

Bayesci Yaklaşımında Eşlenik Aileleri Önseli ile Jeffreys Önselinin Karşılaştırılması

Aslı Güner

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Haziran, 2014

Comparison of Conjugate Families' Prior and Jeffreys' Prior in Bayesian Approach

Aslı Güner

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Statistics

June, 2014

Bayesci Yaklaşımında Eşlenik Aileleri Önseli ile Jeffreys Önselinin Karşılaştırılması

Aslı Güner

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İstatistik Anabilim Dalı
Yöneylem Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç.Dr. H. Kıvanç Aksoy

Haziran, 2014

ONAY

İstaistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Aslı Güner'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Bayesci Yaklaşımında Eşlenik Aileleri Önseli ile Jeffreys Önselinin Karşılaştırılması" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr. H. Kıvanç AKSOY

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç.Dr. H. Kıvanç AKSOY

Üye : Prof.Dr. Zeki YILDIZ

Üye : Prof.Dr. Şenol ERDOĞMUŞ

Üye : Prof.Dr. Muzaffer KAPANOĞLU

Üye : Yrd.Doç.Dr. R. Aykut ARAPOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Talep tahmini, ürün veya hizmet talebinin miktarını kestirme sürecidir. Talep tahmini, genel anlamda, belirli bir zaman aralığı ile sınırlandırılır. İşletmelerin talep tahminini kullanma sebeplerinden biri satış fiyatını belirlemeye yardımcı olmasıdır. Talep tahmininin yaygın kullanımının diğer bir sebebi, üretim miktarı ve uygun envanter seviyesinin kontrolüne yardımcı olmasıdır. Talep tahmini, bir parametrik dağılımın, ortalama, varyans ve/veya diğer parametrelerinin istatistiksel tahmini sonucu elde edilir. Gözlenemeyen kayıp satışların olması halinde, parametre tahminleri, talebin gözlemlenemeyen kısımların açıklamasını yapmak için gereğine uygun şekilde düzenlenmiş olmalıdır. Bu tezde; tekstil sektörüne ait gözlemlenemeyen kayıp satış adetlerinin belirlenebilmesi için Bayesci yaklaşımdan faydalanılmıştır. Bayesci yaklaşımda elde edilen yeni bilgi, daha önce var olan bilgi ile entegre edilerek güncellenir. Bu noktada önsel bilgi (dağılım fonksiyonu) geçmiş veriye ve/veya karar vericinin süreçle ilgili parametre hakkındaki kişisel görüşüne karşılık gelmektedir. Buna bağlı sonuç kararı veya sonsal dağılım, ilgilenilen belirsiz parametre hakkındaki tüm bilginin toplam sonucudur. Önerilen Bayesci yaklaşım, 1997-2013 yıllarına ait aylık kadın kıyafeti satış adedine ilişkin veri üzerinde uygulanmıştır. Bu veriye ait sonsal dağılımın parametrelerini elde etmek için biri Eşlenik Aileleri Önseli, diğeri önsel bilgiye ait bilginin olmadığı Jeffreys Önseli olmak üzere iki yaklaşım kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eşlenik Aileleri, Jeffreys Önseli, Bayesci Bilgi Güncelleme, Talep Tahmini.

SUMMARY

Demand estimation is a process that comes up with an estimate of the amount of demand for a product or service. The estimate of demand is typically confined to a particular period of time. One of the reasons that companies use demand estimation is to assist with pricing. Another reason that demand estimation is commonly used is so that it can help with production amount and controlling the serviceable inventory level. Demand estimation derived from a parametric distribution requires statistical estimation of its mean and variance or other parameters. In the case of unobserved lost sales, the parameter estimates must be adjusted appropriately to account for the unobserved component of demand. In this thesis to cope with the observable lost sales in the textile sector we utilize the Bayesian approach. In Bayesian analysis the new information is combined with the previously available information. At this point the prior information (distribution) corresponds to the historical data or the subjective thought of the decision maker about the random parameter of the involved process. The consequential decision or inferential statement (posterior distribution) pooled all available information about the uncertain parameter of the interest. The proposed Bayesian approach is applied to women clothing monthly sales data between the years 1997 to 2013. To obtain the posterior distribution parameters we utilized two approaches; conjugate families' priors and Jeffreys' priors where the lack of information about the priors.

Key Words: Conjugate Families, Jeffreys's Prior, Bayesian Information Update, Demand Estimation.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım ve tez hazırlama aşamalarında, koşullar elverdiğince, sağlam adımlar atmama yardımcı ve destek olan, bilgi birikimi ve mesleki tecrübesiyle yol gösteren, bana inanan ve yanımda olan değerli danışman hocam Doç.Dr. H.Kıvanç AKSOY'a saygı, teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Kadınların her koşulda kendi ayakları üzerinde durmasının şart olduğunu savunan, “Ya olduğun gibi görün ya da görüldüğün gibi ol” sözünü dilinden düşürmeyen ve kızlarını bu düşüncelerle yetiştirmeye çabalamış –ve hala çabalayan- Annem'e; manasını yaşam ilerledikçe idrak ettiğim “Yılan bile sadece ihtiyacı kadar toprağı kullanır” sözüyle yaşadığı hayatını sadece ve sadece ailesini olabildiğince rahat koşullarda yaşatmaya gayret etmiş –ve hala eden- Babam'a; kardeşliğin sıcaklığını, desteğini, gücünü, her şeye rağmen tüm güzellikleriyle bana yaşatan Setenay CANAL'a ve Zeynep & Tamer EKER'e; var olma sebebim aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman farklılıkların zenginlik kaynağı olduğuna inandığım hayatımı, yollar ayrı olsa da gönüller bir olduğunda aşılamayacak engel olmadığını ispatlayarak bizzat yaşadığım; tanıdığım ilk günden bugüne kadar başıma gelen iyi-kötü her durumda yanımda olan, cesaret veren, bana göremediklerimi sabırla anlatan ve ne olursa olsun bana inanan, güvenen canım hayat arkadaşım, dünyalar güzeli kızımın babası Ersin GÜNER'e her türlü desteği için sonsuz teşekkür ederim.

Hayatımda olduğunu öğrendiğim ilk andan itibaren bana güç veren, hayata dört değil sekiz elle sarılmama sebep olan, bakışlarıyla bana her şeyi anlatan, her nefesiyle hayatta olma amacımı bana tekrar tekrar hatırlatan, gülüşü de ağlayışı da ışığım olan Allahın lütfu kızım Sıla GÜNER'e sadece ve sadece var olduğu için teşekkür ederim.

Çok başında olduğum akademisyenlik yolumda yanımda olan, destek olan, inanan, yardımcı olan herkese çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	V
SUMMARY.....	VI
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR TARAMASI	5
3.TAHMİNLEME	9
3.1. Parametre Tahmini.....	9
3.2. Nokta Tahmini.....	10
3.2.1. En Çok Olabilirlik Yöntemi (EÇO).....	10
3.2.2. En Küçük Kareler Yöntemi (EKK).....	12
3.2.3. Momentler Yöntemi.....	13
3.3. Aralık Tahmini.....	13
4. BAYESÇİ BİLGİ GÜNCELLEME.....	15
4.1. Bayesci Yaklaşım.....	15
4.2. Bayes Teoremi	17
4.3. Bayesci Bilgi Güncellemesi	19
4.4. Önsel (Prior) Dağılım.....	22
4.4.1. Jeffreys Önsel Dağılımı.....	25

4.4.2. Eşlenik Aileleri Önseli	26
4.5. Ek Bilginin Dağılımı.....	28
4.6. Sonsal Dağılım	29
4.7. Markov Zinciri Monte Carlo Yöntemi.....	29
5. TALEP TAHMİNİ	32
5.1. Talep Tahmininin Önemi	35
5.2. Talep Araştırmasının Aşamaları	37
5.2.1. Bilgi (Veri, Data) Toplanması ve Derlenip Düzenlenmesi.....	37
5.2.2. Zaman Aralığının Tespiti	38
5.2.3. Tahmin Yönteminin Belirlenmesi.....	39
5.2.3.1. Dolaysız (direkt) yolla talep tahmini (Kalitatif)	39
5.2.3.2. Dolaylı (endirekt) yolla talep tahmini	40
5.2.4. Tahmin sonuçlarının araştırılması	44
6. EŞLENİK AİLELERİ ÖNSELİ VE JEFFREYS ÖNSELİ İLE TALEP TAHMİNİ KARŞILAŞTIRILMASI.....	45
6.1. İki Adımda Talep Tahmini.....	46
6.2. Tek Adımda Talep Tahmini	52
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Bayesci Bilgi Güncellemesi Akış Şeması.....	20
Şekil 4.2. Önsel Dağılım Çeşitleri.....	24
Şekil 6.1a 1997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72;479,75))	46
Şekil 6.1b 2002-2006 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2910,82;601,73))	46
Şekil 6.2a 1997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72; 479,75))	48
Şekil 6.2b 2007 Yılına Ait Elde edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73; 76,68))	48
Şekil 6.3a 1997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72; 479,75))	49
Şekil 6.3b 2007 Yılına Ait Elde edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 77,68))	49
Şekil 6.4a 2007 Yılına Ait (Eşlenik Aileleri) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73 ;76,68))	50
Şekil 6.4b 2008-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3226,55 ;524,66))	50
Şekil 6.5a 2007 Yılına Ait (Jeffreys) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 173,70))	50
Şekil 6.5b 2008-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3226,55 ;524,66))	50
Şekil 6.6a 2007 Yılına Ait (Eşlenik Aileleri) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73; 76,68))	51
Şekil 6.6b 2013 Yılına Ait Elde Edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3083,32; 50,77))	51

Şekil 6.7a 2007 Yılına Ait (Jeffreys) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 173,70))	52
Şekil 6.7b 2013Yılına Ait Elde Edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3226,55; 67,73))	52
Şekil 6.8a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))	53
Şekil 6.8b 2007-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3248,43; 528,84))	53
Şekil 6.9a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))	54
Şekil 6.9b 2013 Yılına Ait Elde Edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3242,19; 61,97))	54
Şekil 6.10a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))	54
Şekil 6.10b 2013Yılına Ait Elde Edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3248,43; 62,32))	54

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
4.1.	Jeffreys Önsel Dağılımları.....	26
4.2.	Eşlenik Aileleri	27
6.1.	2007 Yılına Ait Tahmin Sonuçları	48
6.2.	Eşlenik Aileleri Önseli İle Elde Edilen Tahmin Sonuçları.....	51
6.3.	Jeffreys Önseli İle Elde Edilen Tahmin Sonuçları	52
6.4.	2013 Yılına Ait Tahmin Sonuçları	53
6.5.	1997-2013 Yılları Kadın Giysileri Aylık Satış Verileri	55

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tüm sektörlerin amacı, piyasa talebini karşılamak; mal ve hizmet üreterek bunları pazara sunabilmektir. Talep, tüketicilerin bir mal veya hizmeti belirli bir fiyat seviyesinden almaya hazır oldukları miktardır. Talep tahmini tüketicilerin gelecekte ne kadar mal ve hizmet talep edeceklerinin değişkenler yardımıyla tahmin edilmesidir. Bu tahmin, işletmenin üretim seviyesinin tayin edilmesi için hayati öneme sahiptir. Hangi ürünün üretileceği, tüketicilerin bu üründen ne kadar talep edecekleri ve bu talebin çoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşebileceği talep tahmini ile yorumlanır. Talep tahmini, envanter kontrolü ve üretim planlamasında kar optimizasyonu için önemlidir. Talep tahmini teknikleri içerik itibarıyla; sayısal teknikler ve sayısal olmayan teknikler diye iki grupta toplanabilir. Sayısal tekniklere örnek olarak; nedensel ekonometri modelleri, regresyon-korelasyon testleri ve karma istatistik modelleri verilebilir. Sayısal olmayan teknikler arasında; tecrübe ve sezgiye dayalı tahminler, geçmişî canlandırma, senaryo yazma, beyin fırtınası bulunmaktadır. Son günlerde hızla gelişen bilgi işlem alanındaki gelişmeler, simülasyon ve işletme oyunları için geniş bir uygulama sahası oluşturmuştur. Talep tahmini yapılırken karşılaşılan karmaşık ve/veya çok boyutlu modellerde istatistikteki klasik yöntemlerle her zaman sonuca ulaşamadığından, özellikle çok boyutlu benzetim tekniklerinin ortaya atılmasıyla birlikte, Bayesci yaklaşımın kullanımı artmış hatta birçok durumda daha üstün bir yaklaşım olduğu görülmüştür.

Bayes teoremi matematiksel istatistiğin önemli bir teoremidir. Bu teorem; herhangi bir durumun modelini oluşturmada evrensel doğruları ve gözlemleri kullanarak sonuçlar üretmeyi amaçlar. Kesinlik içermeyen bir bilginin tahmininde, gözlemleri ve sübjektif görüşleri kullanması ise bu yaklaşımı, klasik istatistiksel yöntemlerden ayıran en önemli özelliğidir. Klasik istatistikte bilinmeyen parametreler tahmin edilirken genellikle en çok olabilirlik ya da en küçük kareler yöntemleri kullanılır. Bayesci istatistik, hipotez testlerine, nokta ve güven aralığı tahminlerine bir seçenek sunar. Bayesci istatistiğin temelinde konu ile ilgili tüm bilgilerin çözümlenmeye katılması varsayımı yer almaktadır ve Bayesci uygulamalarda ilgilenilen parametre için çıkarsama yapmak temel amaçtır.

Belirsizlik halinde karar alma durumunda alternatif hareket seçeneklerinin sonuçları tahmini olarak bilinir. Bu karar alma durumunda belirlilik ve risk altında karar almadan farklı olarak durumların gerçekleşmeleri hakkında tam bir bilgisizlik ve belirsizlik söz konusudur. Kısmi ihmal durumunda karar almada, karar alıcının durumların gerçekleşme olasılıkları hakkında kısmen bilgi sahibi olduğu veya kısmi bir ihmalin olduğu varsayılmaktadır. Bu karar modelinde, problemin formüle edilmesi ve durumların gerçekleşme olasılıklarının saptanmasında karar alıcının konu ile ilgili bilgisi, geçmiş tecrübeleri ve sezgisinin sayılarla ifadesi olan olasılıklar önemli bir rol oynar ve bu olasılıklara sübjektif olasılıklar denir. Sübjektif olasılıklarla çalışan olasılık kuramına sübjektif olasılık kuramı veya Bayesci istatistik denilmektedir. Sübjektif olasılıklarla tahmin edilen Bayesci model, belirsizlik halindeki karar problemlerini risk altındaki karar problemlerine dönüştürür.

Bayesci yaklaşım mevcut bütün verinin kullanılmasına olanak vererek belirsizlik miktarını azaltmaya çalışır. Bayes teoremi olasılıkların kullanımını gerektirir. Olasılık, belirsizliğin ifadesi olarak düşünülebilir. Birçok durumda karar aşamasından önce ek bilgi belirlenebilir. Bu durumda yeni bilginin daha önce bilinen bilgi ile birleştirildiği bir yonteme ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle verilecek karar mümkün tüm bilgiye dayandırılabilir. Bayes Teoremi, elde edilebilecek ek bilgilerin daha önce bilinen bilgiler ile birleştirilerek karar almada kullanılmasına olanak sağlar. Bayesci yaklaşımda yeni ek bilgiler elde edildikçe, olasılıklar yeniden hesaplanarak kararlar güncellenebilmektedir.

Bayesci yaklaşım, klasik yaklaşımla karşılaştırıldığında birçok farklılıklarının olmasının yanında, Bayesci yaklaşımın birçok üstünlüğünün olduğu söylenebilmektedir. Bayesci yorumlamanın ardışık yapısından dolayı, klasik istatistikte çözüm bulunamayan problemlere Bayesci yaklaşım ile çözüm bulunur ve yorumlama yapmak için örneklem büyüklüğüne dair herhangi bir kısıt olmaması sebebiyle küçük örneklerde de geçerli çıkarımlar yapılabilir. Bayesci düşünceyi diğer yaklaşımlardan ayıran en önemli özellik, benzer çalışmalardan elde edilmiş ya da uzman görüşlerini yansıtan bilginin de analiz sürecine katılabileceği düşüncesidir. Önsel dağılım, bir konuda analiz yaparken üzerinde durulan konuyla ilgili çeşitli alternatifler için daha önceden yapılan araştırma veya denemelerle elde edilmiş bilgiye ait dağılımdır. Önsel olasılık dağılımının ve ek bilgilerin belirlenmesi Bayesci analizin en önemli noktasıdır. Klasik yaklaşımda herhangi bir önsel bilgi kullanılmamakta bu yüzden de objektif olduğu söylenmektedir. Bayesci yaklaşımda,

klasik istatistik yöntemlerinden farklı olarak örnekten elde edilen bilginin yanı sıra önsel bilgi dağılımlarının da kullanılması, bazı problemler ortaya çıkarmaktadır. Bu problemlerden en önemlisi ise parametrenin yapısının önsel bilgi dağılımının seçimini etkilediği gerçeğidir. Zaman içerisinde bu problemten kaynaklı olarak önsel bilgi dağılımlarının belirlenmesinde üç farklı yöntem ortaya çıkmıştır. Bunlar; bilgi içermeyen (noninformative) önsel bilgi dağılımı, eşlenik (conjugated) önsel bilgi dağılımı ve sübjektif önsel bilgi dağılımıdır.

Parametreler hakkındaki önsel bilginin belirsiz olmadığı varsayıldığı durumlarda, bu önsel bilgiler, uygun matematiksel özelliklere sahip doğal eşlenik aileler adı verilen ailelerden birinin üyesi durumundaki eşlenik önsel dağılım, sonsal dağılımların kapalı formda elde edilmesine olanak sağladığı için oldukça kullanışlıdır. Eşlenik önsel olasılığın parametrenin önsel olasılık dağılım bilgisi ile uyuşması istense de bazı durumlarda eşlenik önsel olasılıklar gerçeği yansıtmayabilir. Eşlenik tanımlamalar Markov Zinciri Monte Carlo teknikleri gelişmeden önce Bayesci istatistikte çok önemli bir yere sahipti ve bu tanımlamalar olmadan birçok modelin çözülmesi oldukça güçtü. Günümüzde de iyi bir araç olmaları sebebi ile uygulamada hala kullanılabilmektedirler. Jeffreys önsel dağılımı bilgi içermeyen önsel dağılımlara bir örnektir. Jeffreys, düzgün önsel olasılıklara alternatif olarak, dönüşümler altında sabit bir önsel olasılık önermiştir. Bu olasılık, bir tahmin edicinin, en çok olabilirlik tahmin edicisinin komşuluğundaki duyarlılığı ölçen Fisher bilgi matrisiyle belirlenir. Bilgi içermeyen önsel bilgi dağılımı kullanıldığında analiz sonucunda klasik yaklaşımlarla benzer sonuçlar elde edilirken, eşlenik önsel bilgi dağılımı ve sübjektif önsel bilgi dağılımı ile belirlenen önsel bilgi dağılımları kullanıldığında elde edilen sonuçlar klasik yaklaşımdan farklı olmaktadır. Çünkü her iki dağılım da, ek bilgileri önsel bilgi olarak analize dahil etmektedir.

Bu tezde, talep tahmininde Bayesci yaklaşım kullanılarak, önsel bilginin varlığının önemi vurgulanmak amaçlanmıştır. Yapılan uygulamayla, eşlenik aileleri önseli ile bilgi içermeyen Jeffreys önselinin sonsal bilgiye ve dağılımına etkileri karşılaştırılmak istenmiştir. Ayrıca çalışmada, az veriyle birden fazla adımda tahmin etmek ile daha fazla veriyle tek adımda tahmin etme arasındaki ilişki de gözlemlenmek istenmiştir.

Tezin birinci bölümünde; teze bir giriş yapılmış, tezin tamamı özetlenmiştir. İkinci bölümde; talep tahmini, Bayesci yaklaşım ve Jeffreys önseli ile ilgili literatür çalışmasına yer verilmiştir. Literatürde, talep tahmini ve Bayesci yaklaşıma dair çalışmaların, Jeffreys

önseline dair çalışmalara oranla daha fazla ve yaygın olduğu görülmüştür. Üçüncü bölümde; tahmin ve parametrenin tanımları ile parametre tahmini ve çeşitlerine ilişkin açıklamalar yapılarak talep tahmini ve Bayesci yaklaşımın daha iyi anlaşılması sağlanmıştır. Dördüncü bölümde; Bayesci yaklaşım detaylandırılmış, Bayes teoremi ifadesiyle, Bayesci bilgi güncellemesinin adımları hakkında bilgi verilmiştir. Özellikle önsel dağılıma ait kapsamlı açıklamalar yapılmıştır. Beşinci bölümde; talep tahmininin önemi vurgulanmış, tahmin süreci, sürecin nasıl belirlenmesi gerektiği ve tahmin yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Altıncı bölümde; Amerikan nüfus sayımı idaresinde kadın kıyafetlerine ilişkin aylık satış adetlerine ait veriler kullanılarak bir uygulama yapılmıştır. Uygulama iki bölümden oluşmuştur. İlk bölümde iki adımlı Bayesci bilgi güncellemesi yapılmıştır. İlk adımda, önsel bilginin bilindiği durumda, eşlenik aileleri kullanılarak sonsal dağılıma ait parametre tahmin edilmiştir. Daha sonra, önsel bilginin bilinmediği varsayılmış, Jeffreys önseli kullanılarak, sonsal dağılıma ilişkin parametre tahmini yapılmıştır. İkinci adımda, ilk adımda elde edilen tahmin sonuçları, önsel bilgi olarak kabul edilmiş, eşlenik aileleri önseli ve Jeffreys önseli kullanılarak tekrar sonsal dağılıma ilişkin parametre tahmini yapılmıştır. Her iki adımda da normal dağılıma sahip önsel bilgi ve ek bilgi için, varyansın bilindiği, ortalamasının bilinmediği duruma ilişkin hesaplamalar yapılmıştır. Uygulamanın ikinci bölümünde, tek adımlı Bayesci bilgi güncellemesi yapılmıştır. Aynı veri setinde, önsel bilgi ve ek bilgi daha fazla veriyle seçilmiş, ilk bölümde olduğu gibi eşlenik aileleri önseli ve Jeffreys önseli kullanılarak sonsal dağılıma ilişkin parametre tahmini yapılmıştır. Bu bölümde de varyansın bilindiği ortalamasının bilinmediği durum göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Yedinci bölümde; uygulamada elde edilen sonuçlar belirtilmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmadan yola çıkarak ileride yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, farklı sektörlerle ilişkin talep tahminleri yapılmış ve farklı yöntemler kullanılmıştır. Karaatlı vd. (2012), çalışmalarında, otomobil satış miktarlarının, yapay sinir ağları yöntemiyle, önceden tahmin edilerek, otomotiv sektörü ile ilgili bir takım politikaların belirlenmesine katkı sağlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada Ocak-2007 ile Haziran-2011 yılları arasındaki aylık veriler kullanılmıştır. Yapılan tahminler gerçek değerlerle karşılaştırıldığında genelde tahmin edilen ve gerçekleşen değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Bahadır (2008) çalışmasında, aynı yöntem ile uzman sistem kullanarak, NYSE (New York Stock Exchange) bünyesinde işlem gören ETF (Electronic Transfer Funds)'lerin gelecek değerlerini tahmin etmeye çalışmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, yapay sinir ağlarının uzman sisteme göre daha başarılı bir performans sergilediği ve iki modelin de, B&H (Al&Tut) modeline göre daha başarılı sonuçlar verdiği açıkça görülmüştür. Otomotiv sektörüne ilişkin bir diğer çalışmada, Marchant ve Hockley (1971), resmi kaynaklardan aldıkları 3 farklı seriye ilişkin (iç pazar için toplam binek otomobil üretimi, ihracat için toplam binek otomobil üretimi ve yeni kayıt olmuş binek otomobiller) bilgileri kullanarak, İngiltere pazarındaki binek otomobil talebini, üstel düzeltim ve hareketli ortalamalar yöntemleriyle tahmin etmişler ve aynı yöntemleri kullanan Sani ve Kingsman (1997), çalışmalarında, farklı periyodik envanter kontrolü yöntemleri kullanılması halinde, düşük ve kesikli özelliğe sahip yedek parça talebini tahmin etmişler ve elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır. Schultz (1987) çalışmasında, üstel düzeltim yöntemini kullanarak, düzensiz seyreden ürün talebini tahmin etmiştir. Aynı yöntem, hareketli ortalamalar ve zaman serileri analizinde en küçük kareler yöntemleriyle birlikte, Kirby (1966), çalışmasında, 5 farklı ülkeden alınan farklı dikiş makinesi ürün gruplarına ait 7,5 yıla ait aylık satış verilerinden oluşan 23 farklı seriyi kullanarak talep tahmini yapmıştır.

Özdemir ve Özdemir (2006), çalışmalarında, pazar ve satış tahminlerinin, pazarlama fonksiyonunun teori ve uygulamasının temelini oluşturduğunu anlatırken, 2006 yılı aylık talep tahminlerini oluşturmada hangi yöntemin daha doğru sonuç verdiğini göstermek ve gerçek değerler yerine kullanılabilen model ile 2006 talep tahminlerini belirlemeyi amaçlamışlardır.

Analizler sonucunda zaman serisi analizi ile bulunan modelin 2006 tahminlerinde anlamlı sonuçlar vermediği, çoklu regresyon analizinin, ürünün talebini etkileyebilecek birden fazla değişkenin ele alınmasına olanak vermesi nedeniyle, kullanmasının daha doğru olduğunu saptamışlardır. Ayrıca zaman serileri analizi ile elde edilen sonuçların, ürün talebiyle zaman arasında ilişki kurmanın, doğru olmadığını ispatlamışlardır. Fildes ve Hastings (1994), çalışmalarında, tahmin tekniklerinin, yönetim bilimi ve/veya yöneylem araştırması alanlarındaki çalışmalarda kullanılan tekniklerin başında geldiğini ve 1960'lı yıllardan itibaren tahminleme alanında önemli gelişmelere tanık olduğunu belirtmişlerdir. En çok kullanılan yöntemlerden doğrusal regresyon ve hareketli ortalamalar yöntemini çalışmasında kullanan Bhattacharya (1974), Avustralya'da telefon talebini tahmin ederken, yine aynı yöntemle ek olarak zaman serilerini de kullanan Malik ve Ahmad (1981), çalışmalarında, Libya'daki yiyecek talebini tahmin etmiştir. Zotteri vd. (2005) de, çalışmalarında, Avrupa'da bir marketler zincirine ait beş ürünün bütünsel talebinin tahminlenmesinde logaritmik regresyon modelini kullanmıştır. Carlson ve Umble (1980), çalışmalarında Amerika'daki 5 farklı otomobil türünün (mini otomobil, küçük otomobil, orta boy otomobil, standart model otomobil ve lüks otomobil) 5 yıllık talebini, bağımsız değişkenleri harcanabilir gelir, otomobil türüne göre değişen fiyatlar, benzin fiyatları, benzin kıtlığı ve Amerika otomotiv işçilerinin grevinin kullanıldığı çoklu regresyon analizi ile tahmin ederken, Gavcar vd. (1999) de, aynı yöntemle, Türkiye'de kullanılan kağıt-karton türlerinin talep tahminlerinin oluşturmuş, sonrasında değişkenler arasındaki ilişkiyi korelasyon analiziyle belirlemişlerdir.

Bayesci yaklaşım, stok tahmini, popülasyon modellemesi ve büyüme parametrelerinin tahmini gibi alanlarda çeşitli uygulamalara sahiptir. Talep tahmininde Bayesci güncelleme yaklaşımını kullanan Berk, Gürler ve Levine (2001), çalışmalarında, bir periyotta kayıp satış olduğunda, tamamen gözlemlenememiş talebin olduğu, newsboy envanter modelinde, optimal sipariş miktarını belirlemiş, tamamen gözlemlenen, Gamma dağılmış talep için maliyet fonksiyonu türetmiş ve optimal koşullar sağlamışlardır. Gözlenen talep sansürlendiğinde Poisson ve Normal dağılmış talepler değerlendirip talep parametreleri için sonsal dağılım belirlenmiştir. Bir önceki periyotta tamamen gözlemlenemeyen talep olduğunda sonsal dağılımlar oldukça karmaşık hale gelmiş ve ağırlıklandırılmış Poisson ve ağırlıklandırılmış Normal olarak belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, Berk, Gürler ve Levine (2007), Lovejoy (1990)'un çalışmasındaki tek-periyotlu (news vendor) yaklaşımı ve miyopik kontrol prensibi üzerinde durduğunu ve buradan elde ettiği bulgularla bu yaklaşımın akla uygun

olduğunu ve newsvendor modellerinin talep güncellemelerinde kullanılabilir olduğunu belirtmiştir. Gerçek sonsal dağılımın ilk iki momenti, tahmin edilen sonsal dağılımla eşleştiğinden eşlenik ailelerinin kullanımını önermişler, nümerik sonuçlarla da önerdikleri bu yaklaşımın iyi çalıştığını görmüşlerdir. Tektaş (2006), çalışmasında iki düzeyli lojit ve probit modellerde parametre tahminlerini elde etmek için, hem En Çok Olabilirlik yöntemi hem de Albert ve Chib (1993) tarafından önerilen Bayesci yöntem kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırmış, her iki yöntemle benzer sonuçlar elde edildiğinden, küçük örneklerde asimptotik özellikleri sağlamayan En Çok Olabilirlik yöntemi yerine Bayesci yöntemin kullanılmasının daha uygun olduğunu ifade etmiştir. Albert ve Chib (1993) tarafından önerilen Bayesci yöntemde, gizli değişken yaklaşımı kullanılmış ve parametrelerin sonsal dağılımını elde etmek için veri genişletme algoritması ile bir Markov Zinciri Monte Carlo yöntemi olan Gibbs örnekleme algoritmasından yararlanılmıştır.

Cılız (2007), çalışmasında pırlanta fiyatlarının belirlenmesinde etkin olan faktörlerden yola çıkılarak Bayesci regresyon analizi ile pırlanta fiyatlarının incelemiş, önsel dağılımların sonsal dağılım üzerine olan etkileri anlatılmıştır. Iyer ve Berger (1997), Bayesci yaklaşımı kullanarak sezon öncesi ürünlerinin talep bilgilerini toplayıp sezon ürünlerinin talebini tahmin etmiştir. Moda kıyafetlerin talep sürecinin normal dağıldığını ileri sürmüş ve tahmin sürecinde Bayesci bilgi güncellemesine dayanarak gelişmeleri sunmuşlardır.

Bisi, Glenn ve Puterman (2004) çalışmalarında bir tedarikçi ve iki satıcı için bilinmeyen parametrelerle, tedarikçinin satıcılarla biriktirdiği talep dağılımı güncellemelerini paylaştığı, paylaşmadığı ve birleşik sistem olmak üzere 3 durum için talep tahmininde Bayesci yaklaşımı kullanmıştır. Çalışmada sonuç olarak, bir tedarikçi ve birden fazla bağımsız satıcının olduğu bir tedarik zinciri için, talep dağılımı bilinmediği ve kayıp satışlar gözlemlenemez olduğu zaman, eğer satıcı envanter seviyesini belirlemek için, tüm satıcıların satış verilerinin olduğu bilgiyi düzgünce toplar ve değerlendirir ise önemli menfaatlerin fark edilebilir olduğunu saptamışlardır. Newsvendor satıcıları ile ilgili finite-horizon diye adlandırılan problem üzerinde yoğunlaşırken, daha karmaşık sistemlerle benzer gözlemler yapılabileceğini fark etmişlerdir. Saçaklı Saçıldı (2011) tez çalışmasında klasik ve Bayes yaklaşımı ile tahmin edilen volalite modellerini, piyasaların gelişmişlik düzeylerini de dikkate alarak karşılaştırmış, klasik ve Bayesci modellerle birlikte GARCH ve Stokastik volatilité modellerini de tahmin ederek sonuçlarını karşılaştırmışlardır.

Literatürde Jeffreys önselini içeren çalışmalar genellikle teorik açıklamalarının olduğu çalışmalar olup uygulama alanında çok fazla yaygınlaşmamıştır. Kayabol (2008), tezinde gürültü için iki farklı önsel dağılım modeli kullanılmıştır. Bunlardan birincisi gürültü hakkında hiçbir bilginin olmadığı durumda kullanılan Jeffreys önseli, ikincisi ise gürültünün değışintisi veya gücü hakkında bir bilginin olduğu durumda kullanılan ölçeklenmiş ters chi-kare dağılımıdır. Bilgi içermeyen önsel dağılımda geleneksel olarak kabul edilen düzgün dağılıma bir alternatif olarak Jeffreys önselinin de olduğunu çalışmalarında vurgulayan Ibrahim ve Laud (2012), genelleştirilmiş doğrusal modeller için kullanılan düzgün dağılıma sahip önsel bilginin, belirsiz sonsal dağılım elde etmeye sebep olduğu için, istenmediğini göstermişlerdir.

BÖLÜM 3

TAHMİNLEME

Bu bölümde, tahmin konusunda açıklamalar yapılmış, parametre tahmini hakkında genel bilgiler verilmiş ve çeşitleri anlatılmıştır.

Anakitle hakkında bilgi veren karakteristik değere parametre denir. Örneğin, bir fabrikada üretimi yapılan bir malın ağırlığına ait, herhangi bir dağılıma sahip θ parametresinin gerçek değerinin bilinmediği varsayıldığında; aynı cins birkaç malın ağırlığı gözlemlenebilirse, bu gözlemden yola çıkarak θ 'nın değeri hakkında bir tahminde bulunmak mümkün olabilir. Birden fazla parametrenin olduğu durum için, belirli bir topluluğa ait bireylerin boylarının dağılımı herhangi bir dağılıma ait θ_1 ortalama ve θ_2 varyanslı olsun. Bu topluluktan seçilen rassal bir örnekteki bireylerin boyları gözlemlenirse θ_1 ve θ_2 'nin değerleri hakkında bir sonuç çıkartılabileceği düşünülebilir.

Bir θ parametresinin alabileceği tüm θ değerlerini içeren kümeye parametre uzayı denir ve Ω ile ifade edilir. Verilen ilk örnekte dağılımın parametresi θ , pozitif olmalıdır. Bu nedenle, parametre uzayı Ω tüm pozitif reel sayılar kümesinden oluşur. İkinci örnekte ise θ_1 'in değeri herhangi bir reel sayı olabilirken, θ_2 'nin değeri pozitiftir (Cıllız, 2007).

3.1. Parametre Tahmini

Tahmin, bilinmeyen bir parametrenin değerinin, bilinen parametreler kullanılarak, gelecekteki durumun kestirilmesidir (Karaatlı vd., 2012). İstatistikte örneğe dayanarak anakitle parametrelerinin tahminleri yapılabilmektedir.

Bir X rassal değişkenin olasılık (yoğunluk) fonksiyonu $f_X(x; \theta)$, ($\theta \in \Omega$) olmak üzere, X_1, X_2, \dots, X_n 'ler X 'in dağılımından alınan n birimlik bir örneklem olsun. X_1, X_2, \dots, X_n 'ler bağımsız ve her biri X gibi dağılımlı rassal değişkenlerdir. X_1, X_2, \dots, X_n örnekleminin bir fonksiyonuna (bilinmeyen parametre içermeyen bir fonksiyonuna) istatistik denir. Bir

istatistik, bilinmeyen bir parametrenin veya parametrenin bir fonksiyonunun belirlenmesi amacıyla kullanıldığında bu istatistiğe tahmin edici denir.

Bir parametre tahmininin bir tek olması gerekli değildir. Bunun yerine belirli bir olasılıkla tahmin değerleri dizisi öngörülebilir. Anakitle parametrelerinin bilinmediği durumlarda, örneklemeden yararlanarak elde edilen tahmin yalnızca bir sayı veya değer ise bu tahmine nokta tahmini ya da tek değer tahmini, bilinmeyen anakitle parametresinin önceden belirlenen bir olasılık düzeyine göre ve örneklem sonuçlarından hesaplanan değer yardımı ile bir aralık şeklindeki tahminine aralık tahmini denir (Cıllız, 2007).

3.2. Nokta Tahmini

$\theta \in \Theta$ olmak üzere, bir $\theta \in \Omega$ parametresi için önerilen bir $\hat{\theta}$ tahmincisi,

Yansız: θ 'ya eşit ve $E(\hat{\theta}) = \theta$ özelliğine,

Tutarlı: Değeri θ 'nın değerine yaklaşıyorsa ve $\lim_{n \rightarrow \infty} p(|\hat{\theta} - \theta| < \varepsilon) = 1$ özelliğine,

Etkili: $\hat{\theta}_1$ ve $\hat{\theta}_2$ gibi iki taneyse, varyansı küçük olma özelliğine,

Yeterli: Örneklem gözlem değerlerinin tamamının kullanılmasıyla elde edilmiş olma özelliğine sahip olmalıdır.

En çok olabilirlik yöntemi (EÇÖ), en küçük kareler yöntemi (EKK), momentler yöntemi ve Bayes yöntemi en fazla kullanılan nokta tahmini yöntemlerindedir.

3.2.1. En Çok Olabilirlik Yöntemi (EÇÖ)

En çok olabilirlik tahmin yöntemi (EÇÖ) belli bir örneklem değerlerinin gerçekleşme olabilirliğini en yüksek yapan anakitle parametrelerini bulmaya çalışır. İstatistik ve ekonometride en sık kullanılan nokta tahmin yöntemlerinden biridir.

Anakitleyi temsil eden olasılık (yoğunluk) fonksiyonunu $f(x; \theta)$ ile gösterilsin. Bu anakitleden çekilmiş n gözlemlili rassal örneklem X_1, X_2, \dots, X_n olsun. Eldeki bir rassal örneklem olduğundan ve çekildikleri anakitlenin bilindiği varsayıldığından, bağımsızlık

özelliğinden hareketle ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu , Eşitlik (3.1) ve Eşitlik (3.2) de ifade edilmiştir.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta) = f_1(x_1; \theta) \cdot f_2(x_2; \theta) \cdot \dots \cdot f_n(x_n; \theta) \quad (3.1)$$

$$= \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \quad (3.2)$$

$x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ olarak tanımlanan bir rassal örneklemin olabilirlik fonksiyonu, x verilmişken θ 'yı bilinmeyen olarak kabul eden bir fonksiyondur ve Eşitlik (3.3) teki şekilde ifade edilmektedir.

$$L(\theta|x_1, x_2, \dots, x_n) = L(\theta|\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \quad (3.3)$$

Maksimum olabilirlik tahmin edicileri olabilirlik fonksiyonunu en yükseğe çıkaran tahmin ediciler olarak tanımlanır. Anakitlenin dağılımı biliniyorsa bu, Eşitlik (3.4) ve (3.5) te ifade edilen matematiksel probleme dönüşür:

$$\max_{\theta} L(\theta|\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \quad (3.4)$$

$$\hat{\theta}_{e\check{c}o} = \arg \max_{\theta} L(\theta|\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \quad (3.5)$$

Bu maksimizasyon probleminin çözümüne kolaylık sağlaması için, ortak olasılık fonksiyonunun e tabanına göre logaritması kullanılarak (3.6), (3.7) ve (3.8) Eşitlikleri elde edilir:

$$\max_{\theta} \ln L(\theta|\mathbf{x}) = \ln \left(\prod_{i=1}^n f(x_i; \theta) \right) = \sum_{i=1}^n \ln(f(x_i; \theta)) \quad (3.6)$$

$$\hat{\theta}_{eco} = \arg \max_{\theta} \sum_{i=1}^n \ln(f(x_i; \theta)) \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\theta | \mathbf{x}) = 0, \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \ln L(\theta | \mathbf{x}) < 0 \quad (3.8)$$

θ , k bilinmeyen parametreden oluşuyorsa logolabilirlik fonksiyonunun bu parametrelere göre birinci türevleri sıfır, ikinci türev matrisi (Hessian) negatif belirli olmalıdır.

3.2.2. En Küçük Kareler Yöntemi (EKK)

Basit doğrusal, çoklu regresyon modellerinin çözümlenmesinde kullanıldığı gibi, çok denklemlili ekonometrik modellerin çözümünde de kullanılan tekniklerdendir.

X_i : bağımsız değişken,

Y_i : bağımlı değişken,

e_i : hata payı,

a, b : regresyon katsayıları,

n : gözlem sayısı ve $i = 1, \dots, n$ olmak üzere basit regresyon modeli

$$Y_i = a + bX_i + e_i \quad (3.9)$$

şeklindedir. Eşitlik (3.9) da ifade edilen bir doğrusal regresyon modeli için bu modele ait tahmin modeli Eşitlik (3.10) daki gibidir:

$$\hat{Y}_i = a + b\hat{X}_i \quad (3.10)$$

Kurulan regresyon modellerinde gözlemlerin, anakitle gözlem değerlerinden herhangi bir şekilde alınmış gözlemler olduğu düşünülürse, alınan gözlem değerlerinden başka aynı sayıda olan ama farklı olasılıklarla çok daha fazla gözlem alınabilmektedir. Kurulan regresyon modeli, ilgilenilen problemle ilgili örnek olarak alınmış gözlem değerleri

kullanılarak, hesaplanmaya çalışılır. Bu nedenle kurulan modeldeki değerler tahmini değerlerdir.

3.2.3. Momentler Yöntemi

Momentler yöntemi en eski tahmin yöntemlerinden biridir. Anakitleye ilişkin dağılımsal varsayımlar altında, anakitle momentlerinin, örneklem momentlerine eşitlendiğinde ortaya çıkan bilinmeyen denklem sisteminin popülasyon parametreleri için çözümüne dayanır. k tane bilinmeyen popülasyon parametresi $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k$ olsun.

$$E(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.11)$$

$$E(X^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad (3.12)$$

...

$$E(X^k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^k \quad (3.13)$$

Eşitlik (3.11), (3.12) ve (3.13) te ifade edilen popülasyon momentleri, bilinmeyen parametrelerin bir fonksiyonudur. Popülasyon momentlerini örneklem momentlerine eşitleyerek k bilinmeyenli k tane denklem elde edilir. Daha sonra bu denklem sisteminin çözümünden, parametrelerin, momentler yöntemi ile tahmini elde edilir.

3.3. Aralık Tahmini

Anakitle parametresinin tahmini tek bir değer yerine bir değerler aralığı içinde verilmesi istenebilir. Belli bir güvenle bu aralığın tahmin edilmek istenen parametreyi içerdiği söylenebilir. $1 - \alpha$ olarak ifade edilen güven düzeyi parametrenin gerçek değerinin

$1 - \alpha$ olasılıkla belirlenen aralık içinde olduğunu ifade eder. Bununla birlikte aralığın α olasılıkla parametreyi içermemesi de muhtemeldir. Bir anakitle katsayısının aralık tahmin edicisi, o anakitle katsayısının içine düşebileceği bir aralığı örneklem bilgisine dayanarak belirlemenin kuralıdır. Buna karşılık gelen tahmine de aralık tahmini denir.

Herhangi bir parametre için yapılan tahminin isabetli bir tahmin olup olmadığı, elde edilen tahmine ait standart hata ve güven aralıkları gibi ölçülere bakılarak karar verilir. Tahminin küçük standart hatası ve dar güven aralığına haiz olması demek tahminin isabet derecesinin de güçlü olduğunu ortaya koyar (Mosteller and Tukey, 1977; Draper and Smith, 1998; Rawlings et.al., 1998; Rao and Toutenburg, 1999; Freund et.al., 2006).

Nokta tahmininde ilgilenilen anakitle parametresine ilişkin örneklem bilgisinden hareketle tek bir sayı üretilir. Ancak bir nokta tahmini, bu tahminin bilinmeyen gerçek popülasyon parametresine ne kadar yakın olabileceğine, başka bir deyişle, doğru parametre değerine hangi olasılıkla ve ne kadar yakın olduğuna ilişkin bir şey söylemez. Örneğin, bir parti maldan rassal seçilmiş parçalardan %10'unun kusurlu olduğu tahmini yapılmış olsun. Aralık tahmininde, gerçek kusurlu oranının %5 ile %15 ya da %8 ile %12 gibi iki değer arasında olmasından ne kadar emin olabiliriz sorusuna cevap aranır. Aralık tahmini bilinmeyen parametreye ilişkin belirsizliği açık olarak yansıtır.

BÖLÜM 4

BAYESCI BİLGİ GÜNCELLEME

Bu bölümde Bayesci yaklaşım, klasik yaklaşım ile kıyaslanarak açıklanmış, Bayes Teoremi ifade edilmiş ve teoremin bilgi güncellemeye yönelik yaklaşımı ele alınmıştır.

Günümüzde istatistik sosyal bilimlerde, tıp ve eğitim bilimleri gibi temel bilimlerde ve daha birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. İstatistikte yer alan önemli konulardan biri karar teorisidir. İstatistiksel karar teorisi, karar alıcının alternatif durumlar arasından seçim yapabilmek için uygun bilgiyi kullanmasına dayanan istatistiktir (Thompson, 1972;10p).

Karar alabilmek için uygun karar modelinin belirlenmesi gerekmektedir. Karar modellerini belirlilik altında karar alma, risk altında karar alma, belirsizlik altında karar alma ve kısmi ihmal durumunda karar alma olarak dört gruba ayırmak mümkündür. Belirlilik altında karar alma durumunda her hareket seçeneğinin sonucu ve hangi durumun gerçekleşeceği kesinlikle bilinir. Risk altında karar alma durumunda, her hareket seçeneğinin sonucu ve sorunların çözümünü sağlayacak seçeneklerin yani durumların gerçekleşme olasılıkları bilinir. Bu karar alma durumunda kararlar, belli sayıda seçeneğin belli bir risk değerine sahip olarak meydana geleceği varsayımı ile verilir (Bağırkan, 1983:23s).

4.1. Bayesci Yaklaşım

Belirsizlik halinde karar alma durumunda alternatif hareket seçeneklerinin sonuçları tahmini olarak bilinir. Bu karar alma durumunda belirlilik ve risk altında karar almadan farklı olarak durumların gerçekleşmeleri hakkında tam bir bilgisizlik ve belirsizlik söz konusudur. Kısmi ihmal durumunda karar almada, karar alıcının durumların gerçekleşme olasılıkları hakkında kısmen bilgi sahibi olduğu veya kısmi bir ihmalin olduğu varsayılmaktadır. Bu karar modelinde, problemin formüle edilmesi ve durumların gerçekleşme olasılıklarının saptanmasında karar alıcının konu ile ilgili bilgisi, geçmiş tecrübeleri ve sezgisinin sayılarla ifadesi olan olasılıklar önemli bir rol oynar ve bu olasılıklara sübjektif olasılıklar denir.

Sübjektif olasılıklarla çalışan olasılık kuramına sübjektif olasılık kuramı veya Bayesci istatistik denilmektedir (Kurtuluş, 1998).

Bayesci yaklaşım mevcut bütün verinin kullanılmasına olanak vererek bu belirsizlik miktarını azaltmaya çalışır. Bayes teoremi olasılıkların kullanımını gerektirir. Olasılık, belirsizliğin ifadesi olarak düşünülebilir. Birçok durumda karar aşamasından önce ek bilgi belirlenebilir. Bu durumda yeni bilginin daha önce bilinen bilgi ile birleştirildiği bir yönteme ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle verilecek karar mümkün tüm bilgiye dayandırılabilir. Bayes Teoremi, elde edilebilecek ek bilgilerin daha önce bilinen bilgiler ile birleştirilerek karar almada kullanılmasına olanak sağlar (Winkler, 2003). Bayesci ekonometrinin mantığı ise bilinene şartlı olarak bilinmeyen hakkında Bayes kuralını kullanarak bir olasılık ifadesi türetmektir (Koop, 2003).

İstatistik biliminin gelişim sürecinde temel olarak iki farklı yaklaşımın etkili olduğu iddia edilir. Bunlar; klasik yaklaşım ve Bayesci yaklaşımdır (Ekici, 2009; Wade, 2000; Kinas and Andrade, 2007; Mc Charty, 2007). Bayesci yaklaşım, klasik yaklaşımla karşılaştırıldığında birçok farklılıklarının olmasının yanında, Bayesci yaklaşımın birçok üstünlüğünün olduğu söylenebilmektedir.

Klasik yaklaşımda, yöntemler, mümkün bütün tesadüfi örneklerle uygulanır ve elde edilen sonuçların performansına bakılarak yeni yöntemler geliştirilir. Bayesci yaklaşımda olasılıklar doğrudan probleme uygulanmaktadır, yani klasik yaklaşım, birçok araç kullanırken, Bayesci yöntemlerde, araç olarak sadece Bayes teorisi kullanılmaktadır. Bayesci yaklaşımının temelleri, 1763 yılında İngiliz rahip ve matematikçi olan Thomas Bayes tarafından yazılan, ancak ölümünden belli bir süre sonra arkadaşı Richard Price tarafından yayınlanan “An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Changes” isimli makaleyle atılmıştır. Bu makale, günümüzde kullanılan Bayesci yaklaşımının da temelini oluşturmaktadır (Mc Carthy, 2007; Ekici, 2009; Link and Barker, 2010; Savchuk and Tsokos, 2011).

Bayesci yaklaşımın diğer bir önemli tarafı bilinmeyene ait önsel bilginin de probleme eklenebilmesi olanağını sağlamasıdır. Böylelikle bilinmeyen bir yandan somut gözlem ve verilere bağlanırken diğer yandan somut olmayan bilgi ve inançlara bağlanır. Bilinmeyene ait olan gözlemesel olmayan bu bilgi insanların o konudaki tecrübelerine, beklentilerine ve

öngörülerine dayalı olarak oluşturulabilir. Bu sayede elde olan somut ve soyut tüm ipuçları kullanılarak bilinmeyene ulaşılmaya çalışılır (Kayabol, 2008). Bayesci yaklaşımda yeni ek bilgiler elde edildikçe, olasılıklar yeniden hesaplanarak kararlar güncellenebilmektedir. Klasik yaklaşımda herhangi bir önsel bilgi kullanılmamakta ve objektif olduğu söylenmektedir. Ancak bilimsel çalışmalarda genellikle bazı önsel bilgiler bulunmaktadır. Bu önsel bilgileri ihmal etmek bilgi kaybına ve bu nedenle para kaybına yol açacaktır.

İstatistiksel çıkarsamalarda amaç, parametreler hakkında tahminler yapmaktır. Klasik istatistikte parametrelerin sabit ve bilinmeyen değerler olduğu, gözlenen verinin ise rastlantı vektörü olduğu varsayılır (Saçıldı Saçaklı, 2011).

Klasik istatistikte bilinmeyen parametreler tahmin edilirken genellikle en çok olabilirlik ya da en küçük kareler yöntemleri kullanılır. Bayesci istatistik, hipotez testlerine, nokta ve güven aralığı tahminlerine bir seçenek sunar. Bayesci istatistiğin temelinde konu ile ilgili tüm bilgilerin çözümlenmeye katılması varsayımı yer almaktadır ve Bayesci uygulamalarda ilgilenilen parametre için çıkarsama yapmak temel amaçtır.

Klasik yaklaşımda aralık kestirimlerinin yorumu aralığın parametreyi içermesi olasılığı üzerine yapılırken, Bayesci yaklaşımda bu yorum parametrenin aralığa düşmesi olasılığı ile ilgilidir. Bayesci yaklaşımda aralığın içinde bulunan her noktanın sahip olduğu olasılık yoğunluğu, aralık dışında bulunanlardan daha büyük olduğunda, bu aralığa en yüksek sonsal yoğunluk aralığı adı verilir.

4.2.Bayes Teoremi

Bayes teoremi matematiksel istatistiğin önemli bir teoremidir. Bu teorem; herhangi bir durumun modelini oluşturmada evrensel doğruları ve gözlemleri kullanarak sonuçlar üretmeyi amaçlar. Kesinlik içermeyen bir bilginin tahmininde, gözlemleri ve subjektif görüşleri kullanması ise bu yaklaşımı, klasik istatistiksel yöntemlerden ayıran en önemli özelliğidir (Ekici, 2009; Çevik, 2009; Box ve Tiao, 1992; Congdon, 2003; Link ve Barker, 2010).

Bayes teoremi koşullu olasılık tanımından elde edilen bir teoremdir. Buna göre, A ve B olayları U örnek uzayında herhangi iki olay ise A ve B olaylarının ortak gerçekleşme olasılığı Eşitlik (4.1) de ifade edilmiştir.

$$P(A, B) = P(A \cap B) = P(A)P(B|A) \quad (4.1)$$

Burada $P(A, B) = P(A \cap B)$, A ve B olaylarının birlikte gerçekleşme olasılığını, $P(A)$, A olayının gerçekleşme olasılığını, $P(B|A)$, A olayının gerçekleşme olasılığı bilindiğinde, B olayının gerçekleşme olasılığını göstermektedir. Bu ifade kullanılarak, $P(A) \neq 0$ için, A (veya B) olayının gerçekleşme olasılığı bilinirken B (veya A) olayının koşullu gerçekleşme olasılığı Eşitlik (4.2) de ifade edilmiştir.

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \left(\text{veya } P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \right) \quad (4.2)$$

Bileşik olasılıklar, çarpım kuralı ile ifade edilerek tek bir olay için Bayes formülü (4.3) ve (4.4) Eşitliklerinde ifade edilmiştir.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B|A)P(A) + P(B|\bar{A})P(\bar{A})} \quad (4.3)$$

$$= \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)} \quad (4.4)$$

Eşitlik (4.3) te kullanılan \bar{A} , A'nın tümleyeni olarak kabul edilmiştir.

Bayes teoremi N tane olay için genelleştirilebilir. A_1, A_2, \dots, A_N , U uzayını oluşturan N tane ayrık olay ise $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_N = U$ olarak gösterilir. Ayrık olaylar olduklarından iki olay aynı anda gerçekleşemez ve olaylardan biri mutlaka gerçekleşmek zorundadır. Her ayrık olay çifti için $A_i \cap A_k = \emptyset$ yazılır. Burada ve $i = 1, \dots, N$, $k = 1, \dots, N$ ve $i \neq k$ 'dır. Bu durumda Bayes teoremine göre, Bayes formülü (4.5) ve (4.6) Eşitliklerinde ifade edilmiştir (Freund, 1992).

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{P(A_1)P(B|A_1) + P(A_2)P(B|A_2) + \dots + P(A_N)P(B|A_N)} \quad (4.5)$$

$$= \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{\sum_{i=1}^N P(A_i)P(B|A_i)} \quad (4.6)$$

Bayes formülünde, A_1, A_2, \dots, A_N , uzayı oluşturan N tane gözlenemeyen olayken, $i = 1, \dots, N$ olmak üzere, $P(A_i)$ marjinal olasılıkları, önsel (prior) olasılıklardır ve analize başlamadan önce bilindiği varsayılır. A_i ($i = 1, \dots, N$) bilindiğinde, B 'nin koşullu olasılığı $P(B|A_i)$, gözlemlenen A_1, A_2, \dots, A_N olaylarının olabilirlik (likelihood) olarak adlandırılan koşullu olasılığıdır. $P(A_i|B)$, B bilindiğinde A_i 'nin sonsal (posterior) olasılığıdır (Boltstad, 2007).

Bayes formülünün payında önsel olasılıklarla benzerlik olasılıklarının çarpımı yer almaktadır. Paydasında ise önsel olasılıklarla benzerlik olasılıklarının çarpımlarının toplam değeri yer almaktadır. Bu bölme işlemi sonucu son olasılıkların toplamı 1 olmaktadır. Formülde yer alan benzerlik olasılıkları sabit bir sayı ile çarpılırsa payda da aynı sabit sayı ile çarpılmış olacaktır. Bu nedenle sadece benzerlik olasılığını bilmek yeterli olacaktır. Aynı durum önsel olasılıkların sabit bir sayı ile çarpılması için de geçerli olmaktadır (Saçıklı Saçıld, 2011).

Bayesci istatistikte, verilerin içerdiği objektif bilgi ile araştırmanın başında biçimlenen önsel bilgi etkili bir şekilde birleştirilerek istatistiksel çıkarsamalara farklı bir boyut getirilir. Bayesci istatistikte, önsel bilgi formüle edilerek parametreler için sonsal dağılım elde edilmeye çalışılır.

4.3. Bayesci Bilgi Güncellemesi

Temel olarak, Bayesci yorumlamanın ardışık yapısından dolayı, klasik istatistikte çözüm bulunamayan problemlere Bayesci yaklaşım ile çözüm bulunur ve yorumlama yapmak için örneklem büyüklüğüne dair herhangi bir kısıt olmaması sebebiyle küçük örneklerde de geçerli çıkarsamalar yapılabilir. Bayesci düşüncüyü diğer yaklaşımlardan ayıran en

önemli özellik, benzer çalışmalardan elde edilmiş ya da uzman görüşlerini yansıtan bilginin de analiz sürecine katılabileceği düşüncesidir.

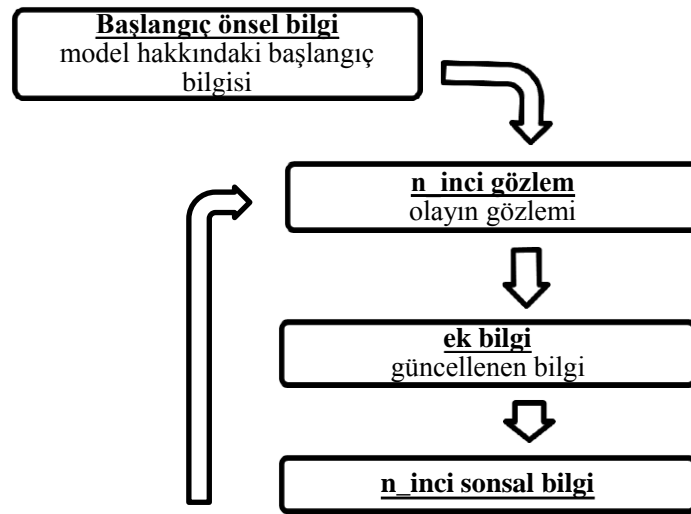
Bayesci yaklaşım, süreçle ilgili önsel bilgiyi ve veriden elde edilen ek bilgiyi kullanarak her iki bilgi kaynağını da Bayes teoremi yardımı ile birleştirmektedir. Önsel olasılık dağılımı sübjektiftir; her bireyin veriyi gözlemlemeden önce sahip olduğu şahsi fikri vardır. Önsel olasılıkların doğru belirlenmesi çok önemlidir, yanlış belirlenme durumunda yanlış sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bayesci bilgi güncelleme sürecinde, tahmincilerin bilgileri olasılık dağılımları kullanılarak matematiksel olarak ifade edilir ve süreç üç olasılık dağılımından oluşmaktadır: önsel dağılım, ek bilgi (olabilirlik) dağılımı ve sonsal dağılım.

Önsel (Prior) dağılım, ek bilgi gözlemlenmeden önce eldeki bilginin dağılımıdır. Bir A olayının önsel olasılığı $P(A)$ olasılığıyla ifade edilir.

Ek Bilgi (Olabilirlik) (Likelihood) dağılımı, eldeki önsel bilgiyi güncellemek için kullanılan bilginin dağılımıdır. B ek bilgisi ile bir A olayının olabilirliği $P(B|A)$ koşullu olasılığıyla ifade edilir.

Sonsal (Posterior) dağılım, ek bilgi gözlemlendikten sonra eldeki bilginin dağılımıdır. Gözlemlenen B ek bilgisiyle, A olayının sonsal olasılığı $P(A|B)$ koşullu olasılığıyla ifade edilir.



Şekil 4.1. Bayesci Bilgi Güncellemesi Akış Şeması

Süreç, Şekil 4.1'deki akış şemasındaki gibi adım adım uygulanır. $i = 1, 2, 3, \dots$ olmak üzere i _nci adımda elde edilen sonsal bilgi, $(i + 1)$ _nci adımda önsel bilgi olarak kullanılır.

Koşullu olasılığın bir uygulaması olarak Eşitlik (4.5) te ifade edilen Bayes Teoremi, $p(x)$ önsel dağılım, $p(\theta | x)$ ek bilgi dağılımı ve $p(x|\theta)$ sonsal dağılım olmak üzere güncelleme süreci için düzenlenmiş hali Eşitlik (4.7) de ifade edilmiştir.

$$sonsalsal = \begin{cases} \frac{(ek\ bilgi \times \text{önsel})}{\sum_{-\infty}^{\infty}(ek\ bilgi \times \text{önsel})}, & kesikli\ dağılım \\ \frac{(ek\ bilgi \times \text{önsel})}{\int_{-\infty}^{\infty}(ek\ bilgi \times \text{önsel})}, & sürekli\ dağılım \end{cases} \quad (4.7)$$

Bu ifadede paydada bulunan, sürekli dağılımlar için, integral alma ve kesikli dağılımlar için, toplama işlemleri, işlem zorluğu ve/veya karmaşıklığını gidermek amacıyla, tahmin sonucunu ve tahmin sürecini etkilemeyeceğinden, ihmal edilip işleme alınmaz. Bu durumda elde edilen (4.8) ifadesi, parametre tahmininde kullanılacak olasılık yoğunluk fonksiyonunu belirtmektedir.

$$p(x | \theta) \propto p(\theta | x) \times p(x) \quad (4.8)$$

Sonsal \propto Ek Bilgi \times Önsel

(4.8) ifadesindeki \propto işareti oransallığı ifade etmektedir (Box and Tiao, 1992; Congdon, 2003; Ekici, 2005; Kinas and Andrade, 2007; Çevik, 2009).

Bayesci çıkarsamanın genel bir özelliği, örneklem büyüklüğü arttıkça önsel bilginin sonsal üzerindeki etkisinin azalmasıdır. Örneklem büyüklüğünün artması sonucunda ek bilgi dağılımı, önsel dağılımı bastırır ve bu durumda önsel dağılımın sonsal dağılım üzerinde çok fazla etkisi kalmaz. Örneklem büyüklüğünün artması/azalması ek bilgi dağılımının sivriliğini ya da basıklığını değiştirebilir. Basık olan bir önsel dağılım, kuyrukları uzun olduğundan sonsal dağılımı çok fazla etkilemez (Box ve Tiao, 1973). Bu durumda da elde edilen tahminler klasik tahminle örtüşür (Karadağ, 2011).

4.4. Önsel (Prior) Dağılım

Önsel dağılım, bir konuda analiz yaparken üzerinde durulan konuyla ilgili çeşitli alternatifler için daha önceden yapılan araştırma veya denemelerle elde edilmiş bilgiye ait dağılımdır. Önsel olasılık dağılımının ve benzerliklerin belirlenmesi Bayesci analizin en önemli noktasıdır. Öncelikle çıkarsama yapılmak istenen belirsiz nicelikler veya tesadüfi değişkenler ile ilgili bilgi olasılıksal olarak ifade edilmeli ardından Bayes Teoremi uygulanmalıdır. Tesadüfi değişkenin alabileceği mümkün değerler çoğu zaman bellidir ancak belli olmadığı durumlarda değerler sübjektif olarak belirlenmektedir. Çok sayıda mümkün değer olması durumunda karar alıcı hesaplamaları kolaylaştırmak adına daha az değeri göz önüne alabilir, sürekli olarak ele alınabilecek bir değişkeni kesikli varsayılabilir. Kesikli durumda, önsel olasılık dağılımı tesadüfi değişkenin değerler kümesinden ve olasılıklarından oluşmaktadır. Burada olasılıkların pozitif olması ve toplamlarının 1 olması şartı sağlanmalıdır (Winkler, 2003).

Önsel olasılıklar karar alıcının ilk bilgisini yansıtmalıdır. Önsel bilgi örnek sonuçları ile aynı yapıdaysa önsel olasılıkların gözlenen görel frekanslara yakın olması gerekmektedir. Önsel bilginin çok az olması ya da hiç olmaması durumunda olasılıklar mevcut herhangi bir bilgiye dayandırılabilir. Önsel dağılım sübjektif olarak seçildiği için önsel olasılığın da sübjektif olasılık olduğu varsayılmaktadır. Sübjektif olasılık karar alıcının inanç derecesini yansıtmaktadır. Olasılıklar karar alıcının yargılarına dayanıyorsa bu durumda yargıların olasılıksal olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Bunun için tesadüfi değişkene doğrudan alabileceği mümkün değerler verilerek olasılıklar belirlenebilir (Saçaklı Saçıldı, 2011).

İkiden fazla çıkarsama yapılmak istenen nicelik veya tesadüfi değişken olması durumunda olasılıkların doğrudan belirlenmesi zor olabileceğinden önsel olasılık dağılımı olasılıklar oranı belirlenerek bulunabilir. Burada da olasılıkların pozitif olması ve toplamlarının 1 olması şartı sağlanmalıdır. Bu şartlar sağlanmazsa “olasılıklar tutarlı değildir” denir. Karar alıcı tutarlı belirleme aksiyomlarına göre karar alıyorsa tutarlılık zaten sağlanacaktır. A, B’den daha olasıysa, B de C’den daha olasıysa, karar alıcı A’nın C’den daha olası olduğunu düşünmelidir. Buna geçişlilik aksiyomu denmektedir ve tutarlı belirleme aksiyomlarından biridir (Winkler; 2003). Genel olarak bakıldığında tüm olasılıkların

sübjektif olduğu düşünülürse, Bayes teoremine ihtiyaç olmadığı düşünülebilir ancak bahsedilen aksiyomları sağlayan bir karar alıcı, olasılıkları yeni örnek bilgisine dayanarak Bayes teoremi ile güncellemelidir. Bayes teoreminin kullanılmaması durumunda bir ya da birden fazla tutarlılık aksiyomu ihlal edilecektir. Olasılıkların güncellenmesi Bayes teoremi uygulamak yerine sezgiyle yapılırsa insanlar örnek bilgisine yeteri kadar ağırlık vermeme eğiliminde olabileceğinden olasılıklar Bayes teoremi ile belirlenen kadar değiştirilmeyecektir (Saçaklı Saçıldı, 2011).

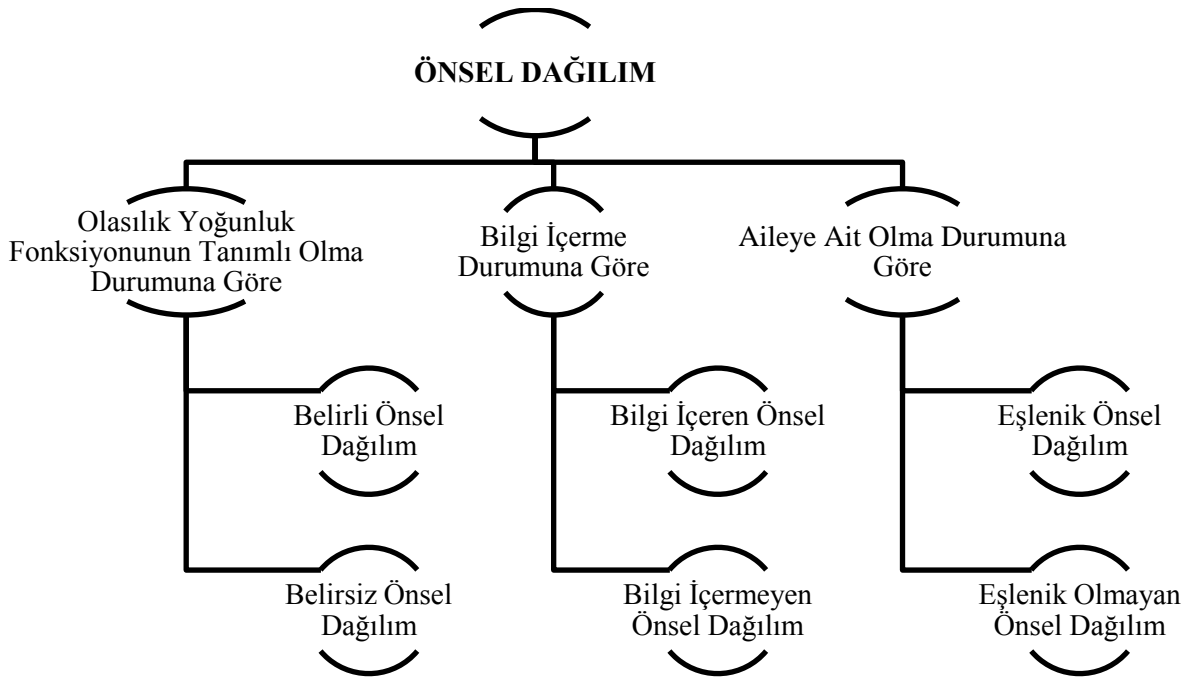
Parametreler ile ilgili herhangi bir önsel bilgi olmadan problemi ele almak çok nadir karşılaşılan bir durumdur, hatta bu durumda bile çok az önsel bilgiyi destekleyecek şekilde tasarlanmış önsel olasılık dağılımları bulunmaktadır. Önsel olasılık dağılımı şeklinde olmasa da birçok araştırmacı önsel bilgiye sahiptir ve farkında olmasalar da bu önsel bilgiye değinmektedirler. Bu doğrultuda “Herkes Bayescidir, sadece bazılarımız bunun farkındayız” ifadesi yanlış olmayacaktır (Gill, 2008).

Önsel dağılımı belirlemek, olasılık fonksiyonu $p(x|\theta)$ olarak verilen bir anakitleden çekilen gözlemler temel alınarak, θ 'nın asıl değerinin parametreler uzayı Ω 'nın neresinde var olabileceğini saptamaya çalışmak demektir. Problemlerin birçoğunda $p(x|\theta)$ ile ilgili herhangi bir gözlem yapılmadan önce, tahminci önceki bilgilerini gözden geçirerek, Ω uzayında bir olasılık dağılımı oluşturmak suretiyle, θ 'nın değerinin nerede bulunabileceğini tahmin edebilir. Diğer bir deyişle, herhangi bir deneysel veri elde edilmeden ya da gözlemlenmeden önce, tahmincinin geçmiş tecrübeleri ve bilgi birikimi onu, θ 'nın, Ω 'nın diğer bölgelerine oranla, belli başlı bazı bölgelerinde bulunduğu inanmaya sevk edecektir. θ 'nın Ω uzayında belirli bölgelerde bulunma olasılıklarından hareketle bir önsel dağılım düşünülebilir. Bu dağılıma θ 'nın önsel dağılımı denir.

İstatistikte, önsel dağılım kavramı çok fazla tartışma yaratmaktadır. Bir araştırmacının θ 'nın gerçek değerinin nerede olabileceğine dair özne inançları bulunması sebebiyle, bu dağılımın bir özne olasılık dağılımı olduğu savı bazı istatistikçiler tarafından ileri sürülür. Öte yandan, bir önsel dağılımın istatistik alanında kullanılan diğer herhangi bir olasılık dağılımından farksız olduğuna ve olasılık teorisinin tüm kurallarının bir önsel dağılım için de geçerli olacağına inanılır. Diğer bazı istatistikçiler, θ 'nın gerçek değerinin, deney yapan kişi tarafından belirlenen sabit bir sayı olduğu düşünüldüğünden, birçok problemde θ 'nın olasılık dağılımından söz etmenin doğru olmadığı yorumunda bulunur. Bu

istatistikçiler; ancak θ 'nın geçmişteki olası değerleri ile ilgili yoğun bir önsel bilgi sahibi olduğunda, θ parametresinde bir önsel dağılımın kullanılabilceği düşünmektedirler (Cılız, 2007).

Önsel dağılım, θ parametresi sonlu sayıda değişik değer aldığında kesikli önsel dağılım, reel sayılar kümesi üzerinde ya da bu kümenin bir aralığında sonsuz sayıda değer aldığında sürekli önsel dağılım adını alır. Dağılım için, Şekil 4.2 de ifade edildiği üzere, üç farklı gruplandırma yapılabilir:



Şekil 4.2. Önsel Dağılım Çeşitleri

Tanım aralığındaki integrali ya da toplamı 1'e eşit olan önsel dağılıma belirli önsel dağılım, sonsuza eşit olan önsel dağılıma belirsiz önsel dağılım denir (Tektaş,2006).

Belirsiz (improper) önsel olasılıklar, kesikli tesadüfi değişkenler için olasılık kütle fonksiyonunun toplam değeri 1 olmayan ya da sürekli tesadüfi değişkenler için olasılık dağılım fonksiyonunun integrali alındığında sonlu bir değere eşit olmayan önsel olasılıklardır (Saçaklı Saçıldı,2011).

Geçmişe dayalı bilimsel bilgi istatistiksel çıkarımda önemli bir rol oynamaktadır. Parametreler hakkındaki önsel bilginin, konu ile ilgili uzman görüşlerine, geçmiş çalışmalara

yayınlanmış eserlere ve diğer veri kaynaklarına dayanarak elde edilebildiği önsel dağılıma bilgi içeren önsel dağılım denir. Bilgi içeren önsel dağılım, araştırmacının sahip olduğu bilgiyi yansıtan önsel dağılımdır. Önsel bilginin dayatılması ile elde edilecek olan sonsal dağılım zaten istenen dağılım olacağı için bilgi içeren önsel dağılım kullanılırken, önsel dağılım tanımlamaları açıkça ifade edilmeli ve bilgi içeren önsel dağılımın etkisini görmek amacı ile bilgi içermeyen önsel dağılım ile sonuçlar karşılaştırılmalıdır (Saçaklı Saçıldı, 2011).

Parametreler hakkındaki önsel bilginin çok zayıf olduğu ve/veya veriden elde edilen bilgi dışında bilgiye ihtiyaç duyulmadığı önsel dağılıma bilgi içermeyen önsel dağılım denir. Kullanılan fonksiyon genellikle olasılık yoğunluk fonksiyonu olmamasına rağmen elde edilecek sonsal dağılımın integrali 1'e eşit olur. Bu önsel dağılımların kullanılması durumunda Bayesci yaklaşım ile elde edilen tahminler ve klasik yaklaşım ile elde edilen tahminler arasında önemli bir fark olmadığı söylenebilir (Karadağ, 2011). Bilgi içermeyen önsel olasılıklar, bilinmeyen parametre üzerinde çok az açıklayıcı güce sahip olan önsel olasılıklardır. Bilgi içermeyen önsel olasılıkların kullanımı ile Bayesci yaklaşımın subjektif olduğuna dair yapılan eleştiriler azaltılmış olur. İlgilenilen konu ile ilgili herhangi bir subjektif önsel bilginin bulunmaması durumunda, elde edilen sonuçların birbirine karşı üstünlüğünün olmadığı olasılıksal olarak ifade edilebiliyorsa, bilgi içermeyen önsel dağılımın kullanılması Bayesci analize devam edilmesini sağlamaktadır (Saçaklı Saçıldı, 2011).

Bilgi vermeyen önsel olasılıklardan biri düzgün (uniform) önsel olasılıktır ve özellikle parametrenin sınırlandırılmış olması durumunda belirlenmesi kolaydır. Kişisel inançların sonucu etkilemesi istenmediğinde düzgün önsel olasılık kullanılarak mümkün bütün değerlere eşit ağırlık verilmesi sağlanır (Bolstad, 2007; 143p). Düzgün önsel olasılık, dönüşümler altında sabit değildir, yani düzgün önsel olasılığın basit dönüşümleri düzgün olmayan yeni bir ifade meydana getirebileceği gibi eşit olasılık sağlayan özelliğinin de kaybolmasına yol açabilir (Saçaklı Saçıldı, 2011).

4.4.1. Jeffreys Önsel Dağılımı

Jeffreys önsel dağılımı da bilgi içermeyen önsel dağılımlara bir örnektir. Jeffreys, düzgün önsel olasılıklara alternatif olarak, dönüşümler altında sabit bir önsel olasılık

önermiştir. Jeffreys önsel dağılımı belirli ve tüm bileşik momentleri sonludur. Buna bağlı olarak sonsal dağılım da belirli ve tüm bileşik momentleri sonludur (Jeffreys, 1961).

Jeffreys önsel dağılımı orantısal olarak (4.9) ile ifade edilir.

$$f(\theta) \propto |J(\theta)|^{1/2} \quad (4.9)$$

Bu ifade, bir tahmin edicinin, en çok olabilirlik tahmin edicisinin komşuluğundaki duyarlılığı ölçen ve (4.10) eşitliğiyle ifade edilen Fisher bilgi matrisinin determinantının kareköküne eşittir.

$$J(\theta) = \int \left[\frac{d^2 \log f(y|\theta)}{d\theta^2} \right] f(y|\theta) d\theta \quad (4.10)$$

Jeffreys önsel dağılımı, herhangi parametrik bir model için bilgi içermeyen bir önsel dağılımın elde edilmesine olanak sağlar. Gözlemlerin farklı dağılımları için elde edilen uygun Jeffreys önsel dağılımları Tablo 4.1 de ifade edilmiştir (Gill, 2008):

Tablo 4.1. Jeffreys Önsel Dağılımları

Olabilirlik Fonksiyonu	Parametre(ler)	Önsel Dağılım $f(\theta)$
Bernoulli	$\theta = p$	$(p(1-p))^{-1/2}$
Binom	$\theta = p$	$(p(1-p))^{-1/2}$
Poisson	$\theta = \lambda$	$\lambda^{-1/2}$
Normal (μ bilinmiyor)	$\theta = \mu$	1
Normal (σ^2 bilinmiyor)	$\theta = \sigma^2$	σ^{-1}
Normal (μ, σ^2 bilinmiyor)	$\bar{\theta} = \mu, \sigma^2$	σ^{-1}

4.4.2. Eşlenik Aileleri Önseli

Parametreler hakkındaki önsel bilginin belirsiz olmadığı varsayıldığı durumlarda, bu önsel bilgiler, uygun matematiksel özelliklere sahip doğal eşlenik aileler adı verilen ailelerden birinin üyesi durumundaki önsel dağılıma eşlenik önsel dağılım denir. Bir önsel dağılım, A

ailesinin üyesiye elde edilen bilginin dağılımı B ailesinin üyesiye elde edilen sonsal dağılımın ait olduğu C ailesi için, A, B ve C aileleri için birbirlerinin eşlenik aileleridir denir.

Araştırmalarda, öncelikle sonsal dağılımın kapalı bir formda analitik olarak elde edilmesi hedeflenir. Bu durumda çoğu kez önsel dağılımın eşlenik önsel olması gerekir. Bunun en önemli nedeni, eşlenik önsel varlığında, elde edilen sonsal dağılımın, önsel dağılımla aynı aileye ait olmasıdır. Dağılımların aynı ailede yer almaları ise, uygulamacılara matematiksel hesaplamalarda önemli kolaylıklar sağlar. Aynı aileye mensup eşlenik dağılımlar Tablo 4.2 de ifade edilmiştir (Karadağ, 2011):

Tablo 4.2. Eşlenik Aileleri

Önsel	Olabilirlik	Parametre(ler)	Sonsal
Beta	Bernolli	p	Beta
Beta	Binom	p	Beta
Gamma	Poisson	λ	Gamma
Gamma	Üstel	λ	Gamma
Normal	Normal (σ^2 biliniyor)	μ	Normal
Ters Gamma	Normal (μ biliniyor)	σ^2	Ters Gamma
Normal - Gamma	Normal	μ	Normal - Gamma
Pareto	Tek Biçimli	α, β	Pareto
Gamma	Gamma	α, β	Gamma

Eşlenik önseller, sonsal dağılımların kapalı formda elde edilmesine olanak sağladıkları için oldukça kullanışlıdır (Ando, 2010). Son olasılık dağılımı, benzerlik fonksiyonuna ve önsel olasılık dağılımına bağlıdır. Genelde anakitle normal dağılmaktadır gibi kesin varsayımlar yapılmaktadır, veri yaratma sürecinin belli olduğu bu gibi durumlarda benzerlik fonksiyonu da bellidir. Bayesci istatistikçi bilinen yapıdaki bu benzerlik fonksiyonu için önsel olasılık dağılımlarının eşlenik ailesini belirlemeye çalışır. Eşlenik aile, her biri benzerlik fonksiyonu ile birleştirilebilen dağılımlardan oluşmaktadır. Eşlenik dağılım aileleri bazı özelliklere sahiptir, bu özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Winkler, 2003):

- Matematiksel Çözülebilirlik: Önsel dağılım ve benzerlik fonksiyonundan son dağılımı belirlemek kolaysa, önsel dağılımla aynı eşlenik aileye mensup son dağılım elde ediliyorsa ve önsel dağılımlardan beklenen değerler hesaplanabiliyorsa, önsel dağılım çözülebilir, denir.

- Zenginlik: Önsel dağılım istatistikçinin önsel bilgisini yansıtmalıdır. Farklı bireylerin farklı önsel bilgisi olacağı için, dağılımların eşlenik aileleri önsel bilginin farklı durumlarını içerebilecek zenginlikte olmalıdır.
- Yorum Kolaylığı: Önsel bilgi önceki örnek sonuçlarını kısmen içermektedir bu sebeple önsel dağılımı yorumlamanın en kolay yolu bir önceki örnek sonuçları açısından yorumlamaktır. Eşlenik önsel dağılımlar da bu şekilde yorumlanabilir.

Daha önce de ifade edildiği gibi eşlenik önsel olasılıkların en önemli avantajı son olasılıkların elde edilebilmesi için matematiksel kolaylık sağlamasıdır. Eşlenik önsel olasılığın parametrenin önsel olasılık dağılım bilgisi ile uyuşması istense de bazı durumlarda eşlenik önsel olasılıklar gerçeği yansıtmayabilir (Barnett, 1973; 188p).

Eşlenik tanımlamalar Markov Zinciri Monte Carlo teknikleri gelişmeden önce Bayesci istatistikte çok önemli bir yere sahipti ve bu tanımlamalar olmadan birçok modelin çözülmesi oldukça güçtü. Günümüzde de iyi bir araç olmaları sebebi ile uygulamada hala kullanılabilmektedirler (Gill, 2008).

4.5. Ek Bilginin Dağılımı

Olasılıkların Bayes teoremi ile güncellenebilmesi için elde edilen yeni bilgi ile benzerliklerin de olasılıklarla belirlenmesi gerekmektedir. Her yeni bilginin benzerliği önceden belirlenen bilgiye şartlıdır ancak bu durum şartlı bağımsızlığın varsayıldığı Bernoulli ve Poisson süreçlerinde yok sayılmaktadır.

n 'nci denemenin sonucu y_n ile gösterilirse, n 'nin pozitif tamsayı olması durumunda n 'nci denemede Bayes teoremi Eşitlik (4.11) de ifade edilmiştir.

$$P(x_i|y_1, y_2, \dots, y_n) = \frac{P(y_n|x_i, y_1, y_2, \dots, y_{n-1})P(x_i|y_1, y_2, \dots, y_{n-1})}{\sum_{k=1}^I P(y_n|x_k, y_1, y_2, \dots, y_{n-1})P(x_k|y_1, y_2, \dots, y_{n-1})} \quad (4.11)$$

Burada $P(x_i|y_1, y_2, \dots, y_{n-1})$, x_i 'nin önsel olasılığını, $P(x_i|y_1, y_2, \dots, y_n)$, x_i 'nin sonsal olasılığını, $P(y_n|x_i, y_1, y_2, \dots, y_{n-1})$ de $i = 1, \dots, I$ için ek bilginin olasılığını göstermektedir.

Veri oluşturma sürecinin, koşullu olarak bağımsız varsayıldığı durumda, ek bilginin belirlenmesinde önceki denemeler yok sayılacak ve n 'nin tüm değerleri için Eşitlik (4.12) geçerli olacaktır(Winkler, 2003).

$$P(y_n|x_i, y_1, y_2, \dots, y_{n-1}) = P(y_n|x_i) \quad (4.12)$$

4.6. Sonsal Dağılım

Sonsal dağılım, θ parametresi hakkında tüm bilgiyi içermektedir. Bu nedenle bu dağılımın etkin bir şekilde özetlenmesi gerekir. Bayesci uygulamalarda sonsal dağılımdan bilgiye ulaşma, önsel dağılımı elde etmeden sonra ikinci önemli işlemdir.

Bayesci çıkarsama süreci $f(\theta)$ önsel dağılımından $f(\theta|y)$ sonsal dağılımına geçiş sürecidir. Sonsal dağılım, verilerden gelen bilgiyi de içerdiğinden, θ 'nın önsel dağılımına kıyasla daha az değişkendir. Koşullu dağılımlara ait beklenen değer ve varyans özellikleri kullanılarak, bilinmeyen θ parametresine ait önsel ortalama ve varyans bulunur. Buna göre θ 'nın önsel ortalaması, uygun verilerin dağılımı üzerinden tüm olası sonsal ortalamaların ortalamasıdır. Önsel dağılımın varyansı ise, her zaman sonsal dağılımın varyansından büyüktür.

Sonsal dağılım bir kez elde edildiğinde, bu dağılımın karakteristik özelliklerini ortaya koyan istatistikler sonsal ortalama, sonsal ortanca ve sonsal tepe değeridir. Uygulamalarda sonsal dağılıma ilişkin sonsal ortalama, ortanca, tepe değeri gibi konum ve sonsal sapma, sonsal çeyreklikler ve sonsal aralıklar gibi saçılım ölçülerinin kullanımının yanında, bu dağılımın grafiksel olarak sunumu da oldukça faydalıdır. Özellikle çok parametrelili modellerde saçılım grafikleri ve eş yükseklik eğrileri, sonsal dağılım özetlenmesinde kullanılır.

4.7. Markov Zinciri Monte Carlo Yöntemi

Monte Carlo simülasyonu, tesadüfi sayılar üretmeye dayanır ve olası süreçlerle ilgilidir. Sistem simülasyonu, işleyen sistemlerin karmaşık bir şekilde yeniden oluşturulmasıdır, anakitleden örnekleme yapılmasına ve matematiksel karar kurallarına

dayanır. Sezgisel simülasyon, karar kurallarının olmaması durumunda kararların sözlü ifadelerine dayanmaktadır, işletme oyunları ise tarafları olan simülasyondur, oyuncuların kararlarına bağlı olarak geçmiş tecrübelerden yararlanarak o anki durumu ifade eden matematiksel bir model kurulmasına dayanmaktadır. Monte Carlo Simülasyonu fizikte, işletmelerin maliyet hesaplamalarında, finasta, inşaat sektöründe, yapay zeka ile ilgili oyunlarda, iletişim sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.

Genelde değişkenler arasındaki ilişkinin deterministik olmadığı durumlarda matematiksel olarak çözülmesi çok zor olan veya çözülemeyen problemler simülasyon modelleri ile incelenebilmektedir. Stokastik modellerin simüle edilmesi stokastik simülasyon olarak adlandırılmaktadır. Simülasyon modelleri belirsizlik hakkında fikir verir. Belirsizliklerin olduğu durumlarda çözüme ulaşmak zor olduğundan çeşitli varsayımlarla sistemin olası davranışlarını simüle eden modeller kurulur. Klasik modeller gerçeği ifade ederken, simülasyon modelleri gerçeği taklit etmektedirler.

Analitik olarak hesaplamaların çok güç hatta imkansız olduğu durumda parametreleri tahmin etmek için sonsal dağılım ile aynı dağılım ailesinin özelliklerini taşıyan simüle edilmiş değerler yaratmak mümkündür. Bu yöntem oldukça eski bir yöntemdir ve günümüzde bilgisayarların hızlı olması sayesinde kolayca uygulanabilmektedir. İstenen örnekleme dağılımından örnekler türetilabiliyorsa teorik dağılım, simüle edilmiş bu değerler ile özetlenebilmektedir.

Günlük hayatta eşlenik önsel dağılımlar kullanılmamaktadır. Eşlenik önsel dağılımların kullanılmaması durumunda sonsal dağılımlar standart dağılımlar olmayacak, elde edilmek istenen parametre değerleri kapalı yapıda hesaplanamayacaktır. Bu nedenle Bayesci hesaplama için stokastik simülasyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.

Bayesci yaklaşımda, önsel bilginin dağılımı ve mevcut çalışmadan elde edilen veriyi koşullu olarak kullanarak sonsal bilgi dağılımı kolayca belirlenebilmektedir. Teorik olarak böyle olmasına karşın pratikte çoğu zaman parametreye ait sonsal bilgi dağılımı kolayca elde edilemez. Bu gibi durumların çözümü için birçok yöntem ortaya konulmuştur. Monte Carlo integrasyonu bu yöntemlerden biridir. Monte Carlo yöntemi fizik biliminde şans sayısı türetilerek integral hesaplanması için geliştirilmiş bir yöntemdir. Ancak Bayesci yaklaşımda ve ilgili birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, Bayesci yaklaşımda,

Monte Carlo integrasyonu ile birlikte kullanıldığı Markov Zinciri yöntemi de işin içine girmektedir. Bu yöntem; herhangi bir t anında, şans değişkeni olan X_t ' nin, alacağı mümkün x değerlerinden oluşan durum uzayındaki farklı değerlerinin meydana geliş olasılıklarının sadece şans değişkenlerinin mevcut değerlerine bağlı olarak bulunabileceğini gösteren bir süreçtir (Ekici, 2005). Süreç olarak nitelendirilmesinin nedeni örnek seçiminin bir seri işlemle yapılması ve bu işlemlerin birbiri ardı gerçekleşen örnekleme yöntemi olmasıdır. Markov Zinciri Monte Carlo yöntemleri stokastik süreçlerdir. Modele ait parametrelerin marjinal sonsal bilgi dağılımlarını yorumlamada oldukça işlevsel olan bu yöntemlerden en önemlisi ve yaygın olarak kullanılanı Gibbs Örnekleme yöntemi. Bu yöntemle, koşullu yoğunluk fonksiyonlarının hepsinden örnekleme yapmak suretiyle, modeldeki tüm parametrelerin ortak yoğunluk fonksiyonuna bir yaklaşımda bulunulur (Fırat, 2002). Bazı durumlarda matematiksel yöntemler karmaşık olasılıksal modelleri çözümlenemediği yetersiz kalmaktadır. Stokastik simülasyon bu gibi durumlarda uygulanabilecek alternatif bir yaklaşımdır. Bilimin, teknolojinin, yönetimin, iş dünyasının birçok alanında gerçeğin bir kısmının anlaşılmasını sağlamak amacı ile modeller kullanılmaktadır. Simülasyonda, belirli durumlar yaratmak ve bu durumlara tepkiyi incelemek amacı ile modeller kullanılarak gerçek dünya açısından yorum yapılabilmektedir.

Standart Monte Carlo yöntemleri istenen olasılık dağılımlarına göre bağımsız simüle edilmiş değerler kümesi üretirken Markov Zinciri Monte Carlo yöntemleri ardışık simüle edilmiş değerlerin arasında bağımlılığın olduğu zincirler üretmektedir.

BÖLÜM 5

TALEP TAHMİNİ

Bu bölümde, literatürde geçen talep tahminiyle ilgili tanımlamalar ve açıklamalara yer verilerek, sektörde talep tahmininin önemi anlatılmıştır. Tahmin yapılırken dikkat edilecek hususlardan söz edilerek yöntemler tanıtılmıştır.

Talep tahmini, herhangi bir işletmeyi kurarken veya bir yatırım kararı alırken buna başlamadan önce kurulması düşünülen işletmenin üreteceği mal veya hizmete karşı piyasada oluşması olası talep düzeyinin tahmin edilmesidir. İşletmenin kuruluş aşamasında yapılan talep tahminleriyle üretilmesi tasarlanan mal ve hizmetlere belirli bir fiyattan ne kadar talep olacağı belirlenmeye çalışılır. Tüketicilerin taleplerini veya satın alma isteklerini, başta gelir durumları olmak üzere zevk ve alışkanlıkları, rakip veya tamamlayıcı mal ve hizmetlerin fiyatları ve benzer diğer bazı değişkenler etkiler. Talep tahmini sağlıklı ve yeterli bilgi ile verilere ihtiyaç duyar. Söz konusu bilgiler finansman, ekonomik, toplumsal, endüstriyel, mesleki ve çeşitli kamu kurumlarından sağlanabilir.

Tahmin, bilinmeyen bir parametrenin değerinin, bilinen parametreler kullanılarak, gelecekteki durumun kestirilmesidir. Talep tahminine ilişkin birçok tanım yapılmıştır. Talep ölçümü, talebin niceliksel tahminlerinin yapılmasına ilişkin faaliyetler bütünüdür. Talep tahmini ise belirli bir ürünün, belirli bir gelecek zaman içindeki satışlarının tahminidir. Satış tahmini, bir endüstri veya bir firmanın bir pazar dilimine satmayı umduğu mal ve hizmet miktarıdır (Tek, 1999). Talep tahmini tüketicilerin gelecekte ne kadar mal ve hizmet talep edeceklerinin değişkenler yardımıyla tahmin edilmesidir (Karaatlı vd., 2012). Bu tahmin, işletmenin üretim seviyesinin tayin edilmesi için hayati öneme sahiptir. Hangi ürünün üretileceği, tüketicilerin bu üründen ne kadar talep edecekleri ve bu talebin çoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşebileceği talep tahmini ile yorumlanır (Brooks, 1984). Talep tahminlerinin geliştirilmesi, hem öncül hem de formel tahminleri içeren çok aşamalı bir süreç niteliği taşımaktadır (Kress and Snyder, 1994).

Bir işletmenin talep tahminine duyduğu ihtiyaç, üretim tipi, imalat araçları ve yöntemleri, mamul çeşidi, tüketici eğilimi, rakiplerin durumu, stoklama imkanları, dağıtım

kanalları vs. gibi pek çok faktörün etkisi altında belirir (Kobu, 1984). Tüm sektörlerin amacı, piyasa talebini karşılamak; mal ve hizmet üreterek bunları pazara sunabilmektir. Talep, tüketicilerin bir mal veya hizmeti belirli bir fiyat seviyesinden almaya hazır oldukları miktardır (Tekin, 2009).

Geleceğe yönelik öngörüler yapmak için ekonomik analizler daha detaylı yapılmaya başlanmış, öngörü modellerinin ekonominin birçok dalında uyarlamasının olduğu görülmüştür. Öngörü amaçlı çalışmalar ilk başta basit modelleme denemeleri ile gerçekleşmiş, daha sonra ise teknolojinin sağladığı avantajlar kullanılarak daha karmaşık modeller kurulup, sonuç alınmaya başlanmıştır. Gerçekleşen teknolojik gelişmeler artık modelleme tekniklerinde daha karmaşık çalışmalar yapma imkânı sunmuş ve aynı zamanda daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamıştır. Küreselleşme olgusunun daha yoğun yaşanması ile birlikte ülkelerde meydana gelen siyasi ve ekonomik gelişmeler diğer ülkeleri de önemli ölçüde etkilemeye başlamıştır. Dolayısıyla ülkelerin makroekonomik parametrelerine ilişkin tahminlerde bulunması ve bu tahminlere dayalı öngörüler üretmesi gerekmektedir. Son dönemde birçok makroekonomik değişkene ilişkin tahmin çalışması yapıldığı görülmüştür (Aygören vd., 2012).

Ürün talebini etkileyen iç ve dış faktörler saptandıktan ve değerlendirmesi yapıldıktan sonra ürüne ilişkin öncül tahminler geliştirilmektedir. Bu tahminlerin sağladığı bilgiler firmanın pazarlama stratejisinin oluşturulmasında kullanılmakta ve sonrasında da formel talep tahminleri hazırlanmakta ve raporlanmaktadır. Sürecin son aşaması ise tahminlerin izlenmesi aşamasıdır. Tahminleme periyodu boyunca tahminlerin izlenerek gerçekleşen durumları ne kadar yansıttığı saptanmalıdır (Özdemir ve Özdemir, 2006).

Karar sürecinde kullanılan tahminleme teknikleri kalitatif ve kantitatif olarak sınıflandırılmaktadır. 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 niteliğinde olmaktadır. Tahminlemede kullanılan tekniklerden kalitatif tahminleme teknikleri, mevcut durumlara ve gelecekle ilgili planlara ilişkin bilgisi olması beklenen kişilerin fikir ve yargılarının toplanmasını gerektirmektedir (Monks, 1987). İşletmelerin karar verme sürecinde kullanacakları tahminleme tekniklerinin seçilmesinde; tahminlerin kapsadığı zaman aralığı, tahminlerin hazırlanması için gerekli olan zaman süresi, tahminlerin sonuçlarına göre

verilecek kararların uzun veya kısa vadeli oluşu, verilere erişebilme, elde edilen verilerin niteliği ve seyri, tahminleme sürecinde kullanılan kaynakların maliyeti, karar vericinin tolere edebileceği hata payı, tekniğin anlama ve uygulama açısından kolaylığı, yöntemi uygulayacak ve tahminleri kullanarak kararlar verecek olan bireylerin özellikleri vb. pek çok faktörün dikkate alınması gerekmektedir (Schroeder, 1989; Klassen and Flores, 2001).

Uzmanların görüşleri, bireysel deneyim ve yargılar ile sübjektif faktörler ele alınabilmektedir (Render and Stair, 2000). Kalitatif teknikler, tahminlenecek olguya ilişkin sayısal verilerin elde edilememesi, belirsizliğin ve verilerin değişkenliğinin fazla olması durumunda kullanılabilir. Sübjektif faktörlerin ele alınmasını sağlayan kalitatif tahminleme tekniklerinin girdileri çeşitli kaynaklardan elde edilebilmektedir. Bu bilgi kaynakları, müşteriler, satış elemanları, yöneticiler, teknik elemanlar veya işletme dışından çeşitli uzmanlar olabilmektedir (Stevenson, 1989).

Karar verme sürecinde kullanılan başlıca kalitatif teknikler Delphi Tekniği, Pazar Araştırmaları, Uzman Grup Görüşleri ve Satış Gücü Karması olmak üzere dört grupta toplanabilmektedir (Demir ve Gümüšoğlu, 2003). Kalitatif teknikler soyut faktörlerin ve sübjektif deneyimlerin ele alınabilmesini sağlamasına karşın, karar verme sürecinde kişisel önyargı ve eğilimlerin yer almasından dolayı genellikle daha düşük performansa sahip tahminlerle sonuçlanmaktadır. Sonuç olarak yanlış tahminler yapılması işletmelerin satış kayıpları, kaynaklardan etkin biçimde yararlanılamaması vb. gibi çeşitli sorunlarla karşılaşmalarına neden olmaktadır.

Kalitatif tekniklerde olduğu gibi uzmanların yargı ve görüşlerine yani kalitatif verilere değil, sayısal verilerin analiz edilmesine ve çeşitli istatistiksel yöntemlerin sonuçlarına dayanan kantitatif tahminleme tekniklerinin işletmelerin zarar verme sürecinde kullanılabilmesi için ise tahminlenecek değişkene veya duruma ilişkin sayısal verilere ulaşılması gerekmektedir. Kantitatif tekniklerde yararlanılan sayısal veriler; barkod teknolojisi, satış noktası verileri ve müşterilerden elde edilebilmekte ayrıca doğru bilgilere ulaşılabilmesi için bilişim teknolojilerinden de faydalanılabilmektedir. Örneğin CRM yazılımları ile müşteriler hakkında elde edilen bilgiler veri tabanlarında saklanabilmekte ve ERP çözümleri ile bu bilgiler tedarik zincirindeki diğer işletmelerle de paylaşılabilir (Sanders and Manrodt, 2003). Kantitatif tahminleme teknikleri, zaman serileri ve nedensel teknikler (regresyon analizi) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Zaman serileri analizinde,

tahminlenecek değişkene ilişkin geçmiş veriler belirli bir veri seyri elde etmek üzere analiz edilmektedir. Bu nedenle tahminleme sadece geçmiş verilerin bu amaçla analiz edilmesine ve yapılacak tahminlerde kullanılmasına dayanmaktadır. Bu özelliğinden dolayı zaman serileri analizi, değişmeyen koşullar altında daha etkin olmaktadır (Bhattacharya, 1997).

Öngörü modellerinde, teknolojik gelişmeler model ve yöntem çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Büyük ölçekli yapısal makro ekonometrik ölçekli modeller, basit regresyon modelleri, Box-Jenkins (ARMA) modeli ve VAR (Vektör Otoregresif) modelleme tekniği gibi birçok istatistiksel ve ekonometrik yöntem öngörü yapmada kullanılmaktadır. Ekonomik analiz istatistik ile iç içe girerek tüm çalışmalarda yoğun şekilde kullanılır hale gelmiştir. Bu teknikler zaman içerisindeki gelişmeler sayesinde yerini esnek hesaplama tekniklerine bırakmış ve geleneksel yöntemler olarak literatürde yerini almıştır. Yumuşak hesaplama teknikleri arasında bulunan bulanık mantık, yapay sinir ağları ve genetik algoritma gibi modelleme teknikleri modelin öğrenme sürecine ilişkin dinamikler üzerinden hareketle tahmin sonuçları vermektedirler (Aygören vd., 2012).

Talep tahmini teknikleri içerik itibariyle; sayısal teknikler ve sayısal olmayan teknikler diye iki grupta toplanabilir. Sayısal tekniklere örnek olarak; nedensel ekonometri modelleri, regresyon-korelasyon testleri ve karma istatistik modelleri verilebilir. Sayısal olmayan teknikler arasında; tecrübe ve sezgiye dayalı tahminler, geçmiş canlandırma, senaryo yazma, beyin fırtınası bulunmaktadır. Son günlerde hızla gelişen bilgi işlem alanındaki gelişmeler, simülasyon ve işletme oyunları için geniş bir uygulama sahası oluşturmuştur (Karayalçın, 1993).

5.1.Talep Tahmininin Önemi

Bir işletmenin talep tahminlerine duyduğu ihtiyaç, üretim tipi, imalat araçları ve yöntemleri, mamul çeşidi, tüketici eğilimi, rakiplerin durumu, stoklama olanakları, dağıtım kanalları gibi pek çok faktörün etkisi altında belirir. Tüketiciden talep geldiği andan itibaren başlayarak mamulün müşteriye teslim edilmesi anına kadar geçen sürenin uzunluğu talep tahmin ihtiyacını ortaya çıkarır. Tüketicinin isteklerini zamanında karşılamak amacı ile stoklamaya gidilmesi talep tahminlerinin önemini artırır (Kobu, 1984). Üretim planlaması yapılırken ilk hareket noktası üretilmesi gereken veya istenen miktardır. Üretilmesi

düşünülen mamule ne kadar talep olacağı bilinmeden herhangi bir planlama yapılamaz. Orta büyüklükteki bir imalat işletmesinin talep tahminleri satış departmanına bağlıdır. Satış departmanı talep rakamlarını tespit ettikten sonra bunların üretilmesi için üretim departmanına aktarır. İsteklerle üretim imkanlarının karşılaştırılması sonunda tahminler üzerinde ayarlamalar yapılır. Bu sırada üretim ile satış departmanı arasında sıkı bir ilişki yaşanır. Talep tahminleri ile ilgili sorumluluklar departmanlar arasında paylaşılır:

<u>Faaliyet</u>	<u>Sorumlu Departman</u>
Talep tahminlerinin yapılması	Satış veya pazarlama
Üretim planlarında veri olarak kullanma	Üretim planlama
Gerçek değerle satışlar arasındaki sapmaların tespiti	Üretim planlama
Sapmaların nedenlerinin araştırılması	Satış
Düzeltilmelerin yapılması	Satış
Düzeltilmelerin üretim planlarına yansıtılması	Üretim planlama

Talep tahminleri üretim planlama departmanının sorumluluğu altında bulunan bir faaliyet değildir. Bununla beraber bu faaliyetin ortaya çıkardığı sonuçlardan en fazla yararlanan ve etkilenen departman üretim planlamadır. Üretim planlarının hazırlanmasından, ekonomik stok düzeylerinin korunmasından, malzeme tedarikinden ve sapmalar karşısında etkin tedbirlerin alınmasından doğrudan sorumlu olan üretim planlamanın dayandığı temel verilerin başında talep tahminleri gelir.

Talep tahminlerinde göz önüne alınacak prensiplerden bazıları şöyle sıralanabilir:

- Miktar veya çeşit bakımından büyük olan gruplar için yapılan tahminler daha duyarlıdır.
- Tahminlerin kapsadığı zaman aralığı kısaldıkça duyarlılık artar.
- Her talep tahmin araştırmasında sapmaları belirleyecek hata hesaplamaları yer almalıdır.
- Herhangi bir talep tahmin araştırmasının sonuçlarını uygulamaya geçmeden önce kullanılan yöntemin geçerlilik testi yapılmalıdır.

5.2. Talep Araştırmasının Aşamaları

Talep araştırması, talep tahminine yönelik pazar araştırması yapıldıktan sonra gelen önemli bir aşamadır. Pazar araştırması yapılırken;

- Talep miktarının araştırılması
- Yurtiçi üretim ve ithalat durumunun araştırılması
- Cari piyasa fiyatları ve maliyet durumunun araştırılması
- Üretilcek mal ve hizmetlerin özellikleri ve kullanım alanlarının araştırılması
- Tüketicilerin tip ve özelliklerinin araştırılması
- Rekabet koşullarının araştırılması
- Üretilcek mallar ve ikame mallarının arz kaynaklarının araştırılması
- Dağıtım kanallarının araştırılması
- Üretilcek mallar konusunda hükümetlerin ekonomik politikasının araştırılması

hususlarına özellikle dikkat edilmelidir. Talebin belirlenmesi için yapılan araştırma 3 aşamadır. Bilgi toplanır, derlenip düzenlenir. Bu bilgiler ışığında tahmin yapılacak yöntem belirlenir. Son olarak da elde edilen sonuçlar karşılaştırılır.

5.2.1. Bilgi (Veri, Data) Toplanması ve Derlenip Düzenlenmesi

Araştırma değerini veya geçerliliğini etkileyen son derece önemli bir aşamadır. İşe yarayacak bilgilerin toplanması işletmenin kayıt sisteminin iyilik derecesine bağlıdır. Geçmişe ait satış, tedarik, işlem zamanı ve maliyet kayıtları olmadan geleceği tahmin etmenin güçlüğü meydandadır. Araştırmacının amaçlarını göz önüne alarak toplayacağı bilgilerin cinsi, kapsamı ve ayrıntısı konusunda doğru karar vermesi gerekir. Eksik veya istenenden fazla ayrıntılı bilgiler araştırmanın maliyetini yükselttiği gibi sonuçların duyarlılığını da olumsuz yönde etkiler.

Elde edilen bilgilerin yeterli düzeyde ve gerçekçi olmaları kadar, o bilgilerin düzenlenmesi de önemlidir. Önemi çok yüksek olan bilgilerin geçerli olabilmesi ve sağlıklı öngörülerde bulunabilmesi için anlamlı tablolara dönüştürülmesi gerekir. Derlenen bilgilerin düzenlenmesi bağlamında; yurtiçi üretim ve tüketim durumu, ithalat ve ihracat miktarları, yurtiçi üretim kapasiteleri ve kapasite kullanım oranları, dünya üretim yapısındaki değişmeler,

üretilecek malların kullanım yerleri, yurtiçi veya yurtdışı fiyatlara ilişkin bilgiler, ithal edilen malların yurtiçi satış fiyatları ve gerek ihracatçı gerekse de ithalatçı ülkelerle rekabet koşullarına yer veren dış ticaret bilgilerine ihtiyaç duyulur.

5.2.2. Zaman Aralığının Tespiti

Talep tahmininde zaman aralığını doğru tespit etmek oldukça önemlidir. Talep tahminlerinin kapsadığı zaman aralığı büyüdükçe sonucu etkileyen faktörlerin sayısı artar ve bunlar arasındaki ilişkiler gittikçe karmaşık ve belirsiz bir hal alır. Vade kısaldıkça da tahminlerin gerçeğe uygunluk derecesi önem kazanmaya başlar. Zaman aralığına göre sınıflandırmada yer alan tipler şunlardır:

- Çok kısa vadeli tahminler: Haftalık, hatta günlük olarak parça, malzeme ve mamul stoklarının kontrolü veya montaj hattı iş programlarının hazırlanması amacı ile yapılır. Daha çok işletme içi verilerden yararlanır.
- Kısa vadeli tahminler: En uygun imalat parti hacimlerinin, tedarik zamanlarının ve sipariş büyüklüğünün saptanması amacıyla yöneliktir. Genellikle 3-6 aylık bir süreyi kapsar.
- Orta vadeli tahminler: Tedarik süresi belirsiz veya uzun olan malzeme alımlarının, üretim prosesi karmaşık mamullere ait imalat faaliyetlerinin, talebi mevsimsel dalgalanma gösteren mamul stoklarının planlanması amacıyla hizmet ederler. 6 ay ve 5 yıl arası bir süreyi kapsar.
- Uzun vadeli tahminler: İşletme tesislerinin genişletilmesi, yeni makineler alınması gibi yatırım planlamasını ilgilendiren konulara veri sağlama amacıyla taşırlar. Beş yıl ve daha uzun süreleri kapsayan zaman dilimleri için yapılır.

Talep araştırması sonuçlarının kullanılış amacı ile zaman aralığı (periyot) uzunluğu arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, günlük iş emirlerinin hazırlanmasında yararlanılacak tahminlerin aylık periyotlar için yapılması son derece yanıltıcı sonuçlar verebilir.

5.2.3. Tahmin Yönteminin Belirlenmesi

Talep tahmininde kullanılacak yöntemin seçimi duyarlık, maliyet ve zaman tasarrufu açısından önem taşır. Toplanan bilgilerin belirsizlik, duyarlık, değişim biçimi gibi nitelikleri ile uygulama amaçları kullanılacak yöntemin seçiminde göz önüne alınması gereken önemli faktörlerdir. Bu yüzden yöntem belirlenirken aşağıdaki kavramlara gereken önemin verilmesi gerekir.

- **Bilimsellik Derecesi:** Kullanılan metodun, sonuçları yorumlayıp karar verecek olan yöneticinin bilgi ve yeteneği ile bağdaşmasına önem göstermelidir.
- **Zaman:** Gerekl bilgilerin toplanması ve işlenerek sonuçların çıkarılması uzun zamana ihtiyaç gösterebilir. Eldeki kaynakların sınırlı olması halinde ise maliyet de artabilir.
- **Kararın Niteliği:** Talep tahminlerinin sonuçlarına dayanarak verilecek kararların uzun veya kısa vadeli oluşu, istenilen duyarlık ve mamul sayısı seçilen yöntemi etkiler.
- **İlgi Kaynakları:** Kullanılan yöntemi sınırlayan en önemli faktör gerekli bilginin elverişliliğidir. Bazen istenilen ayrıntı ve duyarlılıkta bilgi toplamak kesinlikle olanaksızdır.
- **Değişmelerde Kararlılık:** İncelenen olayda değişmeler az ise küçük n veya α değerli zaman serilerinin kullanılması uygundur. Beklenmedik ani sıçramalar gösteren olaylarda ise uzman kişilerin tecrübe ve sezgisine dayanan kalitatif tahmin yöntemleri kullanılır.
- **Karar Vericinin Niteliği:** Herhangi bir konuda yapılan bir tahminin gelecekte olması beklenen değerleri temsil ettiği çoğu kez gözden kaçır. Pek çok yönetici tahmin sonuçlarını gelecekte olmasını istediği değerler şeklinde yorumlar.

Bir talep tahmin araştırmasının geçerliliği kullanılacak yöntemden çok toplanan bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Bununla beraber yanlış hesaplama yönteminin kullanılması doğru bilgilerin dahi işe yaramaz hale gelmesine yol açar. Talep tahminleri, dolaysız (direkt) ve dolaylı (endirekt) olmak üzere iki yoldan yapılabilir.

5.2.3.1. Dolaysız (direkt) yolla talep tahmini (Kalitatif)

Dolaysız yolla talep tahmini çalışmasında, verilere doğrudan doğruya ulaşıp, orijinal (asıl) kaynaklardan elde edilmesi söz konusudur. Tahminlerde kullanılan bilgiler tecrübe,

kişisel yargı ve sezgiye dayanır. İşletmenin çeşitli ünitelerinde ve ilgili kuruluşlarında çalışan kişilerin görüşleri sistematik biçimde toplanarak analiz edilir. Bu yöntemin basit ve düşük maliyetli olma gibi avantajlarına karşılık en büyük sakıncası tamamen tecrübe ve sezgiye dayanmasıdır.

➤ **Anket yoluyla talep tahmini:**

Bu yöntemde doğrudan doğruya insanlara yönelmek söz konusudur. Hazırlanan anket formları tüketici veya malı kullanacaklara gönderilerek onların duygu, düşünce ve beklentileri öğrenilebilir. Ortaya çıkan sonuçlara göre talep tahminleri yapıp fonksiyonel, şekil ve üretim tasarımları yeniden gözden geçirilebilir, malın piyasaya sunulması geciktirilebilir veya hiç yapılmayabilir. Anket yönteminin bilimsel yönü biraz zayıf kalmaktadır. Verilen bilgilerin objektiflikten uzak, güvenilirlik durumları tartışma konusu olabilen ve bilgi verenlerle iletişim hatalarının söz konusu olabildiği bu yöntem çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

➤ **Yöneticilerin görüşlerinin alınması yoluyla talep tahmini:**

İşletmelerde tedarik, üretim, pazarlama, finansman, muhasebe, personel, halkla ilişkiler ve Ar-ge gibi departmanlar örgütsel amaçlara ulaşma yönünden oldukça büyük önem taşır. Buralarda görev alan veya alması olası olan yöneticilerin gerek geçmiş deneyimleri ve gerekse de geleceğe ilişkin sezgileri işletme üst yönetimince öğrenilmeli ve alınacak kararlarda kullanılmalıdır. Görüşlerine başvuru alan alt yöneticiler kendilerini daha fazla sorumlu hissedecekler ve görevlerini daha bir şevkle yerine getirebileceklerdir.

➤ **Kilit personelin görüşleri alınmak yoluyla talep tahmini:**

Bu yöntem genelde tevsii (genişleme) yatırımlarında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle, pazarlama departmanı ve görevlilerinden pazarlama stratejilerinin yeniden belirlenmesinde; ürün çeşitlendirmesinde, kalite ve fiyat tayininde, dağıtım ve tutundurma etkinliklerinden çok yararlı bilgiler elde edilebilir.

5.2.3.2. Dolaylı (endirekt) yolla talep tahmini

Tahmini yapacak ölçüyü etkileyen değişkenler seçildikten sonra aradaki ilişki bir matematik ifade ile temsil edilir. Araştırılan ölçü bağımlı değişken (Y), diğerleri bağımsız

değişken (X_1, X_2, \dots, X_n) olarak tanımlanır. Talep tahmininin (Y) gelecekteki değerleri matematik modelin istatistik yöntemlerle analizi sonunda belirlenir.

➤ **Zaman Serileri Analizi İle Talep Tahmini:**

Zaman serileri analizinde geçmişe ait verilerden yararlanılmakta, geçmişin gözlemine dayanılarak geleceğe yönelik tahminlerde bulunmaktadır. Zaman serilerinde bağımsız değişken daima saat, ay, gün vs. gibi bir zaman ölçüsüdür ve değerler arasında eşit aralık vardır. Bağımlı değişken stok düzeyi, para, mamul sayısı, verim gibi ölçülebilen herhangi bir varlık olabilir. Elde edilen geçmiş dönemlere ait bilgilerin istatistiki değerlendirilmesi yapıp trendleri saptandıktan sonra, gelecekteki olası talep düzeyi tahmin edilebilir. Bir zaman serisinde bağımlı değişkenin (Y) zamana (X) göre değerleri incelenir.

Bir zaman serisi analizinde kullanılan geçmişe ait bilgilerde değişmelere neden olan dört eleman vardır:

- **Trend:** Zaman serisinin uzun vadedeki değişme yönünü gösterir. Pozitif eğilimli lineer trend bağımsız değişkende birim zamandaki artışın sabit olduğu anlamına gelir.
- **Mevsimsel Değişmeler:** Doğal koşulların veya insan gelenek ve davranışlarının neden olduğu değişmelerdir. Isıtma cihazı satışlarının kışın artması gibi
- **Uzun Vadeli Dalgalanmalar:** En az üç yılı kapsayan uzun vadeli trend doğrusu etrafında meydana gelen değişmelerdir. Ulusal ekonomideki hızlı gelişme gibi.
- **Tesadüfi Değişimler:** Meydana geliş nedenleri belli olmayan ve sistematik bir değişim şekli göstermeyen değişmelerdir. Önceden tahmin edilmeleri çok güç olduğundan önlenmesi için bir girişimde bulunulmaz.

➤ **Basit Trend Yöntemi İle Talep Tahmini:**

Bu yöntemde geçmişe yönelik çalışmalar ağırlık kazanır. İşletmenin üretip-pazara sunmayı düşündüğü mal ve hizmetin geçmiş 5-10 yıllık ortalama artış hızını saptayıp, geleceğe ilişkin bir hedef belirleyebilmektedir.

➤ **Grafikle Gösterme Yolu İle Talep Tahmini:**

Basit trend yönteminin geliştirilmesi ile elde edilen bu yöntem daha çok göze hitap eden bir özellik taşır. Grafikle gösterme yönteminde, talep tahmini yapılacak zaman serisi için, geçmiş yıllara ait değerler grafik üzerinde gösterilir. Uzun süredeki gelişme bir doğru veya eğri çizilerek gelecek yılların durumu göz kararı ile tahmin edilerek kağıt üzerinde gösterilir.

➤ **Önde Giden Göstergeler Yöntemi İle Talep Tahmini:**

Ekonomide temel ekonomi gösterge sayılan ve olası ekonomik gelişmelerin habercisi ve işareti olan birtakım göstergeler mevcuttur. Bunlar;

- Gayri safi milli hasıla
- Milli gelir
- Kişi başına milli gelir
- Para ve maliye politikaları
- Para ve kredi arzı
- Kredi oranları
- Fiyat gelişmeleri
- İstihdam ve ücretler
- Nüfus artışı
- İnşaat endüstrisindeki gelişmeler ve konut sayısı
- Stok hareketleri
- Enerji tüketimi
- Ödemeler dengesi
- Kamu ve özel kesim harcamaları
- Tarım, sanayi ve hizmet sektörlerindeki üretim miktarı

Bu göstergelerle diğer malların tüketimi ve fiyatları arasında korelasyon (ilişki) araştırılır. Örneğin kişi başına harcanabilir milli gelir, fiyatlar, istihdam ve ücretler arasındaki ilişkiden bir sonuç çıkarılarak geleceğe ait tahminde bulunulabilir.

➤ **Yarı Ortalama Yöntemi İle Talep Tahmini:**

Bu yöntem, geçmiş yıllara ait tüketim serisinin iki eşit kısma bölünmesi ve her bir yarıdaki değerlerin ortalamasının alınması esasına dayanmaktadır. Burada elde edilen ortalamaların grafik kağıdına işaretlenmesinden sonra, noktaları birleştiren bir doğru çizilmesi gerekir. İki noktayı birleştiren doğrunun uzantısı ise, gelecekteki olası talebi belirleyebilmektedir.

➤ **Hareketli Ortalama Yöntemi İle Talep Tahmini:**

Bu yöntemde belirli bir döneme ait verilerin yıllar itibariyle gösterdiği dalgalanmalar ve bunlara ait hareketli ortalamalar hesaplanıp izleyen yıllarda hangi eğilimi göstereceği saptanabilmektedir. Hareketli ortalama yönteminde ele alınan seriler, üçerli, dörderli veya daha fazla sayıda gruplamaya tabi tutulur ve birinci grubun ortalama değeri aynı grubun orta hizasına yazılır. Ondan sonraki gruplamalarda da bir önceki grubun ilk sayısı terk edilerek birinci gruptan sonraki ilk sayı bu gruba dahil edilmektedir. Bu grubunda ortalaması alınmak suretiyle grubun orta sayısının hizasına yazılır. Bundan sonraki işlemlere daha önceki grubun ilk değeri atılmak suretiyle devam edilir. Devam edilen işlemler sonucunda satış miktarı belli olan en son devreye ulaşılır. Ancak daha önceden işleme girmiş bulunan en eski devreye ait satış miktarı işlem dışı bırakılır.

Bir tahmin yönteminin duyarlılığı yapılan tahminlerle gerçek değerler arasındaki sapmaların analizi sonunda ortaya çıkar. Duyarlık analizi ancak tahmin periyodunun sonunda gerçek değerler bilindikten sonra yapılabilir. Analiz sonunda hatalar kabul edilebilir limitler dışında ise hata kaynakları araştırılıp düzeltici önlemler alınır. Başlıca hata kaynakları şunlardır:

- Tahmin yönteminde önemli bir değişkenin hesaba katılmaması
- Değişken niteliklerinde çevre koşulları yüzünden önemli değişimler olması
- Aniden ortaya çıkan trend veya çevrim değişimleri
- İklim, zelzele, ekonomik kriz gibi olayların neden olduğu yapısal değişiklikler
- Tahmin yönteminin yanlış uygulanması veya yorumu
- Varlığı herhangi bir nedenle açıklanamayan tesadüfi olaylar

5.2.4. Tahmin sonuçlarının araştırılması

Çeşitli bilgilere dayanılarak yapılan tahminlerle gerçek değerler arasındaki farkların sistematik biçimde tespiti ve nedenlerinin araştırılmasından oluşmaktadır.

Tüm bu aşamalardan hareketle, özet olarak, iyi bir talep tahmini; zamanı dikkate almalı, güvenilir olmalı, anlamlı birimler şeklinde ifade edilmeli, yazılı olmalı, anlamada ve kullanımda kolaylık sağlamalıdır.

BÖLÜM 6

EŞLENİK AİLELERİ ÖNSELİ VE JEFFREYS ÖNSELİ İLE TALEP TAHMİNİ KARŞILAŞTIRILMASI

Talep tahmini, belirli bir ürünün, belirli bir gelecek zaman içindeki satışlarının tahminidir. Satış tahmini, bir endüstri veya bir firmanın bir pazar dilimine satmayı umduğu mal ve hizmet miktarıdır. Bu tahmin, işletmenin üretim seviyesinin tayin edilmesi için hayati öneme sahiptir. Hangi ürünün üretileceği, tüketicilerin bu üründen ne kadar talep edecekleri ve bu talebin çoğunlukla hangi tarihlerde gerçekleşebileceği talep tahmini yöntemleri ile belirlenir.

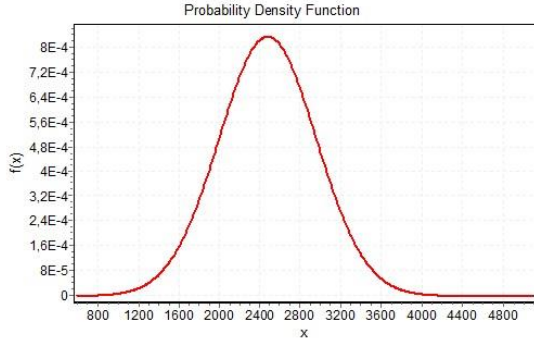
Uygulama iki problem olarak ele alınmıştır. Tablo 6.5 te verilmiş, Amerika nüfus sayım idaresinin resmi internet sitesinden alınan, 1997-2013 yıllarına ait kadın kıyafeti aylık satış verileri ile ileriki dönemlere ilişkin talebin tahmini için temel alınmıştır.

Birinci problemde ilk olarak 2007 yılı, daha sonra da 2013 yılı için ortalama tahmini yapılmıştır. Problemin ilk adımında 1997-2001 yıllarına ait bilgiler önsel bilgi, 2002-2006 yıllarına ait veriler ek bilgi olarak kabul edilmiş, 2007 yılı için ortalama tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 2007 yılının gerçek verilerine ait ortalama ile karşılaştırılmıştır. İkinci adımda, ilk adımda elde edilen, sonsal bilgi, 2007 yılı tahmin bilgisi, önsel bilgi, 2008-2012 yıllarına ait bilgiler ek bilgi olarak kabul edilmiş ve 2013 yılı için tahmin yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar 2013 yılının gerçek verilerine ait ortalama ile karşılaştırılmıştır.

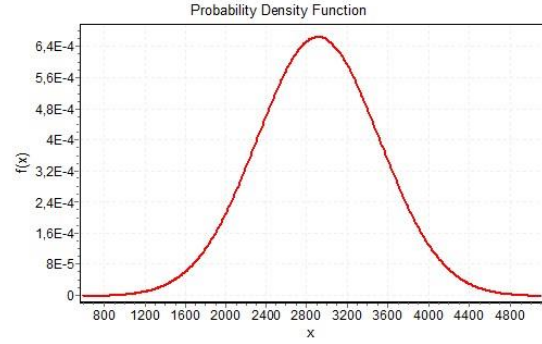
İkinci problemde 1997-2006 yıllarına ait bilgiler önsel bilgi, 2007-2012 yıllarına ait veriler ek bilgi olarak kabul edilmiş, 2013 yılı için ortalama tahmini yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 2013 yılının gerçek verilerine ait ortalama ile karşılaştırılmıştır.

6.1. İki Adımda Talep Tahmini

Bu problemde, ilk adım için 1997-2001 yıllarının verileri önsel bilgi, 2002-2006 yılına ait veriler, 2007 yılının satış ortalamasını tahmin etmek için ek bilgi olarak alınmıştır. 2476,72 ortalama ve 479,75 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan önsel bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.1a'da, 2910,82 ortalama ve 601,73 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan ek bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.1b'de verilmiştir.



Şekil 6.1a 31997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72;479,75))



Şekil 6.1b 4 2002-2006 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2910,82;601,73))

İlk adım için, eşlenik ailelerinde normal dağılıma sahip önsel bilgi ve normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilinip ortalamanın bilinmediği duruma göz önüne alınmıştır. Ortalaması ve varyansı $(\mu''_{E11}, \sigma''_{E1}{}^2)$ olan sonsal dağılım, normal dağılıma sahip önsel bilgiye ait ortalama ve varyans (μ', σ'^2) ve (μ, σ^2) ile normal dağılmış anakitleden çekilen ek bilgiye ait ortalama ve varyans $(\bar{y}, \frac{\sigma^2}{n})$ olarak kabul edilerek, aşağıdaki hesaplamalar sonucunda elde edilmiştir.

$$p(\mu|y_1, y_2, \dots, y_n) = p(\mu') \times p(y_1, y_2, \dots, y_n|\mu) \quad (6.1)$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi \frac{\sigma^2}{n}}} \exp\left\{-\frac{(\mu - \bar{y})^2}{2 \frac{\sigma^2}{n}}\right\} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi \sigma'^2}} \exp\left\{-\frac{(\mu - \mu')^2}{2\sigma'^2}\right\} \quad (6.2)$$

Varyansın bilindiği durum ele alındığından, σ'^2 ve σ^2 işlemler sırasında sabit değer olarak ele alınmış, (6.1) ve (6.2) deki işlemlerde ihmal edilerek ve (6.3) ve (6.4) ifadeleri elde edilmiştir.

$$p(\mu|y_1, y_2, \dots, y_n) \propto p(\mu') \times p(y_1, y_2, \dots, y_n|\mu) \quad (6.3)$$

$$\propto \exp\left\{-\frac{(\mu - \bar{y})^2}{2\frac{\sigma^2}{n}}\right\} \times \exp\left\{-\frac{(\mu - \mu')^2}{2\sigma'^2}\right\} \quad (6.4)$$

Buradaki hesaplamalar ve düzenlemeler sonucunda (6.5) ve (6.6) Eşitlikleri elde edilmiştir.

$$\mu''_{Eik} = \frac{\sigma^2}{\sigma^2 + n\sigma'^2} \mu' + \frac{\sigma'^2}{\sigma^2 + n\sigma'^2} n\bar{y} \quad (6.5)$$

$$\sigma''_{Eik}{}^2 = \frac{\sigma^2 \sigma'^2}{\sigma^2 + n\sigma'^2} \quad (6.6)$$

Eşitliklerde indis olarak kullanılan E, eşlenik aileleri önseli, J, Jeffreys önselini temsil ederken, i , uygulamanın hangi problemi olduğunu, k ise Bayesci güncelleme adım sayısını ifade etmektedir. $i = 1$ olduğunda $k = 1,2$ olup, $i = 2$ olduğunda k kullanılmamıştır. Örneğin, μ''_{E12} ; birinci problemin ikinci adımındaki, eşlenik aileleri önseli kullanılarak elde edilen sonsal dağılıma ait ortalamayı temsil etmektedir.

Jeffreys önseli kullanılırken, önsel bilgiye ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olunmadığı varsayılmış ve eşlenik ailelerinde olduğu gibi, normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilindiği ortalamanın bilinmediği durum ele alınmıştır. Ek bilgiye ait bilgiler ile (4.9) ve (4.10) Eşitlikleri kullanılarak önsel dağılım $p(\mu') \propto 1$ olarak belirlenmiştir. Sonsal dağılımın ortalaması ve varyansı $(\mu''_{J11}, \sigma''_{J11}{}^2)$, $p(\mu') = 1$ kullanılarak hesaplanan (6.1), (6.2), (6.3) ve (6.4) Eşitlikleri sonucunda, (6.7) ve (6.8) Eşitlikleriyle ifade edilmiştir.

$$\mu''_{jik} = \bar{y} \quad (6.7)$$

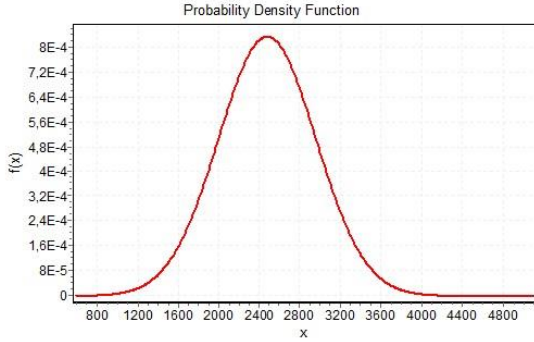
$$\sigma''_{jik}{}^2 = \frac{\sigma^2}{n} \quad (6.8)$$

Birinci problemin ilk adımının sonunda elde edilen 2007 yılına ait ortalama ve standart sapma değerleri ile tahmin sonuçlarının gerçek değere olan yakınlıkları oransal ifadesiyle Tablo 6.1 de özetlenmiştir:

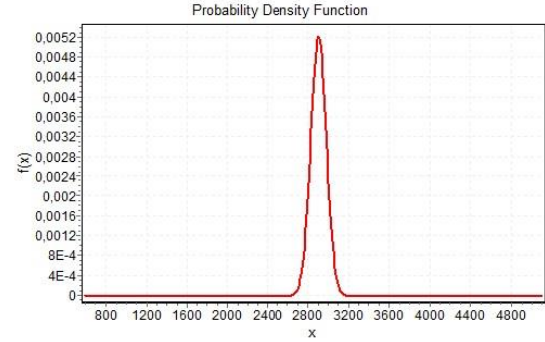
Tablo 6.1.32007 Yılına Ait Tahmin Sonuçları

	Önsel	Ek Bilgi	Sonsal	Sonsal	2007	Oransal (%)	
	1997-2001	2002-2006	Eşlenik Aileleri	Jeffreys		Eşlenik Aileleri	Jeffreys
μ (ortalama)	2476,72	2910,82	2899,73	2910,82	3357,83	86,36	86,69
σ (std.sapma)	479,75	601,73	76,68	77,68	559,50		

Önsel dağılım ve eşlenik aileleri önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde sırasıyla Şekil 6.2a ve Şekil 6.2b de gösterilmiştir.

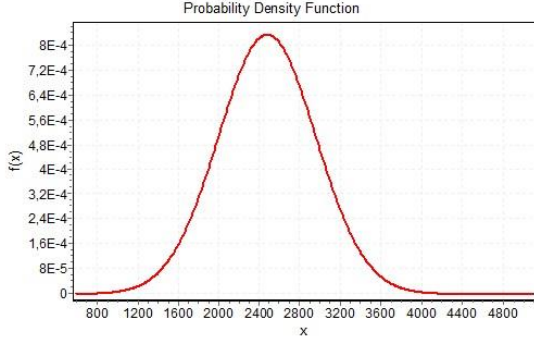


Şekil 6.2a5 1997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi)Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72; 479,75))

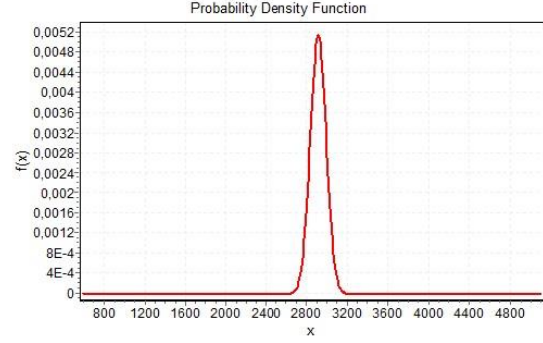


Şekil 6.2b62007 Yılına Ait Elde edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73; 76,68))

Önsel dağılım ve Jeffreys önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde Şekil 6.3a ve Şekil 6.3b de gösterilmiştir.



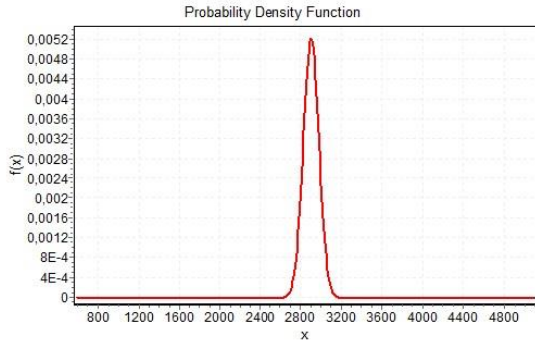
Şekil 6.3a7 1997-2001 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2476,72; 479,75))



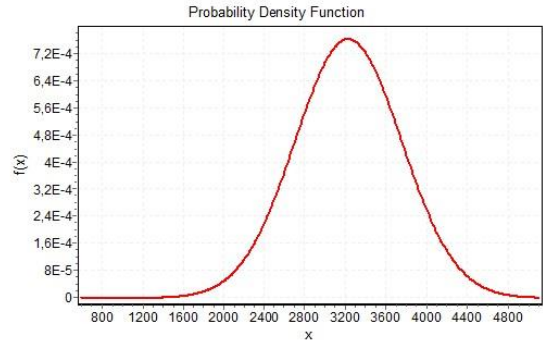
Şekil 6.3b8 2007 Yılına Ait Elde edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 77,68))

Problemin ikinci adımında, önsel bilgi olarak, ilk adımda elde edilen sonsal bilgi kullanılmış, bu defa ek bilgi olarak 2008-2012 yıllarına ait veriler ile 2013 yılına ilişkin tahmin yapılmıştır. İlk adımda olduğu gibi, varyansın bilinip ortalamanın bilinmediği durumu için eşlenik aileleri önseli ve Jeffreys önseli kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken, ilk adımda eşlenik aileleri önseli kullanılarak elde edilen 2007 tahmin verisiyle, eşlenik aileleri önseli kullanılarak 2013 yılı değerleri tahmin edilmiş, ilk adımda Jeffreys önseli kullanılarak elde edilen 2007 tahmin verisiyle, Jeffreys önseli kullanılarak 2013 yılı değerleri tahmin edilmiştir.

İkinci adım için, ilk adımda eşlenik aileler önseli ile elde edilen ortalaması 2899,73 ve standart sapması 76,68 olan 2007 tahmin sonuçları önsel bilgi, 2008-2012 yılına ait verileri, 2013 yılının satış ortalamasını tahmin etmek için ek bilgi olarak alınmıştır. 2899,73 ortalama ve 76,68 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan önsel bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.4a da, 3226,55 ortalama ve 524,66 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan ek bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.4b de verilmiştir.

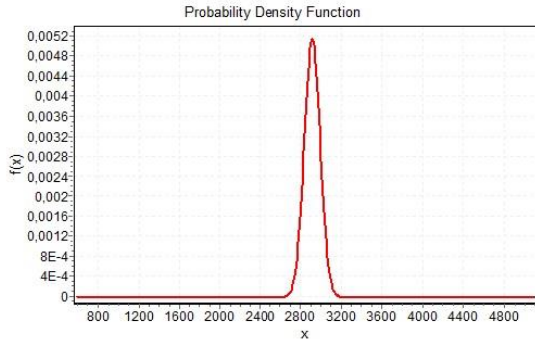


Şekil 6.4a9 2007 Yılına Ait (Eşlenik Aileleri) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73 ;76,68))

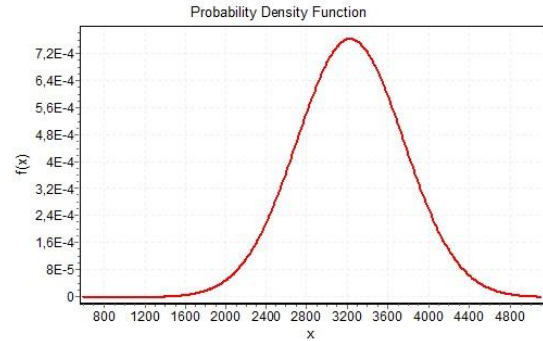


Şekil 6.4b102008-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3226,55 ;524,66))

İkinci adım için, ilk adımda Jeffreys önseli ile elde edilen ortalaması 2910,82 ve standart sapması 173,70 olan 2007 tahmin sonuçları önsel bilgi, 2008-2012 yılına ait verileri, 2013 yılının satış ortalamasını tahmin etmek için ek bilgi olarak alınmıştır. 2910,82 ortalama ve 173,70 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan önsel bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.5a da, 3226,55 ortalama ve 524,66 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan ek bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.5b de verilmiştir.



Şekil 6.5a112007 Yılına Ait (Jeffreys) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 173,70))



Şekil 6.5b122008-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3226,55 ;524,66))

İkinci adım için, eşlenik ailelerinde normal dağılıma sahip önsel bilgi ve normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilinip ortalamasının bilinmediği duruma göre yapılan hesaplamalarda, sonsal dağılımın ortalaması ve varyansı $(\mu''_{E12}, \sigma''_{E12}{}^2)$, ilk adımda kullanılan (6.5) ve (6.6) Eşitlikleriyle elde edilmiştir. Normal dağılıma sahip olarak elde edilen önsel bilgiye ait ortalama ve varyans (μ', σ'^2) ve (μ, σ^2) ile normal dağılmış anakitleden çekilen ek bilgiye ait ortalama ve varyans $(\bar{y}, \frac{\sigma^2}{n})$ olarak kabul edilmiştir.

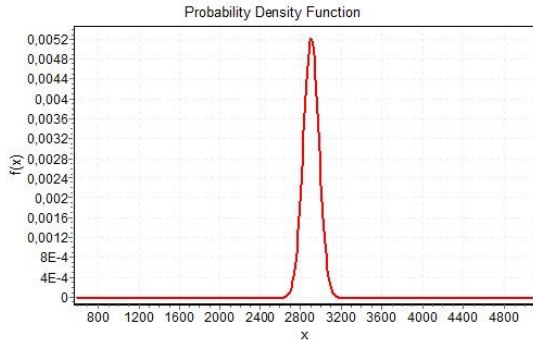
Jeffreys önseli kullanılırken de, önsel bilgiye ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olunmadığı varsayılmış ve eşlenik ailelerinde olduğu gibi, normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilinip ortalamasının bilinmediği durum ele alınmıştır. Ek bilgiye ait bilgiler ile burada da (4.9) ve (4.10) Eşitlikleri kullanılarak önsel dağılım 1 olarak belirlenmiştir. Sonsal dağılımın ortalaması ve varyansı ($\mu''_{J12}, \sigma''_{J12}^2$), (6.7) ve (6.8) Eşitlikleriyle elde edilmiştir.

Buna göre, ilk adımda eşlenik aileleri önseli ile elde edilen tahmin sonucuyla yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 6.2 deki değerler elde edilmiş, tahmin sonuçlarının gerçek değere olan yakınlıkları oransal ifadesiyle belirtilmiştir:

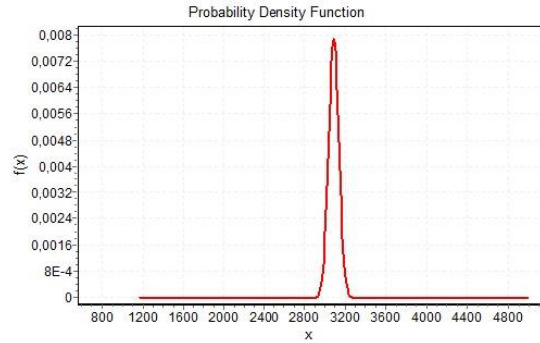
Tablo 6.2. 4Eşlenik Aileleri Önseli İle Elde Edilen Tahmin Sonuçları

	Önsel	Ek Bilgi	Sonsal	2013	Oransal (%)
	2007	2008-2012	Eşlenik Aileleri		Eşlenik Aileleri
μ (ortalama)	2899,73	3226,55	3083,32	3463,83	89,01
σ (std.sapma)	76,68	524,66	50,77	524,32	

Önsel dağılım ve eşlenik aileleri önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde Şekil 6.6a ve Şekil 6.6b de gösterilmiştir.



Şekil 6.6a 132007 Yılına Ait (Eşlenik Aileleri) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2899,73; 76,68))



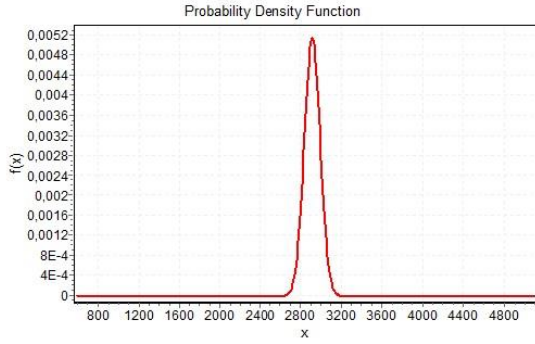
Şekil 6.6b 142013 Yılına Ait Elde Edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3083,32; 50,77))

İlk adımda Jeffreys önseli ile elde edilen tahmin sonucuyla yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 6.3 teki değerler elde edilmiş, tahmin sonuçlarının gerçek değere olan yakınlıkları oransal ifadesiyle belirtilmiştir:

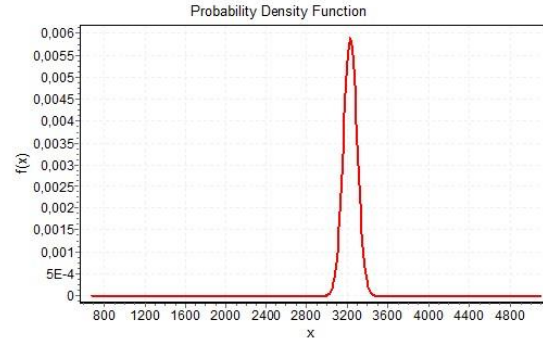
Tablo 6.3.5Jeffreys Önseli İle Elde Edilen Tahmin Sonuçları

	Önsel	Ek Bilgi	Sonsal	2013	Oransal (%)
	2007	2008-2012	Jeffreys		Jeffreys
μ (ortalama)	2910,82	3226,55	3226,55	3463,83	93,15
σ (std.sapma)	173,70	524,66	67,73	524,32	

Önsel dağılım ve Jeffreys önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde Şekil 6.7a ve Şekil 6.7b de gösterilmiştir.



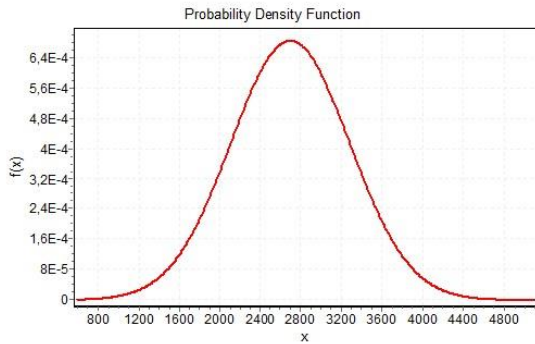
Şekil 6.7a152007 Yılına Ait (Jeffreys) Önsel Bilginin Dağılımı (Normal (2910,82; 173,70))



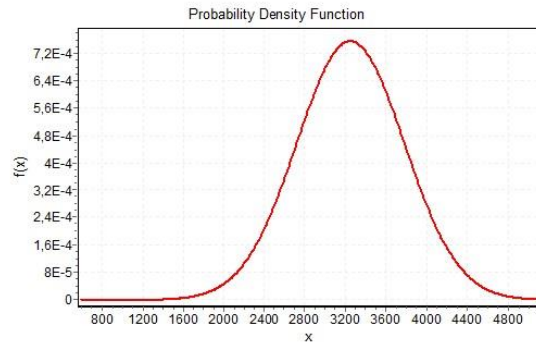
Şekil 6.7b162013 Yılına Ait Elde Edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3226,55; 67,73))

6.2. Tek Adımda Talep Tahmini

Uygulamanın ikinci probleminde daha geniş bir veri setiyle çalışılmıştır. 1997-2006 yıllarına ait bilgiler önsel bilgi, 2007-2012 yıllarına ait veriler ek bilgi olarak kabul edilmiş, 2013 yılı için ortalama tahmini yapılmıştır. 2693,77 ortalama ve 584,07 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan önsel bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.8a'da, 3248,43 ortalama ve 528,84 standart sapma ile normal dağılıma sahip olan ek bilgiye ait dağılım fonksiyon grafiği Şekil 6.8b'de verilmiştir.



Şekil 6.8a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))



Şekil 6.8b 2007-2012 Yıllarına Ait (Ek Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (3248,43; 528,84))

İkinci problemde, birinci problemde olduğu gibi, eşlenik ailelerinde normal dağılıma sahip önsel bilgi ve normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilinip ortalamanın bilinmediği duruma göre yapılan hesaplamalarda, sonsal dağılımın ortalaması ve varyansı $(\mu''_{E2}, \sigma''_{E2}{}^2)$, (6.5) ve (6.6) Eşitlikleriyle elde edilmiştir.

Burada da, normal dağılıma sahip önsel bilgiye ait ortalama ve varyans (μ', σ'^2) ve (μ, σ^2) ile normal dağılmış anakitleden çekilen ek bilgiye ait ortalama ve varyans $(\bar{y}, \frac{\sigma^2}{n})$ olarak kabul edilmiştir.

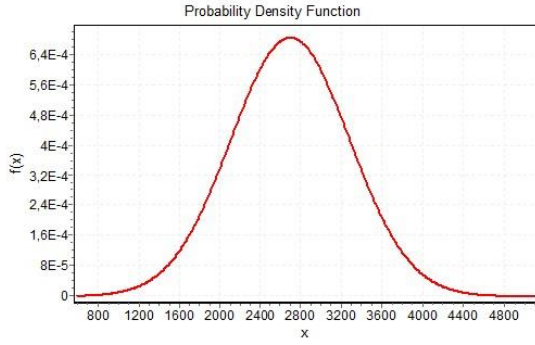
Jeffreys önseli kullanılırken, önsel bilgiye ilişkin herhangi bir bilgiye sahip olunmadığı varsayılmış ve eşlenik ailelerinde olduğu gibi, normal dağılıma sahip ek bilgi için varyansın bilinip ortalamanın bilinmediği durum ele alınmıştır. Ek bilgiye ait bilgiler ile (4.9) ve (4.10) Eşitlikleri kullanılarak önsel dağılım 1 olarak belirlenmiştir. Sonsal dağılımın ortalaması ve varyansı $(\mu''_{J2}, \sigma''_{J2}{}^2)$, (6.7) ve (6.8) Eşitlikleriyle elde edilmiştir.

İkinci problemin sonunda tahmin elde edilen 2013 yılına ait ortalama ve standart sapma değerleri ile tahmin sonuçlarının gerçek değere olan yakınlıkları oransal ifadesiyle Tablo 6.4 de özetlenmiştir:

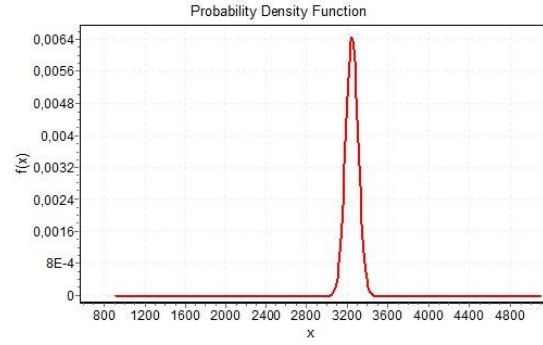
Tablo 6.4 2013 Yılına Ait Tahmin Sonuçları

	Önsel	Ek Bilgi	Sonsal	Sonsal	2013	Oransal (%)	
	1997-2006	2007-2012	Eşlenik Aileleri	Jeffreys		Eşlenik Aileleri	Jeffreys
μ (ortalama)	2693,77	3248,43	3242,19	3248,43	3463,83	93,60	93,78
σ (std.sapma)	584,07	528,84	61,97	62,32	524,32		

Önsel dağılım ve eşlenik aileleri önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde Şekil 6.9a da ve Şekil 6.9b de gösterilmiştir.

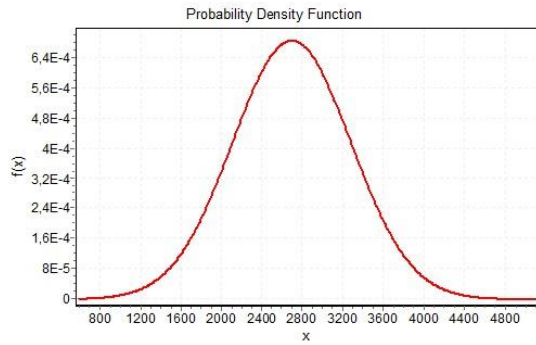


Şekil 6.9a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))

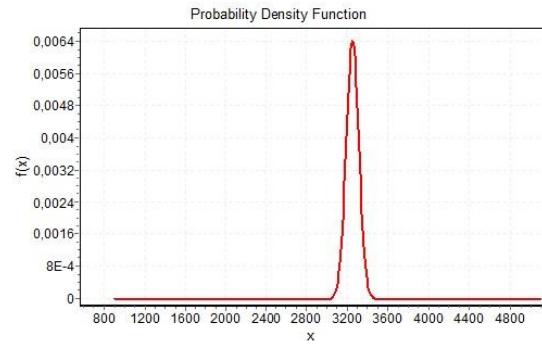


Şekil 6.9b 2013 Yılına Ait Elde Edilen (Eşlenik Aileleri) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3242,19; 61,97))

Önsel dağılım ve Jeffreys önseli ile elde edilmiş sonsal dağılıma ilişkin sonuç, normal dağılım grafikleri üzerinde Şekil 6.10a da ve Şekil 6.10b de gösterilmiştir.



Şekil 6.10a 1997-2006 Yıllarına Ait (Önsel Bilgi) Verilerin Dağılımı (Normal (2693,77; 584,07))



Şekil 6.10b 2013 Yılına Ait Elde Edilen (Jeffreys) Sonsal Bilginin Dağılımı (Normal (3248,43; 62,32))

Tablo 6.5.11997-2013 Yılları Kadın Kıyafetleri Aylık Satış Adetleri

Aylar Yıllar	ocak	şubat	mart	nisan	mayıs	haziran	temmuz	ağustos	eylül	ekim	kasım	aralık
1997	1699	1813	2353	2227	2429	2199	2103	2334	2265	2358	2486	3556
1998	1722	1767	2194	2507	2512	2254	2222	2327	2244	2422	2531	3630
1999	1745	1883	2507	2616	2687	2405	2303	2407	2353	2440	2564	3639
2000	1682	1991	2670	2706	2810	2564	2382	2640	2658	2648	2823	3873
2001	1946	2154	2671	2801	2747	2507	2311	2661	2394	2615	2786	3860
2002	1987	2159	2779	2680	2755	2478	2260	2538	2373	2531	2740	3966
2003	2055	2091	2619	2724	2813	2536	2450	2597	2627	2793	2951	4309
2004	2267	2402	2915	3023	3005	2777	2595	2644	2774	2990	3090	4472
2005	2338	2453	3105	3177	3164	3045	2741	2871	2963	3120	3342	4756
2006	2518	2518	3194	3379	3340	3183	2923	2960	3164	3197	3414	5019
2007	2639	2694	3499	3531	3760	3412	2770	3205	3177	3306	3598	4703
2008	2517	2762	3389	3435	3598	3143	2965	3135	3055	3059	3229	4028
2009	2275	2412	2939	3250	3265	2879	2703	2928	2925	3081	3175	4058
2010	2296	2472	3284	3322	3295	2981	2831	2941	3036	3184	3417	4388
2011	2300	2697	3377	3505	3432	3216	2999	2972	3248	3254	3588	4777
2012	2565	3070	3892	3653	3763	3446	3164	3359	3416	3559	3904	4785
2013	2694	2830	3772	3528	3763	3296	3114	3411	3229	3451	3775	4703

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bayesci bilgi güncellemesinde, önsel bilginin öneminin ne olduğunun araştırıldığı bu çalışmada, 1997-2013 yıllarına ait kadın kıyafet aylık satış adetlerine ilişkin satış ortalaması tahmini, iki alt problem halinde incelenmiştir. Birinci problemde iki adım güncelleme yapılmıştır. Birinci ve ikinci problemde elde edilen tahminlere ilişkin sonuçlar detaylı olarak incelenmiştir. Uygulamada ele alınan aylık satış adetleri herhangi bir özel durum (mevsim koşulları, özel günler vb.) etkisi altında kalmamış ham değerler olup her iki problemde eşlenik aileleri önseli ile Jefferys önseli kullanılarak, önsel bilginin olduğu ve olmadığı durumlarda, elde edilen ortalamaya ilişkin tahmin sonuçlarının gerçek satış ortalamasına olan yakınlıkları incelenmiştir.

İlk problemde; iki adım güncelleme yapılmış, ilk adımda 2007 yılına dair; ikinci adımda 2007 yılına dair sonuçlar kullanılarak 2013 yılı satış ortalamaları tahmin edilmiştir. İlk adımda, eşlenik aileleri önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda, 1997-2001 yıllarındaki arasındaki aylık satış adetlerinin 2476,72 ortalama ve 479,75 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve önsel dağılım olarak kabul edilmiştir. 2002-2006 yılları arasındaki aylık satış adetlerinin 2910,82 ortalama ve 601,73 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve ek bilgi dağılımı olarak kabul edilmiştir. 2007 satış ortalaması 2899,73 ve standart sapması 76,68 olarak tahmin edilmiştir. Jeffreys önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda, önsel dağılım; 2002-2006 yılları arasındaki aylık satış miktarlarının dağılımı olarak alınan, 2910,82 ortalama ve 601,73 standart sapma ile normal dağılıma sahip ek bilgi dağılımından elde edilmiş, 2007 satış ortalaması 2910,82 ve standart sapması 77,68 olarak tahmin edilmiştir. Kontrol değeri olarak, 2007 yılına ait satış adedi gerçek ortalaması 3357,83 ve standart sapması 559,50 kabul edilmiş, Jeffreys önseli kullanıldığında elde edilen sonucun, %86,69 luk oranla bu değere daha yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Tablo 6.1 de görülmektedir.

Birinci problemin ilk adımında eşlenik aileleri önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda elde edilmiş 2007 yılı ortalama tahmin değeri (sonsal dağılım), ikinci adımda önsel bilgi olarak kabul edilmiştir. 2008-2012 yılları arasındaki aylık satış adetlerinin

3226,55 ortalama ve 524,66 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve ek bilgi dağılımı olarak kabul edilmiştir. 2013 satış ortalaması 3083,32 ve standart sapması 50,77 olarak tahmin edilmiştir. Jeffreys önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda, önsel dağılım, 2008-2012 yılları arasındaki aylık satış adetlerinin 3226,55 ortalama ve 524,66 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve ek bilgi dağılımı olarak kabul edilmiştir. 2013 satış ortalaması 3226,55 ve standart sapması 67,73 olarak tahmin edilmiştir. Kontrol değeri olarak, 2013 yılına ait satış adedi gerçek ortalaması 3463,83 ve standart sapması 524,32 kabul edilmiş, Jeffreys önseli kullanıldığında elde edilen sonucun, %93,15 lik oranla, bu değere daha yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Tablo 6.2 ve Tablo 6.3 te görülmektedir.

Eşlenik aileleri önseli ve Jeffreys önseliyle elde edilen ortalama tahmin sonuçları karşılaştırıldığında, ek bilgi kullanıldıkça gerçek değere daha yakın sonuç elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

İkinci problemde, 2013 yılı için tahmin yapılmıştır. Eşlenik aileleri önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda 1997-2006 yıllarındaki arasındaki aylık satış adetlerinin 2693,77 ortalama ve 584,07 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve önsel dağılım olarak kabul edilmiştir. 2007-2012 yılları arasındaki aylık satış adetlerinin 3248,43 ortalama ve 528,84 standart sapma ile normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiş ve ek bilgi dağılımı olarak kabul edilmiştir. 2013 satış ortalaması 3242,19 ve standart sapması 61,97 olarak tahmin edilmiştir. Jeffreys önseli kullanılarak yapılan hesaplamalarda, önsel dağılım, 2007-2012 yılları arasındaki aylık satış miktarlarının dağılımı olarak alınan, 3248,43 ortalama ve 528,84 standart sapma ile normal dağılıma sahip ek bilgi dağılımından elde edilmiş, 2013 satış ortalaması 3248,43 ve standart sapması 62,32 olarak tahmin edilmiştir. Kontrol değeri olarak, 2013 yılına ait satış adedi gerçek ortalaması 3463,83 ve standart sapması 524,32 kabul edilmiş, Jeffreys önseli kullanıldığında elde edilen sonucun, %93,78 lik oranla, bu değere daha yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Tablo 6.4 de görülmektedir.

Tez çalışmasında, Bayesci bilgi güncellemesinde, önsel bilginin önemi vurgulanmak istenmiştir. Buradan hareketle, gelecekte; bu çalışmada kullanılan daha fazla veriyle aynı işlemler yapıp, veri aralığının sonuçlara olan etkisi karşılaştırılabilir. Hem bu çalışmada kullanılan veriler hem de başka sektörlere ait veriler, normal dağılımın dışındaki başka dağılımlar kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Ele alınan veriler ile çeşitli özel durumlar

göz önünde bulundurularak ve/veya tahminlerin vadelerini daha kısa veya uzun tutarak ve güncelleme adım sayısı arttırılarak talep tahmini yapılabilir, sonuçlar karşılaştırılabilir. Gerçek hayatta, bu çalışmada kullanıldığı şekilde ham veri ve güncel veri bulmak oldukça zor olduğundan, çeşitli simülasyon teknikleri kullanılarak da talep tahmini yapmak mümkündür.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akar M. ve Gündoğdu, S., 2014, Bayes Teorisinin Su Ürünlerinde Kullanım Olanakları, Journal of Fisheries Sciences.
- Albert, J.H. and Chib, S., 1993, Bayesian Analysis of Binary and Polychotomous Response Data, Journal of the American Statistical Association, 88, 669-679.
- Ando, T., 2010, Bayesian Model Selection and Statistical Modeling, Chapman & Hall, New York, 286 p.
- Assaf, A.G., Barros, C. and Rubio, R.S., 2010, Efficiency Determinants In Retail Stores: A Bayesian Framework.
- Aygören, H., Sarıtaş, H., Moralı, T., 2012, İMKB 100 Endeksinin Yapay Sinir Ağları ve Newton Arama Modelleri Tahmini.
- Bağırkan, Ş., 1983, Karar Verme, 1. Basım, İstanbul: DER Yayınevi.
- Bahadır, İ., 2008, Bayes Teoremi ve Yapay Sinir Ağları Modelleriyle Borsa Gelecek Değer Tahmini Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, TOBB Ekonomi Ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Barnett, V., 1973, Comparative Statistical Inference, 1st edition, USA: John Wiley & Sons.
- Berk, E., Gürler, Ü. and Levine, R.A., 2006, Bayesian Demand Updating In The Lost Sales Newsvendor Problem: A Two-Moment Approximation.
- Berk, E., Gürler, Ü. and Levine, R.A., The Newsboy Problem With Bayesian Updating Of The Demand Distribution And Censored Observations,
- Berry, D.A., 1995, Statistics: A Bayesian Perspective, Duxbury Press, 1st Edition, 528 p.
- Bhattacharya, M.N., 1974, Forecasting The Demand For Telephones in Australia, Applied Statistics, 23(1).
- Bhattacharya, S., 1997, A Comparative Study Of Different Methods Of Predicting Time Series, Unpublished Master Thesis , Concordia University, Canada.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Bisi, A. and Dada, M., 2007, Dynamic Learning, Pricing, And Ordering By A Censored Newsvendor.
- Bisi, A., Dada, M. And Tokdar, S., The Censored Newsvendor Problem With Newsvendor Demand Distributions.
- Bolstad, W. M., 2007, Introduction To Bayesian Statistics, Hoboken, Nj: Wiley-Interscience.
- Box, G.E.P. and Tiao, C.G., 1973, Bayesian Inference in Statistical Analysis, Addison-Wesley, London.
- Briggs, A.H., 1999, A Bayesian Approach To Stochastic Cost-Effectiveness Analysis, Health Economics Letter.
- Brooks, M.W., Çev: Toraman A. ve Gözölü, S., 1984, İTÜ Yayını, İstanbul, 59s.
- Carlin, B.P. and Louis T.A., 2000, Bayes And Empirical Bayes Methods For Data Analysis -2nd Ed..
- Carlson, R.L., Umble, M. M., 1980, Statistical Demand Functions For Automobiles And Their Use For Forecasting In An Energy Crisis, The Journal Of Business, 53(2).
- Cheeseman P., Self, M., Kelly, J., Taylor, W., Freeman, D. and Stutz, J., Bayesian Classification.
- Ching, J., Beck, J.L. and Porter, K.A., 2005, Bayesian State And Parameter Estimation Of Uncertain Dynamical Systems.
- Choi, T.-M.(J.), Li, D. and Yan, H., 2004, Quick Response Policy With Bayesian Information Updates.
- Cılız, C., 2007, Bayesgil İstatistik Yöntemleri İle Pırlanta Fiyatının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Bölümü, İstanbul, 112s.
- Congdon, P., 2003, Applied Bayesian Modelling, Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley&Sons, London.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Congdon, P., 2010, Applied Bayesian Hierarchical Methods, Chapman&Hall/CRC, Taylor&FrancisGroup, Boca Raton.
- Çevik, M., 2009, Doğrusal Olmayan Bayesçi Regresyon Ve Yüksek Frekanslı Ses Sistemlerinde Bir Uygulama, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Demir, H. ve Gümüšoğlu, Ş., 2003, Üretim Yönetimi-İşlemler Yönetimi, Beta Basım Yayım, 6. Baskı: İstanbul.
- Demirel, S. ve Bodur, S., 2004, Genetik Danışmada Bayes Teoreminin Uygulamaları, Erciyes Tıp Dergisi (Erciyes Medical Journal) 81-85.
- Demirhan, H., 2004, Logaritmik Doğrusal Modellerde Parametrelerin ve Beklenen Göze Sıklıklarının Bayesci Kestirimi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 83s.
- Draper, N. and Smith, H., 1998, Applied Regression Analysis. 3rd ed. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, John Wiley & Sons. New York, USA.
- E.Alper ve A.S.Mumcu, 2000, Türkiye’de Otomobil Talebinin Tahmini.
- Ekici, O., 2005, Bayesyen Regresyon ve Win-BUGS ile Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ekici, O., 2009, İstatistikte Bayesyen ve Klasik Yaklaşımın Farklılıkları, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, **12**(21): 89-101.
- Eppen, G.D. and Iyer, A.V., 1997, Improved Fashion Buying With Bayesian Updates, Operations Research; Nov/Dec 1997; 45, 6; Abı/Inform Global 805p.
- Fırat, M.Z., 2002, Gibbs Örneklemesi ile Karışık Doğrusal Bir Modeldeki Varyans Unsurları Hakkında Bayesian Yorumlama, İstatistik Araştırma Dergisi, **1**(2): 225-235.
- Freund, R.J., Wilson, W.J. and Sa, P., 2006, Regression Analysis, 2nd ed., Academic Press, Elsevier, USA.
- Gavcar, E., Şen, S., Aytekin, A., 1999, Türkiye’de Kullanılan Kağıt-Karton Türlerinin Talep Tahminlerinin Belirlenmesi, Tr. Journal Of Agriculture And Forestry, Tübitak, 23.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Gilks, W.R., Richardson, S. and Spiegelhalter, D.J., 1996, Markov Chain Monte Carlo In Practice, Chapman And Hall, London.
- Gill, J., 2008, Bayesian Methods: A Social and Behavioral Sciences Approach, Second Edition, Chapman & Hall, New York, 711 p.
- Glenn, D., Bisi, A. and Puterman, M.L., 2004, The Bayesian Newsvendors In Supply Chains With Unobserved Lost Sales.
- Güriş, S., Bülbül, Ş., 1995, Olasılık, 1. Basım, İstanbul: Marmara Üniversitesi Nihad Sayar Eğitim Vakfı.
- Han, M., 2006, E-Bayesian Estimation Of Failure Probability And Its Application.
- Heckerman, D., 1996, A Tutorial On Learning With Bayesian Networks, Technical Report.
- Ibrahim, J.,G. and Laud, P.,W., 1991, On Bayesian Analysis of Generalized Linear Models Using Jeffreys Prior, Journal of the American Statistical Association Volume 86, Issue 416.
- Iyer, A.V. and Bergen, M.E., 1997, “Quick response in manufacturer-retailer channels,” Management Science, 43(4):559–70.
- İnal, H.C. ve Günay, S., 2002, Olasılık ve Matematiksel İstatistik, Hacettepe Üniversitesi Basımevi.
- Jeffreys, H., 1961, The Theory of Probability, 3rd edition, Oxford: Oxford University Press, 181 p.
- Jordan, M.I., 2010, The Conjugate Prior For The Normal Distribution, Bayesian Modeling and Inference.
- Jordan, M.I., 2010, Jeffreys Priors and Reference Priors, Bayesian Modeling and Inference.
- Käki, A. Liesiö, J., Salo, A. and Talluri, S., 2013, Newsvendor Decisions Under Supply Uncertainty.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Karaatlı, M., Helvacıoğlu, Ö.C., Ömürbek, N. ve Tokgöz, G., 2012, Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Otomobil Satış Tahmini.
- Karadağ, Ö., 2011, Bayesci Hiyerarşik Modeller, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Karayalçın, İ., 1993, Yöneylem-Hareket Araştırması, Operational Research, Menteş Kitapevi, İkinci Basım, İstanbul, 281 s.
- Kayabol, K., 2008, İmge Kaynaklarının Ayrılmasında Bayesci Yaklaşımlar, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği.
- Kelly, D.L. and Simith, C.L., 2008, Bayesian Inference In Probabilistic Risk Assessment- The Current State Of Art.
- Kinas, P.G. and Andrade, A.H., 2007, Bayesian Statistics For Fishery Stock Assessment and Management: A Synthesis, PanAmerican Journal of Aquatic Science, 2(2):103-112.
- Kirby, R.M., 1966, A Comparison of Short and Medium Range Statistical Forecasting Methods, Management Science, 13(4), Series B, Managerial, USA.
- Klassen, R.D. and Flores, B.E., 2001, Forecasting Practices Of Canadian Firms: Survey Results And Comparisons, International Journal Of Production Economics, 70 p.
- Kobu, B., 1994, Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayın No:260, İstanbul, 81 s.
- Kocabıykoğlu, A. and Popescu, I., 2007, The Newsvendor With Pricing: A Stochastic Elasticity Perspective, Faculty&Research Working Paper.
- Koop, G., 2003, Bayesian Econometrics, 2nd Edition, England: John Wiley & Sons.
- Kress, G.J. and Snyder, J., 1994, Forecasting And Market Analysis Techniques: A Practical Approach. Quorum Books: USA.
- Kumru, Ö., 2003, Markov Zinciri Monte Carlo Yöntemleri, Yayınlanmamış Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurtuluş, K., 1998, Pazarlama Araştırmaları, 6. Basım, İstanbul: Avcıol Basım.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Lariviere, M.A. and Porteus, E.L. 1999, Stalking Information: Bayesian Inventory Management With Unobserved Lost Sales, Management Science/Vol. 45, No:3.
- Link, W.A. and Barker, R.J., 2010, Bayesian İnference For Ecological Application, Elsevier Academical Publication, California.
- Malik, M.A.K., Ahmad, I., 1981, Forecasting Demand For Food In Libya-Using Confidence Limits, Long Range Planning.
- Marchant, L.J., Hockley, D.J., 1971, A Comparison Of Two Forecasting Techniques, The Statistician, 20(3), Forecasting In Practice.
- Mc Charty, M.A., 2007, Bayesian Methods For Ecology, Cambridge UniversityPress, New York.
- Menzel, K., 2009, Ekonomide İstatistiksel Yöntemlere Giriş.
- Monks, J.G., 1987, Operations Management. Mcgraw-Hill International Editions, Third Ed.: Singapore.
- Mosteller, F. and Tukey, J.W., 1977, Data Analysis And Regression. A Second Course in Statistics, Addison Wesley Series in Behavioral Science.
- Murphy, K.P., 2007Conjugate Bayesian Analysis Of The Gaussian Distribution.
- Özdemir, A. ve Özdemir, A., Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması: Seramik Ürün Grubu Firma Uygulaması.
- Petruzzi, N.C. and Dada, M. , 2001, Dynamic Pricing and Inventory Control with Learning.
- Petruzzi, N.C. and Dada, M., 1996, Inventory And Pricing In Global Operations: Learning From Observed Demands.
- Petruzzi, N.C. and Dada, M., 1998, Pricing And The Newsvendor Problem: A Review With Extensions.
- Rahman, M.A.A., 2008, Stochastic Demand Forecast And Inventory Management Of A Seasonal Product In A Supply Chain System, Louisiana State University.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Rao, C.R. and Toutenburg, H., 1999, Linear Models: Least Squares And Alternatives, Springer Series in Statistics. New York, USA.
- Rawlings, J.O., Pantula, S.G. and Dickey, D.A., 1998, Applied Regression Analysis: A ReseArch Tool, Springer Series in Statistics. New York, USA.
- Render, B. and Stair, R. M., 2000, Quantitative Analysis For Management. Prentice-Hall Inc., Seventh Ed: USA.
- Rivaz A, F., 2011, A Comparison Of Empirical Bayes And Reference Prior Methods For Spatio-Temporal Data Analysis, Procedia Enviromental Sciences 7 , 264-268.
- Roussas, G.G., 1997, A Course in Mathematical Statistics, 2nd edition, San Diego: Academic Press, 196 p.
- Saçıldı Saçaklı, İ., 2011, Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Piyasalarda Hisse Senedi Getiri Volalitelerinin Bayes Yaklaşımı ile Analizi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Sakauchi, T., 2009, Applying Bayesian Forecasting To Predict New Customers' Heating Oil Demand, 2011, Master Theses.
- Sanders, N.R., Manrodt, K.B., 2003, The Efficacy Of Using Judgmental Versus Quantitative Forecasting Methods In Practice, International Journal Of Management Science,31(6).
- Sani, B., Kingsman, B.G., 1997, Selecting The Best Periodic Inventory Control And Demand Forecasting Methods For Low Demand Items, The Journal Of Operational Research Society.
- Savchuk, V.P. and Tsokos, C.P., 2011, Bayesian Theory and Methods and Applications, Atlantis Press, Paris.
- Schroeder, R.G., 1989, Operations Management: Decision Making In The Operations Function. Mcgraw-Hill Book Co., Third Ed.: Singapore.
- Schultz, C.R., 1987, Forecasting And Inventory Control For Sporadic Demand Under Periodic Review, The Journal Of The Operational Research Society.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- Solgaard, H. and Hansen T., 2003, A Hierarchical Bayes Model Of Choice Between Supermarket Formats, Journal Of Retailing And Consumer Services 10, 169- 180.
- Stevenson, W.J., 1989, Introduction To Management Science. Irwin Inc.:USA.
- Tek, B., 1999, Pazarlama İlkeleri: Global Yönetimsel Yaklaşım Türkiye Uygulamaları, Beta Basım Yayım, 8. Baskı: İstanbul.
- Tekin, M., 2009, Üretim yönetimi, Konya: Günay Ofset.
- Tektaş D., 2006, İki Düzeyli Lojit Ve Probit Modellerde Parametre Tahminlerine Bayesci Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi.
- Thompson, G.E., 1972, Statistics for Decisions, 1st Edition, USA: Little, Brown and Company.
- United States Census Bureau, <http://www.census.gov/retail/mrts/www/data/excel/mrtsinv92-present.xls>
- Wade, P.R., 2000, Bayesian methods in conservation biology, Conservation Biology, **14**(5):1308-1316.
- Walsh, B., 2002, Markov Chain Monte Carlo and Gibbs Sampling, Lecture Notes For Eeb <http://nitro.biosci.arizona.edu/courses/eeb596/handouts/gibbs.pdf> , 596 p.
- Winkler, R.L., 2003, Bayesian Inference and Decision, 2nd Edition, USA: Probabilistic Publishing.
- Zhan, R.L. and Shen, Z.M., 2005, Newsvendor Problem With Pricing: Properties, Algorithms, And Simulation.
- Zotteri, G., Kalchschmidt, M., Caniato, F., 2005, The Impact Of Aggregation Level On Forecasting Performance, International Journal Of Production Economics, 93-94.