_3+1179a_4+2a_5+487862c_1+35875c_2+203c_3+590c_4+1c_5>=293$$

$$1079505a^1+64246a^2+407a^3+1371a^4+2a^5+539753c^1+32123c^2+204c^3+686c^4+1c^5> \\ =367$$

$$1617782a^1+74597a^2+412a^3+1540a^4+5a^5+808891c^1+37299c^2+206c^3+770c^4+3c^5> \\ =383$$

$$2290722a^1+91434a^2+415a^3+1914a^4+14a^5+1145361c^1+45717c^2+208c^3+957c^4+7c^5> \\ =688$$

$$3283125a^1+103765a^2+416a^3+1683a^4+18a^5+1641563c^1+51883c^2+208c^3+842c^4+9c^5> \\ =1540$$

$$3780637a^1+126164a^2+422a^3+1670a^4+23a^5+1890319c^1+63082c^2+211c^3+835c^4+12c^5> \\ =1691$$

$$4597475a^1+126503a^2+423a^3+1270a^4+27a^5+2298738c^1+63252c^2+212c^3+635c^4+13c^5> \\ =2553$$

$$4076783a^1+134215a^2+432a^3+1369a^4+25a^5+2038392c^1+67107c^2+216c^3+685c^4+13c^5> \\ =2517$$

$$3923546a^1+128879a^2+432a^3+919a^4+22a^5+1961773c^1+64440c^2+216c^3+460c^4+11c^5> \\ =1851$$

$$3039754a^1+116256a^2+433a^3+1248a^4+18a^5+1519877c^1+58128c^2+217c^3+624c^4+9c^5> \\ =1676$$

$$1596295a^1+96204a^2+435a^3+1322a^4+13a^5+798148c^1+48102c^2+218c^3+661c^4+7c^5 \\ >=570$$

$$1194729a^1+94913a^2+437a^3+1405a^4+6a^5+597365c^1+47456c^2+219c^3+703c^4+3c^5> \\ =392$$

$$809974a^1+64585a^2+378a^3+1211a^4+2a^5+404987c^1+32292c^2+189c^3+606c^4+1c^5> \\ =186$$

$$953848a^1+57830a^2+388a^3+1274a^4+2a^5+476924c^1+28915c^2+194c^3+637c^4+1c^5> \\ =40$$

$$1414616a^1+67148a^2+393a^3+1097a^4+5a^5+707308c^1+33574c^2+197c^3+549c^4+3c^5> \\ =57$$

$$1744628a^1+82303a^2+394a^3+1875a^4+14a^5+872314c^1+41152c^2+197c^3+938c^4+7c^5 \\ >=111$$

$$3148337a1+93403a2+395a3+1472a4+18a5+1574169c1+46701c2+198c3+736c4+9c5 \geq 310$$

$$3500024a1+113565a2+397a3+1376a4+23a5+1750012c1+56782c2+199c3+688c4+12c5 \geq 566$$

$$4358275a1+113870a2+400a3+1130a4+27a5+2179138c1+56935c2+200c3+565c4+13c5 \geq 1066$$

$$3719180a1+120811a2+402a3+863a4+25a5+1859590c1+60406c2+201c3+432c4+13c5 \geq 1208$$

$$3486319a1+116009a2+405a3+841a4+22a5+1743160c1+58004c2+203c3+421c4+11c5 \geq 715$$

$$2840095a1+104646a2+405a3+598a4+18a5+1420048c1+52323c2+203c3+299c4+9c5 \geq 543$$

$$1491005a1+86597a2+405a3+905a4+13a5+745503c1+43298c2+203c3+453c4+7c5 \geq 136$$

$$1165903a1+85434a2+406a3+1559a4+6a5+582952c1+42717c2+203c3+780c4+3c5 \geq 71$$

$$751817a1+61499a2+342a3+997a4+2a5+375909c1+30750c2+171c3+499c4+1c5 \geq 195$$

$$898927a1+55067a2+343a3+927a4+2a5+449464c1+27534c2+172c3+464c4+1c5 \geq 169$$

$$1207729a1+63939a2+345a3+1494a4+5a5+603865c1+31970c2+173c3+747c4+3c5 \geq 275$$

$$1750281a1+78371a2+350a3+1381a4+14a5+875141c1+39185c2+175c3+691c4+7c5 \geq 408$$

$$2718788a1+88940a2+351a3+1020a4+18a5+1359394c1+44470c2+176c3+510c4+9c5 \geq 1070$$

$$3263089a1+108138a2+357a3+1314a4+23a5+1631545c1+54069c2+179c3+657c4+12c5 \geq 1558$$

$$4343025a1+108429a2+362a3+910a4+27a5+2171513c1+54215c2+181c3+455c4+13c5 \geq 2311$$

$$3760372a1+115039a2+365a3+1404a4+25a5+1880186c1+57520c2+183c3+702c4+13c5 \geq 2518$$

$$3136010a1+110466a2+368a3+986a4+22a5+1568005c1+55233c2+184c3+493c4+11c5 \geq 1548$$

$$2617193a1+99646a2+368a3+971a4+18a5+1308597c1+49823c2+184c3+486c4+9c5 \geq 1291$$

$$1403740a1+82459a2+372a3+1214a4+13a5+701870c1+41230c2+186c3+607c4+7c5 \geq 404$$

$$1226143a1+81352a2+373a3+1405a4+6a5+613072c1+40676c2+187c3+703c4+3c5 \geq 244$$

Üst Limit Kısıtlar

$$981611a1+75703a2+446a3+2253a4+2a5-490806c1-37852c2-223c3-1126c4-1c5 \leq 234$$

$$997571a1+67786a2+455a3+2620a4+2a5-498786c1-33893c2-228c3-1310c4-1c5 \leq 243$$

$$1460563a1+78707a2+473a3+2943a4+5a5-730282c1-39354c2-237c3-1471c4-3c5 \leq 344$$

$$2168715a1+96472a2+475a3+3657a4+14a5-1084358c1-48236c2-238c3-1829c4-7c5 \leq 612$$

$$3232926a1+109482a2+477a3+3216a4+18a5-1616463c1-54741c2-239c3-1608c4-9c5 \leq 1486$$

$$3882592a1+133115a2+479a3+3191a4+23a5-1941296c1-66557c2-240c3-1595c4-12c5 \leq 1773$$

$$4571389a1+133473a2+482a3+2427a4+27a5-2285695c1-66736c2-241c3-1213c4-13c5 \leq 2518$$

$$4470202a1+141609a2+492a3+2616a4+25a5-2235101c1-70805c2-246c3-1308c4-13c5 \leq 2357$$

$3991415a_1+135979a_2+497a_3+1756a_4+22a_5-1995708c_1-67990c_2-249c_3-878c_4-11c_5 \leq 1699$

$3050981a_1+122661a_2+499a_3+2385a_4+18a_5-1525491c_1-61331c_2-250c_3-1192c_4-9c_5 \leq 1493$

$1631647a_1+101505a_2+510a_3+2526a_4+13a_5-815824c_1-50752c_2-255c_3-1263c_4-7c_5 \leq 486$

$1343220a_1+100142a_2+513a_3+2685a_4+6a_5-671610c_1-50071c_2-257c_3-1342c_4-3c_5 \leq 229$

$975723a_1+71750a_2+406a_3+1179a_4+2a_5-487862c_1-35875c_2-203c_3-590c_4-1c_5 \leq 293$

$1079505a_1+64246a_2+407a_3+1371a_4+2a_5-539753c_1-32123c_2-204c_3-686c_4-1c_5 \leq 367$

$1617782a_1+74597a_2+412a_3+1540a_4+5a_5-808891c_1-37299c_2-206c_3-770c_4-3c_5 \leq 383$

$2290722a_1+91434a_2+415a_3+1914a_4+14a_5-1145361c_1-45717c_2-208c_3-957c_4-7c_5 \leq 688$

$3283125a_1+103765a_2+416a_3+1683a_4+18a_5-1641563c_1-51883c_2-208c_3-842c_4-9c_5 \leq 1540$

$3780637a_1+126164a_2+422a_3+1670a_4+23a_5-1890319c_1-63082c_2-211c_3-835c_4-12c_5 \leq 1691$

$4597475a_1+126503a_2+423a_3+1270a_4+27a_5-2298738c_1-63252c_2-212c_3-635c_4-13c_5 \leq 2553$

$4076783a_1+134215a_2+432a_3+1369a_4+25a_5-2038392c_1-67107c_2-216c_3-685c_4-13c_5 \leq 2517$

$3923546a_1+128879a_2+432a_3+919a_4+22a_5-1961773c_1-64440c_2-216c_3-460c_4-11c_5 \leq 1851$

$3039754a_1+116256a_2+433a_3+1248a_4+18a_5-1519877c_1-58128c_2-217c_3-624c_4-9c_5 \leq 1676$

$1596295a_1+96204a_2+435a_3+1322a_4+13a_5-798148c_1-48102c_2-218c_3-661c_4-7c_5 \leq 570$

1194729a1+94913a2+437a3+1405a4+6a5-597365c1-47456c2-219c3-703c4-3c5<=392

809974a1+64585a2+378a3+1211a4+2a5-404987c1-32292c2-189c3-606c4-1c5<=186

953848a1+57830a2+388a3+1274a4+2a5-476924c1-28915c2-194c3-637c4-1c5<=40

1414616a1+67148a2+393a3+1097a4+5a5-707308c1-33574c2-197c3-549c4-3c5<=57

1744628a1+82303a2+394a3+1875a4+14a5-872314c1-41152c2-197c3-938c4-7c5<=111

3148337a1+93403a2+395a3+1472a4+18a5-1574169c1-46701c2-198c3-736c4-9c5<=310

3500024a1+113565a2+397a3+1376a4+23a5-1750012c1-56782c2-199c3-688c4-12c5<=566

4358275a1+113870a2+400a3+1130a4+27a5-2179138c1-56935c2-200c3-565c4-13c5<=1066

3719180a1+120811a2+402a3+863a4+25a5-1859590c1-60406c2-201c3-432c4-13c5<=1208

3486319a1+116009a2+405a3+841a4+22a5-1743160c1-58004c2-203c3-421c4-11c5<=715

2840095a1+104646a2+405a3+598a4+18a5-1420048c1-52323c2-203c3-299c4-9c5<=543

1491005a1+86597a2+405a3+905a4+13a5-745503c1-43298c2-203c3-453c4-7c5<=136

1165903a1+85434a2+406a3+1559a4+6a5-582952c1-42717c2-203c3-780c4-3c5<=71

751817a1+61499a2+342a3+997a4+2a5-375909c1-30750c2-171c3-499c4-1c5<=195

898927a1+55067a2+343a3+927a4+2a5-449464c1-27534c2-172c3-464c4-1c5<=169

1207729a1+63939a2+345a3+1494a4+5a5-603865c1-31970c2-173c3-747c4-3c5<=275

$$1750281a_1+78371a_2+350a_3+1381a_4+14a_5-875141c_1-39185c_2-175c_3-691c_4-7c_5 \leq 408$$

$$2718788a_1+88940a_2+351a_3+1020a_4+18a_5-1359394c_1-44470c_2-176c_3-510c_4-9c_5 \leq 1070$$

$$3263089a_1+108138a_2+357a_3+1314a_4+23a_5-1631545c_1-54069c_2-179c_3-657c_4-12c_5 \leq 1558$$

$$4343025a_1+108429a_2+362a_3+910a_4+27a_5-2171513c_1-54215c_2-181c_3-455c_4-13c_5 \leq 2311$$

$$3760372a_1+115039a_2+365a_3+1404a_4+25a_5-1880186c_1-57520c_2-183c_3-702c_4-13c_5 \leq 2518$$

$$3136010a_1+110466a_2+368a_3+986a_4+22a_5-1568005c_1-55233c_2-184c_3-493c_4-11c_5 \leq 1548$$

$$2617193a_1+99646a_2+368a_3+971a_4+18a_5-1308597c_1-49823c_2-184c_3-486c_4-9c_5 \leq 1291$$

$$1403740a_1+82459a_2+372a_3+1214a_4+13a_5-701870c_1-41230c_2-186c_3-607c_4-7c_5 \leq 404$$

$$1226143a_1+81352a_2+373a_3+1405a_4+6a_5-613072c_1-40676c_2-187c_3-703c_4-3c_5 \leq 244$$

EK B

$$\min c_1+c_2+c_3+c_4+c_5$$

st

$$981611a_1+75703a_2+446a_3+2253a_4+2a_5+490806c_1+37852c_2+223c_3+1126c_4+1c_5 \geq 234$$

$$997571a_1+67786a_2+455a_3+2620a_4+2a_5+498786c_1+33893c_2+228c_3+1310c_4+1c_5 \geq 243$$

$$1460563a_1+78707a_2+473a_3+2943a_4+5a_5+730282c_1+39354c_2+237c_3+1471c_4+3c_5 \geq 344$$

$$2168715a_1+96472a_2+475a_3+3657a_4+14a_5+1084358c_1+48236c_2+238c_3+1829c_4+7c_5 \geq 612$$

$$3232926a_1+109482a_2+477a_3+3216a_4+18a_5+1616463c_1+54741c_2+239c_3+1608c_4+9c_5 \geq 1486$$

$$3882592a_1+133115a_2+479a_3+3191a_4+23a_5+1941296c_1+66557c_2+240c_3+1595c_4+12c_5 \geq 1773$$

$$4571389a_1+133473a_2+482a_3+2427a_4+27a_5+2285695c_1+66736c_2+241c_3+1213c_4+13c_5 \geq 2518$$

$$4470202a_1+141609a_2+492a_3+2616a_4+25a_5+2235101c_1+70805c_2+246c_3+1308c_4+13c_5 \geq 2357$$

$$3991415a_1+135979a_2+497a_3+1756a_4+22a_5+1995708c_1+67990c_2+249c_3+878c_4+1c_5 \geq 1699$$

$$3050981a_1+122661a_2+499a_3+2385a_4+18a_5+1525491c_1+61331c_2+250c_3+1192c_4+9c_5 \geq 1493$$

$$1631647a_1+101505a_2+510a_3+2526a_4+13a_5+815824c_1+50752c_2+255c_3+1263c_4+7c_5 \geq 486$$

$$1343220a_1+100142a_2+513a_3+2685a_4+6a_5+671610c_1+50071c_2+257c_3+1342c_4+3c_5 \geq 229$$

$$975723a_1+71750a_2+406a_3+1179a_4+2a_5+487862c_1+35875c_2+203c_3+590c_4+1c_5 \geq 293$$

$$1079505a_1+64246a_2+407a_3+1371a_4+2a_5+539753c_1+32123c_2+204c_3+686c_4+1c_5 \geq 367$$

$$1617782a_1+74597a_2+412a_3+1540a_4+5a_5+808891c_1+37299c_2+206c_3+770c_4+3c_5 \geq 383$$

$$2290722a_1+91434a_2+415a_3+1914a_4+14a_5+1145361c_1+45717c_2+208c_3+957c_4+7c_5 \geq 688$$

$$3283125a_1+103765a_2+416a_3+1683a_4+18a_5+1641563c_1+51883c_2+208c_3+842c_4+9c_5 \geq 1540$$

$$3780637a_1+126164a_2+422a_3+1670a_4+23a_5+1890319c_1+63082c_2+211c_3+835c_4+12c_5 \geq 1691$$

$$4597475a_1+126503a_2+423a_3+1270a_4+27a_5+2298738c_1+63252c_2+212c_3+635c_4+13c_5 \geq 2553$$

$$4076783a_1+134215a_2+432a_3+1369a_4+25a_5+2038392c_1+67107c_2+216c_3+685c_4+13c_5 \geq 2517$$

$$3923546a_1+128879a_2+432a_3+919a_4+22a_5+1961773c_1+64440c_2+216c_3+460c_4+11c_5 \geq 1851$$

$$3039754a_1+116256a_2+433a_3+1248a_4+18a_5+1519877c_1+58128c_2+217c_3+624c_4+9c_5 \geq 1676$$

$$1596295a_1+96204a_2+435a_3+1322a_4+13a_5+798148c_1+48102c_2+218c_3+661c_4+7c_5 \geq 570$$

$$1194729a_1+94913a_2+437a_3+1405a_4+6a_5+597365c_1+47456c_2+219c_3+703c_4+3c_5 \geq 392$$

$$809974a_1+64585a_2+378a_3+1211a_4+2a_5+404987c_1+32292c_2+189c_3+606c_4+1c_5 \geq 186$$

$$953848a_1+57830a_2+388a_3+1274a_4+2a_5+476924c_1+28915c_2+194c_3+637c_4+1c_5 \geq 40$$

$$1414616a^1+67148a^2+393a^3+1097a^4+5a^5+707308c^1+33574c^2+197c^3+549c^4+3c^5>=57$$

$$1744628a^1+82303a^2+394a^3+1875a^4+14a^5+872314c^1+41152c^2+197c^3+938c^4+7c^5>=111$$

$$3148337a^1+93403a^2+395a^3+1472a^4+18a^5+1574169c^1+46701c^2+198c^3+736c^4+9c^5>=310$$

$$3500024a^1+113565a^2+397a^3+1376a^4+23a^5+1750012c^1+56782c^2+199c^3+688c^4+12c^5>=566$$

$$4358275a^1+113870a^2+400a^3+1130a^4+27a^5+2179138c^1+56935c^2+200c^3+565c^4+13c^5>=1066$$

$$3719180a^1+120811a^2+402a^3+863a^4+25a^5+1859590c^1+60406c^2+201c^3+432c^4+13c^5>=1208$$

$$3486319a^1+116009a^2+405a^3+841a^4+22a^5+1743160c^1+58004c^2+203c^3+421c^4+11c^5>=715$$

$$2840095a^1+104646a^2+405a^3+598a^4+18a^5+1420048c^1+52323c^2+203c^3+299c^4+9c^5>=543$$

$$1491005a^1+86597a^2+405a^3+905a^4+13a^5+745503c^1+43298c^2+203c^3+453c^4+7c^5>=136$$

$$1165903a^1+85434a^2+406a^3+1559a^4+6a^5+582952c^1+42717c^2+203c^3+780c^4+3c^5>=71$$

$$751817a^1+61499a^2+342a^3+997a^4+2a^5+375909c^1+30750c^2+171c^3+499c^4+1c^5>=195$$

$$898927a^1+55067a^2+343a^3+927a^4+2a^5+449464c^1+27534c^2+172c^3+464c^4+1c^5>=169$$

$$1207729a^1+63939a^2+345a^3+1494a^4+5a^5+603865c^1+31970c^2+173c^3+747c^4+3c^5>=275$$

$$1750281a^1+78371a^2+350a^3+1381a^4+14a^5+875141c^1+39185c^2+175c^3+691c^4+7c^5>=408$$

$$2718788a^1+88940a^2+351a^3+1020a^4+18a^5+1359394c^1+44470c^2+176c^3+510c^4+9c^5>=1070$$

$$3263089a^1+108138a^2+357a^3+1314a^4+23a^5+1631545c^1+54069c^2+179c^3+657c^4+12c^5 \geq 1558$$

$$4343025a^1+108429a^2+362a^3+910a^4+27a^5+2171513c^1+54215c^2+181c^3+455c^4+13c^5 \geq 2311$$

$$3760372a^1+115039a^2+365a^3+1404a^4+25a^5+1880186c^1+57520c^2+183c^3+702c^4+13c^5 \geq 2518$$

$$3136010a^1+110466a^2+368a^3+986a^4+22a^5+1568005c^1+55233c^2+184c^3+493c^4+11c^5 \geq 1548$$

$$2617193a^1+99646a^2+368a^3+971a^4+18a^5+1308597c^1+49823c^2+184c^3+486c^4+9c^5 \geq 1291$$

$$1403740a^1+82459a^2+372a^3+1214a^4+13a^5+701870c^1+41230c^2+186c^3+607c^4+7c^5 \geq 404$$

$$1226143a^1+81352a^2+373a^3+1405a^4+6a^5+613072c^1+40676c^2+187c^3+703c^4+3c^5 \geq 244$$

$$981611a^1+75703a^2+446a^3+2253a^4+2a^5-490806c^1-37852c^2-223c^3-1126c^4-1c^5 \leq 234$$

$$997571a^1+67786a^2+455a^3+2620a^4+2a^5-498786c^1-33893c^2-228c^3-1310c^4-1c^5 \leq 243$$

$$1460563a^1+78707a^2+473a^3+2943a^4+5a^5-730282c^1-39354c^2-237c^3-1471c^4-3c^5 \leq 344$$

$$2168715a^1+96472a^2+475a^3+3657a^4+14a^5-1084358c^1-48236c^2-238c^3-1829c^4-7c^5 \leq 612$$

$$3232926a^1+109482a^2+477a^3+3216a^4+18a^5-1616463c^1-54741c^2-239c^3-1608c^4-9c^5 \leq 1486$$

$$3882592a^1+133115a^2+479a^3+3191a^4+23a^5-1941296c^1-66557c^2-240c^3-1595c^4-12c^5 \leq 1773$$

$$4571389a^1+133473a^2+482a^3+2427a^4+27a^5-2285695c^1-66736c^2-241c^3-1213c^4-13c^5 \leq 2518$$

$$4470202a1+141609a2+492a3+2616a4+25a5-2235101c1-70805c2-246c3-1308c4-13c5 \leq 2357$$

$$3991415a1+135979a2+497a3+1756a4+22a5-1995708c1-67990c2-249c3-878c4-11c5 \leq 1699$$

$$3050981a1+122661a2+499a3+2385a4+18a5-1525491c1-61331c2-250c3-1192c4-9c5 \leq 1493$$

$$1631647a1+101505a2+510a3+2526a4+13a5-815824c1-50752c2-255c3-1263c4-7c5 \leq 486$$

$$1343220a1+100142a2+513a3+2685a4+6a5-671610c1-50071c2-257c3-1342c4-3c5 \leq 229$$

$$975723a1+71750a2+406a3+1179a4+2a5-487862c1-35875c2-203c3-590c4-1c5 \leq 293$$

$$1079505a1+64246a2+407a3+1371a4+2a5-539753c1-32123c2-204c3-686c4-1c5 \leq 367$$

$$1617782a1+74597a2+412a3+1540a4+5a5-808891c1-37299c2-206c3-770c4-3c5 \leq 383$$

$$2290722a1+91434a2+415a3+1914a4+14a5-1145361c1-45717c2-208c3-957c4-7c5 \leq 688$$

$$3283125a1+103765a2+416a3+1683a4+18a5-1641563c1-51883c2-208c3-842c4-9c5 \leq 1540$$

$$3780637a1+126164a2+422a3+1670a4+23a5-1890319c1-63082c2-211c3-835c4-12c5 \leq 1691$$

$$4597475a1+126503a2+423a3+1270a4+27a5-2298738c1-63252c2-212c3-635c4-13c5 \leq 2553$$

$$4076783a1+134215a2+432a3+1369a4+25a5-2038392c1-67107c2-216c3-685c4-13c5 \leq 2517$$

$$3923546a1+128879a2+432a3+919a4+22a5-1961773c1-64440c2-216c3-460c4-11c5 \leq 1851$$

$$3039754a1+116256a2+433a3+1248a4+18a5-1519877c1-58128c2-217c3-624c4-9c5 \leq 1676$$

$$1596295a1+96204a2+435a3+1322a4+13a5-798148c1-48102c2-218c3-661c4-7c5 \leq 570$$

$$1194729a1+94913a2+437a3+1405a4+6a5-597365c1-47456c2-219c3-703c4-3c5 \leq 392$$

$$809974a1+64585a2+378a3+1211a4+2a5-404987c1-32292c2-189c3-606c4-1c5 \leq 186$$

$$953848a1+57830a2+388a3+1274a4+2a5-476924c1-28915c2-194c3-637c4-1c5 \leq 40$$

$$1414616a1+67148a2+393a3+1097a4+5a5-707308c1-33574c2-197c3-549c4-3c5 \leq 57$$

$$1744628a1+82303a2+394a3+1875a4+14a5-872314c1-41152c2-197c3-938c4-7c5 \leq 111$$

$$3148337a1+93403a2+395a3+1472a4+18a5-1574169c1-46701c2-198c3-736c4-9c5 \leq 310$$

$$3500024a1+113565a2+397a3+1376a4+23a5-1750012c1-56782c2-199c3-688c4-12c5 \leq 566$$

$$4358275a1+113870a2+400a3+1130a4+27a5-2179138c1-56935c2-200c3-565c4-13c5 \leq 1066$$

$$3719180a1+120811a2+402a3+863a4+25a5-1859590c1-60406c2-201c3-432c4-13c5 \leq 1208$$

$$3486319a1+116009a2+405a3+841a4+22a5-1743160c1-58004c2-203c3-421c4-11c5 \leq 715$$

$$2840095a1+104646a2+405a3+598a4+18a5-1420048c1-52323c2-203c3-299c4-9c5 \leq 543$$

$$1491005a1+86597a2+405a3+905a4+13a5-745503c1-43298c2-203c3-453c4-7c5 \leq 136$$

$$1165903a1+85434a2+406a3+1559a4+6a5-582952c1-42717c2-203c3-780c4-3c5 \leq 71$$

$$751817a1+61499a2+342a3+997a4+2a5-375909c1-30750c2-171c3-499c4-1c5 \leq 195$$

$$898927a1+55067a2+343a3+927a4+2a5-449464c1-27534c2-172c3-464c4-1c5 \leq 169$$

1207729a1+63939a2+345a3+1494a4+5a5-603865c1-31970c2-173c3-747c4-
3c5<=275

1750281a1+78371a2+350a3+1381a4+14a5-875141c1-39185c2-175c3-691c4-
7c5<=408

2718788a1+88940a2+351a3+1020a4+18a5-1359394c1-44470c2-176c3-510c4-
9c5<=1070

3263089a1+108138a2+357a3+1314a4+23a5-1631545c1-54069c2-179c3-657c4-
12c5<=1558

4343025a1+108429a2+362a3+910a4+27a5-2171513c1-54215c2-181c3-455c4-
13c5<=2311

3760372a1+115039a2+365a3+1404a4+25a5-1880186c1-57520c2-183c3-702c4-
13c5<=2518

3136010a1+110466a2+368a3+986a4+22a5-1568005c1-55233c2-184c3-493c4-
11c5<=1548

2617193a1+99646a2+368a3+971a4+18a5-1308597c1-49823c2-184c3-486c4-
9c5<=1291

1403740a1+82459a2+372a3+1214a4+13a5-701870c1-41230c2-186c3-607c4-
7c5<=404

1226143a1+81352a2+373a3+1405a4+6a5-613072c1-40676c2-187c3-703c4-
3c5<=244

c1>=0

c2>=0

c3>=0

c4>=0

c5>=0

end

EK C

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.6131422E-03

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
C1	0.000613	0.000000
C2	0.000000	0.961071
C3	0.000000	0.999830
C4	0.000000	0.999322
C5	0.000000	0.999993
A1	0.000328	0.000000
A2	0.000000	0.016672
A3	0.000000	0.000145
A4	0.000000	0.000610
A5	5.195927	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	399.784485	0.000000
3)	400.920197	0.000000
4)	609.540588	0.000000
5)	838.030518	0.000000

6)	660.663025	0.000000
7)	812.226501	0.000000
8)	525.445251	0.000000
9)	611.792175	0.000000
10)	950.141174	0.000000
11)	538.115417	0.000000
12)	617.758423	0.000000
13)	655.215149	0.000000
14)	337.045197	0.000000
15)	328.954071	0.000000
16)	670.385498	0.000000
17)	839.513245	0.000000
18)	638.543274	0.000000
19)	829.478149	0.000000
20)	507.011688	0.000000
21)	201.943634	0.000000
22)	755.039246	0.000000
23)	347.985168	0.000000
24)	511.307434	0.000000
25)	397.913177	0.000000
26)	338.782562	0.000000
27)	576.152710	0.000000
28)	867.360718	0.000000
29)	1069.704956	0.000000
30)	1782.943359	0.000000
31)	1776.268799	0.000000

32)	1842.102783	0.000000
33)	1283.840210	0.000000
34)	1613.369507	0.000000
35)	1354.187866	0.000000
36)	878.440857	0.000000
37)	700.606628	0.000000
38)	292.849060	0.000000
39)	412.274292	0.000000
40)	517.973145	0.000000
41)	776.295349	0.000000
42)	750.149109	0.000000
43)	633.798645	0.000000
44)	587.417969	0.000000
45)	0.000000	0.000000
46)	557.898254	0.000000
47)	464.629395	0.000000
48)	555.021118	0.000000
49)	565.863281	0.000000
50)	202.083221	0.000000
51)	210.733246	0.000000
52)	285.992767	0.000000
53)	491.700714	0.000000
54)	1321.580200	0.000000
55)	1568.354370	0.000000
56)	2277.466797	0.000000
57)	2129.077148	0.000000

58)	1497.164307	0.000000
59)	1332.570312	0.000000
60)	382.673737	0.000000
61)	168.369675	0.000000
62)	261.212341	0.000000
63)	332.936554	0.000000
64)	321.544891	0.000000
65)	565.024963	0.000000
66)	1374.479736	0.000000
67)	1488.590454	0.000000
68)	2311.894775	0.000000
69)	2297.704590	0.000000
70)	1650.652222	0.000000
71)	1515.816162	0.000000
72)	467.448944	0.000000
73)	334.626160	0.000000
74)	157.846649	0.000000
75)	8.691718	0.000000
76)	0.000000	0.000000
77)	0.000000	0.000000
78)	147.435410	0.000000
79)	369.743500	0.000000
80)	830.139954	0.000000
81)	996.545898	0.000000
82)	524.240295	0.000000
83)	387.194672	0.000000

84)	35.757797	0.000000
85)	14.258276	0.000000
86)	168.122253	0.000000
87)	138.896362	0.000000
88)	222.537018	0.000000
89)	296.876343	0.000000
90)	916.854431	0.000000
91)	1366.939453	0.000000
92)	2075.474365	0.000000
93)	2305.642578	0.000000
94)	1364.921753	0.000000
95)	1140.082642	0.000000
96)	305.671082	0.000000
97)	185.937302	0.000000
98)	0.000613	0.000000
99)	0.000000	0.000000
100)	0.000000	0.000000
101)	0.000000	0.000000
102)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 3

EK D

No.	Yıl	Ay	Turist Sayısı	Kaza Sayısı	Anlaşmalı Hastane Sayısı	Yabancı Çalışma İzni	Ortalama Sıcaklık	Dosya Sayısı
			X1	X2	X3	X4	X5	Y
1	2012	1	981611	75703	446	2253	2	234
2		2	997571	67786	455	2620	2	243
3		3	1460563	78707	473	2943	5	344
4		4	2168715	96472	475	3657	14	612
5		5	3232926	109482	477	3216	18	1486
6		6	3882592	133115	479	3191	23	1773
7		7	4571389	133473	482	2427	27	2518
8		8	4470202	141609	492	2616	25	2357
9		9	3991415	135979	497	1756	22	1699
10		10	3050981	122661	499	2385	18	1493
11		11	1631647	101505	510	2526	13	486
12		12	1343220	100142	513	2685	6	229
13	2011	1	975723	71750	406	1179	2	293
14		2	1079505	64246	407	1371	2	367
15		3	1617782	74597	412	1540	5	383

16	2011	4	2290722	91434	415	1914	14	688
17		5	3283125	103765	416	1683	18	1540
18		6	3780637	126164	422	1670	23	1691
19		7	4597475	126503	423	1270	27	2553
20		8	4076783	134215	432	1369	25	2517
21		9	3923546	128879	432	919	22	1851
22		10	3039754	116256	433	1248	18	1676
23		11	1596295	96204	435	1322	13	570
24		12	1194729	94913	437	1405	6	392
25	2010	1	809974	64585	378	1211	2	186
26		2	953848	57830	388	1274	2	40
27		3	1414616	67148	393	1097	5	57
28		4	1744628	82303	394	1875	14	111
29		5	3148337	93403	395	1472	18	310
30		6	3500024	113565	397	1376	23	566
31		7	4358275	113870	400	1130	27	1066
32		8	3719180	120811	402	863	25	1208
33		9	3486319	116009	405	841	22	715
34		10	2840095	104646	405	598	18	543

35	2010	11	1491005	86597	405	905	13	136
36		12	1165903	85434	406	1559	6	71
37	2009	1	751817	61499	342	997	2	195
38		2	898927	55067	343	927	2	169
39		3	1207729	63939	345	1494	5	275
40		4	1750281	78371	350	1381	14	408
41		5	2718788	88940	351	1020	18	1070
42		6	3263089	108138	357	1314	23	1558
43		7	4343025	108429	362	910	27	2311
44		8	3760372	115039	365	1404	25	2518
45		9	3136010	110466	368	986	22	1548
46		10	2617193	99646	368	971	18	1291
47		11	1403740	82459	372	1214	13	404
48		12	1226143	81352	373	1405	6	244

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: İrşat İHSAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Sincan /Çin, 1985

Adres: Yenişehir Mah. Mustafa Akyol Sok. Hasevler Sitesi B.2 No.31
/Kurköy/PENDİK/ İSTANBUL

E-Posta: ershat19@yandex.com

Lisans: BUPT (Beijing University of Posts & Telecommunications)

Yüksek Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi