Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Sosyal Bilimler Dergisi
Cilt: 6 Sayı: 2 Aralık 2005

BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA VE BİR TEKSTİL FİRMASINDA UYGULAMA ÖRNEĞİ

İrfan ERTUĞRUL
Pamukkale Üniversitesi İİBF, Denizli

ÖZET

Günümüzde bilgi ve ileri teknoloji yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilgi ve teknolojiden yararlanan toplumların, küresel rekabetin yoğun olduğu bu evrende daha başarılı olacağı muhakkaktır. Bunun için ise yöneticilerin küresel rekabette hızlı ve doğru kararlar vermesi gerekmektedir. Hızlı ve doğru karar vermenin yolu, seçenekleri artıran ve belirsizlikleri azaltan bilimsel yöntemlerden yararlanmaktır. Günümüzde kararların daha çok belirsizlikler ve bir anlamda bulanıklık içinde alındığı görülmektedir. Bu nedenle, bulanıklığı içeren yöneylem araştırması modellerinden bulanık hedef programlamanın önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

Bu makalenin amacı, bulanıklık altında en iyi karar vermeyi sağlayan modellerden biri olan bulanık hedef programlama modelini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda yazılan makalede konuya genel bir girişten sonra bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonu temel kavramları, bulanık mantık, bulanık hedef programlama anlatılmıştır. Son olarak, bir tekstil firmasının konfeksiyon fabrikası ve ev tekstili grubuna önce doğrusal programlama sonra da konfeksiyon fabrikasında satış ve kar hedefleri, ev tekstili grubunda ise satış hedefleri ile bulanık hedef programlama modeli uygulanarak iki model kıyaslanmış ve bu kıyaslamadan çıkan sonuç ve bulgular yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Küme Teorisi, Çok Amaçlı Karar Verme, Bulanık Hedef Programlama

FUZZY GOAL PROGRAMMING AND AN APPLICATION SAMPLE AT A TEXTILE FIRM

ABSTRACT

Nowadays, information and high technology are extensively used. It is certain that the societies which benefit from information and technology will be more successful in this world where global competition is intensive. So managers must make fast and right decisions for global competition. The means for fast and right is to make use of the scientific methods that increase alternatives and reduce uncertainty. Decisions are increasingly made under uncertainty and fuzziness. So the importance of fuzzy goal programming, one of operation research models taking account of fuzziness, has been increasing day by day.

The aim of this article is to examine fuzzy goal programming model which is one of the models providing the best decision-making under fuzzy environments. In this article, in the direction of this aim, after a general introduction about the subject, it's mentioned about the fuzzy sets and the basic concepts of the membership function, fuzzy logic, fuzzy goal programming. Finally, firstly linear programming and then fuzzy goal programming has applied to confection factory and household textile group with profit and sale goals and these two methods have been compared with each other and then conclusions and findings of this comparison have been interpreted.

Keywords: Fuzzy Set Theory, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy Goal Programming

1. GİRİŞ

Günümüz teknoloji ortamında bilgiler bir yerden bir yere hızlı bir şekilde iletilebilmektedir. Bundan dolayı belirsizlik durumları gittikçe azalmaktadır. Belirsizliğin azaltılması ve hatta ortadan kaldırılabilmesi için bilgiye ihtiyaç vardır. Bu yüzden matematiksel modeller, karar verme modelleri vb. gibi karmaşık konulardaki belirsizliğin incelenerek ortadan kaldırılması gerekir.

Bulanık küme ile ilgili kavramlar ilk olarak 1964 yılında L.A. Zadeh tarafından ele alınmıştır. Zadeh, bir sistemdeki karmaşıklığın yarattığı belirsizliğin farklı görünümlerini ve kişilerin algılama farklılıklarını, 1965 yılında "bulanık kümeler" adı altında yayınlanan makalesinde ele almıştır. Zadeh'e göre, bir sistemdeki karmaşıklık arttıkça, sistemi betimleyen ifadelerin anlamı azalmakta ve anlamlı ifadeler de belirsizliğe doğru gitmektedir. Bir kavramı, bir amacı ve bir sistemi tanımlayan ifadelerdeki belirsizliğe veya kesin olmama haline bulanıklık denir. Bir başka deyişle bir sözcüğün anlamında ya da bir kavramın tanımında bulunabilecek belirsizliktir (Toshiro vd., 1992, 19-62). İnsanların düşünce biçimindeki algılama farklılıkları, onların sübjektif davranışları ve hedeflerindeki belirsizlikler bulanıklık olgusu ile açıklanabilir. Belirsizlik veya bilgi eksikliğini gidermek için olasılık teorisi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Olasılık teorisindeki belirsizlik, genellikle olayların gerçekleşip gerçekleşmemesi ile ilgilidir. Bu durum, olasılık teorisinde rassallık kavramıyla açıklanmaktadır. Bununla birlikte, belirsizlik kavramı farklı bir açıdan da ele alınabilir. Çünkü, rassallık kavramı ile bir olayın meydana gelişindeki belirsizlik açıklanırken, bulanıklık kavramı ile bir olayın kendisindeki belirsizlik açıklanır.

Küme üyeliğinin belirlendiği sınır koşulu, bulanık kümelerde esnek bir yapıda ifade edilir. Diğer bir deyişle, bulanık kümelerde, küme üyeliğinin kısmi üyeliğe geçişi sağlanarak, geleneksel küme teorisi geliştirilir. Böylece, bulanık küme teorisinde kümeye tam olarak üye olan nesnelerden, kümeye tamamen üye olmayan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilir (Özkan, 2003, 6).

Bulanık küme teorisi, fazla basitleştirilmiş modelleri geliştirme bu suretle de gerçek dünyanın karmaşık sistemlerinin çözümlenmesi için ortaya atılmıştır (Paksoy vd., 2003, 457-466). Dahası, karar vericiye sadece verilen kısıtlar altında alternatiflerin değerlendirilmesinde değil, yeni alternatiflerin geliştirilmesinde de yardımcı olur (Hammerbacher vd., 1981, 1-9). Bulanık küme teorisi, gerçek dünyanın matematikle ifade edilmesini, böylece klasik matematiğin yarattığı kesin sınırların aşılarak, belirsizliğin karar süreçlerinde yer almasını sağlamıştır. Geçtiğimiz bin yılı geride bırakırken, bilim ve teknolojinin hemen hemen her alanında bulanık küme teorisinin yaygın kullanımı ile sıradan insanlar bile kendilerini, gündelik yaşamlarında bu metodolojinin kullanımı ile ortaya çıkan endüstriyel ürünlerle iç içe, "fuzzy" kelimesiyle başlayan elektronik eşyaları kullanırken bulmuşlardır. Pratikte bu denli yaygın olan çalışmalar, endüstriyel sistemlerde de karar verme konusuna getirdiği yeni açılımlar ile klasik yöneylem araştırması çalışmalarının etki alanını genişletmiştir. Bulanık küme teorisi, Zadeh'in yayınladığı tarihten bu yana, başta yöneylem araştırması, yönetim bilimi, kontrol teorisi, yapay zeka/akıllı sistemler, insan davranışları olmak üzere pek çok uygulama sahası bulmuştur ve uygulamalar artan bir çeşitlilikte dünya ölçeğinde yaygınlaşmaktadır (Paksoy, 2003, 457-466).

Bu makalenin amacı, bulanıklık altında en iyi karar vermeyi sağlayan modellerden biri olan bulanık hedef programlama modelini incelemektir Bu amaç doğrultusunda yazılan makale altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde konu ile ilgili genel bir giriş yapılmıştır. İkinci bölümde, bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonu temel kavramlarından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde belirsizlik altında akıl yürütme ile çok değerli mantığın birleştirildiği bulanık mantık açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, yaygın bir kullanım alanı olan bulanık hedef programlama anlatılmış, beşinci bölümde ise bir tekstil firmasının konfeksiyon fabrikası ve ev tekstili grubuna önce doğrusal programlama sonra da konfeksiyon fabrikasında satış ve kar hedefleri, ev tekstili grubunda ise satış hedefleri ile bulanık hedef programlama modeli uygulanarak iki model kıyaslanmıştır. Son bölümde ise bu kıyaslamadan çıkan sonuç ve bulgular yorumlanmıştır.

2. BULANIK KÜMELER VE ÜYELİK FONKSİYONU

Geleneksel bir küme, evrensel kümedeki nesnelerin ortak özelliklerine göre bir araya getirildiği topluluktur. Geleneksel bir kümenin elemanları, mantıkta yer alan ikiye bölme kuralına dayanarak belirlenir. Geleneksel ve bulanık kümeler, sınır koşulu ve üyelik derecesi anlamında karşılaştırılır. Bulanık bir küme, sınır koşulları esnek olarak tanımlanan bir kümedir. Bulanık küme teorisi, kısmi üyeliğe izin vererek geleneksel küme teorisini genelleştirir ve küme üyeliği için [0,1] aralığındaki herhangi bir değeri kabul eder. Bulanık kümelerde bir nesnenin üyelik derecesi, 0 ve 1 arasındaki bir sayı ile açıklanır. Burada 0 sayısı, ilgili nesnenin kümenin üyesi olmadığını, 1 sayısı ilgili nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu ve bu iki değer arasındaki herhangi bir sayı ise, ilgili nesnenin kümeye üyelik derecesini veya kısmi üyeliğini gösterir (Ertuğrul, 1996, 12).

Bulanık kümeler, tanımlı oldukları evrensel küme ile ilgili bir kavram ve bu kavramın kullanıldığı ortama göre biçimlenir. Bulanık küme teorisinde üyelik fonksiyonlarını belirleme süreci için özel algoritmalar geliştirilmiş olmasına rağmen, bir çok uygulama işlemsel kolaylık sağlanması nedeniyle parametrik olarak ifade edilebilen üyelik fonksiyonları ile gerçekleştirilmiştir. Üyelik fonksiyonlarının doğru ve uygulama ile örtüşen bir şekilde belirlenmesi, bulanık küme teorisinde önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü, üyelik fonksiyonları bulanık küme teorisinin esasını teşkil etmektedir (Özkan, 2003, 10).

Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarındaki çeşitlilik, yöneticilerin karar almadaki belirsizliklerini azaltır. Yöneylem araştırmasının karar almada sıkça kullanılan doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, hedef programlama, çok amaçlı karar verme, dinamik programlama, bekleme hattı modelleri, ulaştırma modelleri, oyun teorisi ve şebeke analizi gibi birçok alanına, bulanık küme teorisi uygulanabilmektedir.

3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, bilimsel terminolojide ve teknolojide "Fuzzy Logic" kelimelerinin karşılığı olarak kullanılmaktadır. Bulanık mantık teorisi, düşünsel ve kavramsal işlev ve göreli sınıflandırılmış üyelik derecesi temeline dayanması nedeniyle bilgisayarlarda ve bilgisayar destekli tasarımlarda rahatlıkla uygulanabilmesi bakımından büyük değer taşımaktadır (Güneş vd., 2001).

Geleneksel mantık, iki değerli mantık olarak da bilinir. Diğer taraftan, geleneksel kümelere dayanarak oluşturulan önermelerin, ikiden fazla doğruluk değeri ile eşleştirilebildiği mantık sistemlerine çok değerli mantık denir. Çok değerli mantıkta önermelerin tamamen doğru, tamamen yanlış ve kısmen doğru olduğu kabul edilir. Çok değerli mantık, geleneksel mantığın doğruluk değerlerini genişleten mantıksal bir sistem olarak görülebilir. Geleneksel mantık gibi çok değerli mantık da insan düşünce biçimiyle tam olarak örtüşmez. Sonuç olarak, geleneksel mantığın oluşturulan bazı önermelerin doğruluk değerlerinin belirlenmesindeki yetersizliği ile çok, oldukça, hemen hemen gibi belirsizlik içeren kavramların insan düşünme biçimine yaklaşmak için kullanılma gerekliliği, bulanık mantığın gelişmesine yol açmıştır. Bulanık mantık, belirsizlik altında akıl yürütme ile çok değerli mantığın birleştirildiği mantıksal bir sistemdir.

Bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir faklılılığı, bulanık mantığın sözel değişkenlerin kullanımına izin vermesidir. Sözel değişkenler, net olarak ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak nitelenebilmesini sağlar. Böylece sözel değişkenler, sözel ifadeleri matematiksel olarak ifade edebilmek için bulanık kümelerin kullanımını gerektiren bir araç haline gelir.

Bulanık akıl yürütme süreci, bulanık kümelere dayanan ve sözel değişkenlerin de kullanıldığı bulanık önermelerle yapılır. Bu süreç, tahmini veya yaklaşık akıl yürütme süreci olarak da bilinir. Bulanık akıl yürütme sürecinin insan düşünüş tarzıyla örtüştüğü açıktır. Bulanık mantık, öncüller bulanık önermeler olduğu için, öncüllere dayanarak çıkarımı yapılan önermenin de bulanık bir önerme olması kaçınılmazdır (Özkan, 2003, 142).

4. BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA

4.1. Bulanık Ortamda Karar Verme

Geleneksel bir karar verme problemi, altı bileşenden oluşur. Bu bileşenler sırasıyla karar verici, amaç, karar ölçütü, seçenekler, olaylar ve sonuç olarak ifade edilebilir. Burada, amaç bileşeni bir maksimizasyon veya minimizasyon işlemi olarak yorumlanabilir. Fayda, kar, gelir veya maliyet fonksiyonları ise karar ölçütlerini oluşturur. Evrensel bir küme, seçenekler kümesi olarak kabul edilebilir. Evrensel kümenin hangi elemanlarının karar probleminin çözümü olarak kabul edilip edilemeyeceğini ifade eden kısıtlayıcı koşulları ise olayları belirler. Bu bakış açısından, mevcut durumu veya kısıtlayıcı koşullarını dikkate alarak, karar vericinin belirlediği amaç veya hedef doğrultusunda ilerleme çabası, karar problemlerinin özünü oluşturur.

Bulanık bir ortamda karar verme problemi de yukarıda ele alınan bileşenlerle açıklanabilir. Burada, söz konusu bileşenlerden karar verici ve seçenekler kümesinde herhangi bir bulanıklık olmadığı kabul edilmiştir. Amaç ve karar ölçütü bileşenleri ise bulanıklık içerebilir. Karar verici, amaç fonksiyonu için ulaşmak istediği erişim düzeyini bulanık olarak belirleyebilir. Ayrıca, karar ölçütünü gösteren fonksiyonun parametre değerleri bulanık sayılarla tanımlanabilir. Birbirini tamamlayan amaç ve karar ölçütü bileşenleri, bulanık bir hedef olarak ele alınabilir. Diğer taraftan, olayları niteleyen kısıtlayıcıların parametre değerleri ve/veya sağ taraf sabitleri bulanık olabilir. Ayrıca, kısıtlayıcılarda yer alan büyük eşit,eşit, küçük eşit ilişkilerinde bazı toleranslara izin verilebilir. Dolayısıyla, bulanık ortamdaki olaylar bileşeni bulanık kısıtlayıcılar olarak ele alınabilir. Bulanık hedefler ve/veya bulanık kısıtlayıcılarla verilen bir kararın bulanık olması kaçınılmazdır. Bulanık bir karar, verilen hedefler ve kısıtlayıcıların uzlaştırılmasından belirlenen bulanık bir küme olarak tanımlanır. Bulanık hedef ve bulanık kısıtlayıcıların bir alt kümesi olan bulanık karar kümesi, bulanık kısıtlayıcı doyumunun ve bulanık hedef başarımının eşanlı olarak karşılanma derecesi gösterir.

4.2. Bulanık Doğrusal Programlama Modeli

Doğrusal programlama, sınırlı kaynakların en etkin biçimde nasıl kullanılması gerektiğini saptama tekniği ve bir karar verme aracıdır (Tütek vd., 1991). Diğer bir tanımla doğrusal programlama, değişkenlere ve kısıtlayıcı şartlara bağlı kalarak amaca en iyi ulaşma tekniğidir (Öztürk, 2002, 17).

Geleneksel bir doğrusal programlama modeli, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcı kümesi şeklinde iki kısımda ele alınır. Geleneksel doğrusal programlama modelinde, kısıtlayıcılardan hareketle uygun çözüm alanı veya olası çözümler kümesi oluşturulur. Uygun çözüm alanı oluşturulurken temel olarak yapılan işlem, kısıtlayıcıların kesişim kümesinin belirlenmesidir. Belirlenen bu kesişim kümesinde yer alan olası seçenekler, amaç fonksiyonunda değerlendirilir. Doğrusal programlama modellerinde maksimizasyon veya minimizasyon şeklinde oluşturulan amaç fonksiyonları, kısıtlayıcı kümesine göre en uygun kılınır. Bu en uygulama sürecinde, amaç fonksiyonlarının olabildiğince iyi değerler alması istenir. Diğer bir deyişle, belirli bir seçenekler kümesinin sağlayacağı fayda olabildiğince artırılmaya çalışılır. Bu nedenle, geleneksel doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonları, olası seçenekleri en iyiden en kötüye doğru sıralayan bir fayda fonksiyonu olarak kabul edilebilir. Bu bakış açısından, doğrusal programlama modellerindeki amaç fonksiyonlarının sınırlandırılmamış olduğu ifade edilebilir (Özkan, 2003, 161).

Geleneksel doğrusal programlama modellerinde, deterministik olarak ifade edilen problemler için en iyi çözüm araştırılır. Bu çözümün, karar vericiyi doyurup doyurmadığı doğrusal programlama modellerinde ele alınmaz. Geleneksel doğrusal programlama modellerinde doğrusallık, toplanabilirlik, sınırlılık ve negatif olmama varsayımlarına ek olarak, kapalı bir şekilde geçerli olan bazı varsayımlar vardır. Bunlar, her bir kısıtlayıcının önem derecesinin eşit olması; kısıtlayıcılarda matematiksel anlamda herhangi bir ihlale izin verilmemesi; sağ taraf sabitleri(b_i), teknoloji katsayıları(a_{ij}) ve amaç fonksiyonu katsayılarının(c_j) kesin olarak bilinesi; maksimizasyon veya minimizasyonun tam zorunluluk olması şeklinde ifade edilebilir.

Doğrusal programlama modellerindeki bulanıklık, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcı katsayılarının tam olarak bilinmediği ve modeldeki bazı eşitsizlikler ve eşitlikler için net olmayan sınırların tanımlanabileceği anlamına gelir. Bunlar, eksik bilgiden veya yapısal durumdan kaynaklanabilir. Örneğin, “maliyeti olabildiğince azaltmak” şeklindeki bir hedef, bulanık bir amacı niteler. Diğer bir deyişle, amaç fonksiyonu için belirlenen erişim düzeyi bulanık olarak ifade edilir. Benzer olarak $Ax<=b$ şeklinde ifade edilen kısıtlayıcı kümesinde, $<=$ işaretinin matematiksel anlamına belirli bir aralıkta tolerans gösterilebilir. c_j, b_i ve a_{ij} parametreleri ise sırasıyla aşağıda verilen anlamda bulanıklık içerebilir. Bir ürünün satış fiyatının, dolayısıyla da bu üründen elde edilecek birim karın(c_j), rekabet, maliyet vb. faktörlerle kesin olarak ifade edilmesi gerçekçi bulunmayabilir. Diğer taraftan, belirli bir ürüne olan talep miktarı(b_i) çoğu durumda tam olarak bilinmez. Ayrıca, istihdam edilen işgücünden fazla mesai yapması istenebileceği gibi, işgücünün de greve gitmesi söz konusu olabilir. Benzer olarak, istihdam edilen vasıfsız işgücünün belirli bir işte uzmanlaşması veya işgücündeki tutarsızlıklar nedeniyle işgücü kısıtlayıcısına ilişkin teknoloji katsayıları(a_{ij}) bulanıklık içerebilir. Dolayısıyla c_j, b_i ve a_{ij} katsayıları bulanık sayılarla veya bulanıklığı niteleyen tolerans aralıkları ile ifade edilir (Özkan, 2003, 162).

4.3. Hedef Programlama Modeli

Hedef programlama çok amaçlı karar problemlerini göz önüne alan ilk işletme bilimi yaklaşımlarından biridir. Bu kavram ilk kez 1955 yılında Charnes, Cooper ve Ferguson tarafından ortaya atılmış; zamanla farklı yaklaşımları ve algoritmaları temel alarak bugünkü geniş bir çalışma konusu kümesine dönüşmüştür (Render vd., 1991).

Hedef programlama modeli, çok amaçlı programlama modellerinin bir türüdür. Optimizasyon düşüncesine dayanan çok amaçlı programlama modellerinde, birbiriyle çelişen amaçları kısıtlayıcı kümesine göre eşanlı olarak doyuran bir çözüm vektörünün belirlenmesi amaçlanır. Hedef programlama modelinde ise, karar vericinin doyurucu bulduğu bir çözüm belirlenmeye çalışılır. Bu nedenle, hedef programlama modelinin optimizasyon düşüncesinden daha çok bir doyum düşüncesine dayandığı söylenebilir.

Hedef programlama modeli, doğrusal programlama modeli gibi kısıtlayıcı kümesi ve amaç fonksiyonu şeklinde iki bölümde incelenebilir. Bir doğrusal programlama modelinde yer alan bütün fonksiyonlar hedef programlama modelinin sadece kısıtlayıcı kümesini oluşturur. Hedef programlama modelinde, amaç fonksiyonları için ulaşılmak istenen erişim değerlerini karar vericinin belirlemesi gerekir. Bunun doğal bir sonucu olarak, erişim değerli amaç fonksiyonları bir eşitlik halinde kısıtlayıcı kümesine eklenir. Bu işlem her bir hedef fonksiyonu için sapma değişkenlerinin tanımlanmasını gerektirir. Sapma değişkenleri, hedef fonksiyonlarının erişim düzeylerinden ne kadar uzaklaştığının ölçülmesini sağlar. Hedef programlama modelinde, hedefler için belirlenen erişim düzeylerinden oluşabilecek sapmalar minimize edilir (Özkan, 1994).

Hedef programlama modeli, hedeflerin önceliğine göre iki türde düşünülebilir. Bunlardan ilki, aynı tercih önceliğini içeren hedef programlama modelidir. Burada, hedeflerin göreli önemi birbirine eşittir ve bütün hedefler eşanlı olarak doyurulmaya çalışılır. İkincisi ise, hedeflerin farklı tercih özelliklerin içeren tercih öncelikli hedef programlama modelidir. Burada, hedeflere ilişkin hiyerarşik bir yapının karar verici tarafından ortaya konması ve söz konusu hedeflerin en önemliden daha az önemliye doğru sıralanması gerekir. Bu sıralama işlemi sözel olarak yapılabileceği gibi, ağırlık kavramının kullanılmasıyla, sayısal olarak da yapılabilir. Bütün hedeflerin aynı tercih önceliğinde yer aldığı hedef programlama problemleri ve ağırlıklı hedef programlama problemleri simpleks yöntemi ile çözülebilir. Tercih öncelikli hedef programlama modellerinin çözümüne ise uyarlamalı simpleks yöntemleri veya ardışık optimizasyon yöntemiyle ulaşılır (Winston, 1994).

4.4. Bulanık Hedef Programlama Modeli

Hedef programlama modelinde, amaç fonksiyonları, bunların erişim değerleri ve kısıtlayıcılar deterministik olarak ifade edilir. Hedeflere ilişkin erişim değerlerinin, hedeflerin tercih öncelikli sıralamasının ve ağırlıkların kesin olarak belirlenmesi aslında oldukça zor bir iştir (Rubin vd., 1984, 115-129). Erişim değerleri, hedeflerin tercih öncelikli sıralaması ve göreli ağırlıklar çoğu kez karar vericinin sübjektif yargılarına dayanarak belirlenir. Hedef programlama modelindeki bu sübjektiflik olgusu, bulanık küme teorisi ile ele alınabilir. Bulanık küme teorisi hedef programlama modeline uygulandığı zaman, hedeflerin erişim düzeyleri ve tercih öncelikleri kesin olmayan ifadelerle nitelenebilir. Bulanık küme teorisi, karar vericilerin sübjektif yargılara dayanan hedefleri için, "yaklaşık olarak ...'e eşit" ve "...'den oldukça küçük" gibi bir dilin doğal yapısına göre ifade edilebilen erişim düzeylerinin tanımlanmasına izin verir. Hedeflere ilişkin bu tür tanımlamalar, bulanık kümelerde üyelik fonksiyonları ile ele alınır. Bu sayede, hedef programlama modelinin bir optimizasyon düşüncesinden daha çok bir doyum düşüncesine dayanma özelliği ön plana çıkarılmış olur.

Hedeflerin öncelik yapısına göre, bulanık hedef programlama modeli iki şekilde ele alınabilir. Bunlardan ilki, bütün hedeflerin aynı tercih önceliğinde yer aldığı bulanık hedef programlama modelidir. Bu modelde, bütün hedefleri eşanlı olarak doyuran bir çözüm belirlenir. İkincisi ise, hedeflerin farklı tercih önceliklerinde yer alabildiği tercih öncelikli bulanık hedef programlama modelidir. Bu modelde, karar vericinin tercih önceliğini dikkate alan bir çözüm belirlenmeye çalışılır.

Hedefler için belirlenen erişim düzeylerinin bulanık olduğu varsayımı ile, genelleştirilmiş bir bulanık hedef programlama modeli aşağıdaki gibi ifade edilir (Özkan, 1994, 181):

$$\left.\begin{aligned} &\mathbf{(Ax)_i} \underset{\sim}{=} \mathbf{b_i}\ ;\ \mathbf{i= 1,2,\ldots,m_1} \\ &\mathbf{(Ax)_i} \underset{\sim}{\leq} \mathbf{b_i}\ ;\ \mathbf{i= m_1+1, \ldots,m_2} \end{aligned}\right\}\ \text{Bulanık hedefler}$$

$$\mathbf{(Ax)_i} \underset{\sim}{\geq} \mathbf{b_i}\ ;\ \mathbf{i= m_2+1, \ldots,m_3}$$

Bulanık olmayan kısıtlayıcılar

$$\left.\begin{array}{l} \mathbf{(Ax)_l\{=, \leq, \geq\}\ b_l\ ;\ l=1,2,\ldots,p} \\ \\ \mathbf{x_j \geq 0\ ;\ j=1,2,\ldots,n} \end{array}\right\} \tag{1}$$

Burada $\tilde{=}$, $\tilde{\leq}$, $\tilde{\geq}$ simgeleri sırasıyla $=, \leq, \geq$ simgelerinin bulanıklaştırılmış halidir. Bu modelde, i'inci hedef için karar vericinin belirlediği erişim düzeyi b_i ile gösterilmiştir.

Geleneksel küme teorisi ile bulanık küme teorisi arasındaki temel fark, üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonuyla nitelenebilir. Bulanık kümelere ilişkin üyelik fonksiyonları kesikli ve sürekli, parametrik ve parametrik olmayan, simetrik ve simetrik olmayan şeklinde sınıflandırılabilir. Bulanık hedefler literatürde üçgensel, ikiz kenar, parçalı doğrusal, iç bükey biçimli parçalı doğrusal, yarı iç bükey biçimli parçalı doğrusal, s-biçimli parçalı doğrusal ve dış bükey biçimli parçalı doğrusal şeklinde farklı özellikteki üyelik fonksiyonları ile nitelenmiştir. Söz konusu üyelik fonksiyonları genellikle karar verici ile görüşülerek oluşturulur. Bulanık bir hedefin üyelik fonksiyonu, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da oluşturulabilir. Ayrıca, üyelik fonksiyonları bulanık küme teorisinin esasını oluşturduğu için, üyelik fonksiyonları belirlendikten sonra bulanık küme teorisinde bulanık olan herhangi bir şey kalmadığı söylenir.

Bulanık hedef programlama için geliştirilen çözüm yaklaşımlarının birçoğunda, bulanık hedefler işlemsel kolaylık sağlaması nedeniyle Zimmermann tipi üyelik fonksiyonları ile nitelenmiştir. Bulanık hedefler için Zimmermann tipi üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi ifade edilir :

$$\mathbf{(Ax)_i \tilde{=}\ b_i} \Rightarrow \mu_i(x) = \begin{cases} \mathbf{0} & \mathbf{;\ e\breve{g}er\ (Ax)_i \leq b_i - d_i\ ise} \\ \mathbf{1-}\ \dfrac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & \mathbf{;\ e\breve{g}er\ b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i\ ise} \\ \mathbf{1-}\ \dfrac{(Ax)_i - b_i}{d_i} & \mathbf{;\ e\breve{g}er\ b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i\ ise} \end{cases}$$

$\mathbf{(i= 1,2,\ldots,m_1)}$

0 ; eğer $(Ax)_i \geq b_i + d_i$ ise

(2)

$$(Ax)_i \underset{\sim}{\leq} b_i \Rightarrow \mu_i(x) = \begin{cases} 0 & ;\ \text{eğer } (Ax)_i \geq b_i + d_i \text{ ise} \\ 1 - \dfrac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & ;\ \text{eğer } b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \text{ ise} \\ 1 & ;\ \text{eğer } (Ax)_i \leq b_i \text{ ise} \end{cases}$$

$(i = m_1+1, \ldots, m_2)$

(3)

$$(Ax)_i \underset{\sim}{\geq} b_i \Rightarrow \mu_i(x) = \begin{cases} 0 & ;\ \text{eğer } (Ax)_i \leq b_i - d_i \text{ ise} \\ 1 - \dfrac{(Ax)_i - b_i}{d_i} & ;\ \text{eğer } b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i \text{ ise} \\ 1 & ;\ \text{eğer } (Ax)_i \geq b_i \text{ ise} \end{cases}$$

$(i = m_2+1, \ldots, m_3)$

(4)

Burada, i'inci bulanık hedef için karar vericinin belirlediği erişim değeri b_i ile, bu erişim değerinden oluşacak sapma için kabul edilebilir tolerans miktarı ise d_i ile gösterilmiştir.

Bulanık erişim değerli hedef programlama modeli ilk olarak Narasimhan tarafından ele alınmıştır. Narasimhan'ın yaklaşımı aşağıda verilen kısıtlayıcı kümesinden çözüm vektörü x'in belirlenmesi şeklinde ifade edilir.

$$(Ax)_i \;\; \underset{\sim}{=} \;\; b_i \qquad i=1,2,...,m_1$$

$$x_j \geq 0 \qquad j=1,2,...,n$$

(5)

Narasimhan, bulanık hedefleri bulanık eşitlikler olarak kabul ederek, onları üçgensel üyelik fonksiyonları ile nitelemiştir. Zimmermann'ın bulanık doğrusal programlama modeli için geliştirdiği çözüm yaklaşımından esinlenen Narasimhan, bulanık hedef programlama modelinin çözümünü bulanık karar kümesi kavramına dayanarak belirlemeye çalışmıştır. Bu yaklaşım, bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanının belirlenmesini, bir anlamda da bulanık hedeflerin üyelik derecelerinin artırılmasını amaçlar. Bunun için, aşağıda verilen problemin çözümü gerekir (Özkan, 1994, 183):

$$\mu_{\underset{\sim}{D}}(x^M) = \max_{x \geq 0} (\min[\mu_i(x)]) \qquad (6)$$

Bu problemi çözebilmek için bulanık hedefleri niteleyen üyelik fonksiyonlarını eşitlik 6'da yerine koymamız gerekir. Fakat bu durumda bir zorlukla karşılaşırız. Bu zorluk, i'inci üyelik fonksiyonunun doğrusal iki fonksiyon ile tanımlanmasından kaynaklanır. Üyelik fonksiyonlarını üyelik derecesinin 0'dan 1'e doğru arttığı parça (kısım) ve 1'den 0'a doğru azaldığı parça(kısım) olarak ele alınırsa, söz konusu zorluğun üstesinden gelinebilir. Böylece, bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanının belirlenmesi problemi, iki alt probleme dönüştürülmüş olur. Diğer bir ifadeyle, x^M vektörünün $[b_i - d_i,\ b_i]$ ve $[b_i,\ b_i + d_i]$ aralıklarından hangisinde yer aldığı belirlenmeye çalışılır. Bu düşünceden hareketle, i'inci bulanık hedef için aşağıda verilen alt problemler oluşturulur (Narasimhan, 1980):

1. problem:	2. problem:
$\max_{x \geq 0} \{\min[1 - \frac{bi - (Ax)i}{di}]\}$	$\max_{x \geq 0} \{\min[1 - \frac{(Ax)i - bi}{di}]\}$
kısıtlayıcılar	kısıtlayıcılar
$b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i$	$b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i$
$i = 1,2,\ldots,m_1$	$i = 1,2,\ldots,m_1$

(7)

Bulanık hedeflere erişme derecesini gösteren λ değişkeni tanımlanırsa, bu problemler doğrusal programlama problemleri olarak ifade edilir.

1. problem:	2. problem:
$\max \lambda$	$\max \lambda$
kısıtlayıcılar	kısıtlayıcılar
$1-\dfrac{b_i-(Ax)_i}{d_i} \geq \lambda$	$1-\dfrac{(Ax)_i-b_i}{d_i} \geq \lambda$
$b_i-d_i \leq (Ax)_i \leq b_i$	$b_i \leq (Ax)_i \leq b_i+d_i$
$i= 1,2,\ldots,m_1$	$i= 1,2,\ldots,m_1$

(8)

Burada, x^M vektörü herhangi bir bulanık hedef için $b_i-d_i \leq (Ax)_i \leq b_i$ eşitsizliğini doyururken, diğer bir bulanık hedef için $b_i \leq (Ax)_i \leq b_i+d_i$ eşitsizliğini doyurabilir. Bu nedenle, söz konusu alt problemler aşağıdaki şekilde bir araya getirilir (Özkan, 1994, 185).

$$\max \lambda$$

kısıtlayıcılar

$$\left.\begin{array}{l} 1-\dfrac{b_i-(Ax)_i}{d_i} \geq \lambda \\ \\ b_i-d_i \leq (Ax)_i \leq b_i \end{array}\right\} \quad \text{Bazı i'ler için}$$

$$\left.\begin{aligned} &1-\frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} \geq \lambda \\ &b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \end{aligned}\right\} \quad \text{Diğer i'ler için}$$

$$\lambda \in [0,1]$$

$$x \geq 0$$

(9)

Narasimhan yaklaşımında, m_1 adet bulanık hedefli bir hedef programlama modeli için, 2^{m1} adet alt problem oluşturulur. Bir doğrusal programlama dizisinin çözümünden oluşan Narasimhan yaklaşımında, oluşturulan alt problemlerden en yüksek λ değerini veren problemin çözümü, bulanık hedef programlama modelinin çözümü olarak kabul edilir.

5. UYGULAMA ÖRNEĞİ

Bu makalede, uygulama; iplik, kumaş, konfeksiyon ve ev tekstilinde önde gelen firmalardan biri olan DEBA(Denizli Basma Boya Sanayi) üzerinde yapılmıştır. Firmada üretimin pazar dağılımı %15 iç piyasa ve %85 ihracat olarak gerçekleşmektedir. Kumaş, konfeksiyon ve ev tekstili üreten bu firmada üretim merkezi üç ana ayak üzerine kuruludur. Ham kumaşın mamul kumaşa dönüştürüldüğü ve müşterilere kendi kolleksiyonunun satıldığı boya terbiye fabrikası, kendi kumaşlarının ya da dışarıdan gelen kumaşların kullanılarak dünyanın en iyi firmalarına pantolon ve etek üretiminin yapıldığı konfeksiyon fabrikası bulunmaktadır. Bunun yanı sıra desen ve renk çeşitliliğiyle, konfeksiyon kalitesindeki kumaşıyla ev tekstili ürünleri üretiminin yapıldığı ev tekstili ünitesi bulunmaktadır. Firmada %100 pamuk, %100 rayon, stretch, pamuk ağırlıklı dokuma kumaşların son işlemleri ve satışı, rotasyon baskı sistemine göre reaktif, pigment ve ronjan baskı yapılır. Şablonlar, bilgisayar programlarıyla hazırlanmaktadır. Reaktif boyama, pigment boyama, hazır giyim konfeksiyon üretimi, ev tekstili üretimi, jakarlı kumaş dokuma yapılır. Ürün kategorileri; dokuma kumaşlar, %85 dokuma alt giyim(pantolon-şort), %15 çarşaflar, yastık kılıfları ve nevresimlerdir. Kumaş üretim, konfeksiyon, ev tekstili, kesim, son işlemler, yıkama birimleri bulunmaktadır.

Uygulama, firmanın konfeksiyon fabrikası ve pamuklu ev tekstili grubu üzerine yapılmıştır. Konfeksiyon fabrikası, dokuma kumaştan mamul, dış giyim üretimi yapmaktadır.Ürün grubunun %90 oranını pantolon ve şort üretiminin oluşturması nedeniyle; uygulama bu iki ürün üzerine geliştirilmiştir. Kumaştan pakete kadar uzanan üretim çizgisi, her aşamada yarı mamul kalite aşamasından geçmekte ve sıfır hata hedeflenmektedir. Üretim kalıplarını dijital olarak hazırlayıp serilendirmekte ve lazerli otomatik kesim makinesinde kesmektedir. Üretim için gerekli olan her türlü aksesuar en kaliteli yurt içi ve yurt dışı tedarikçilerden alınmaktadır. Tüm malzemeler üretim öncesi uygun performans testlerine tabi tutulmaktadır. Üretim ünitesi 4 banttan oluşmakta olup en son teknoloji, elektronik ve otomat makinelerinin kullanıldığı bantlarda günlük üretim beden ve operasyon bazında takip edilmektedir.Üretim izleme programı sayesinde üretim çıktıları renk/beden ve hatta operasyon bazında günlük olarak takip edilmektedir.Bu sayede üretimle ilgili eksik yükleme vs. gibi problemleri önceden tespit ederek zamanında ve tam adetlerde yükleme yapılmaktadır. Ayrıca kırık iğne prosedürleri ve iğne dedektörleri sayesinde ürün kalitesinin yanı sıra güvenliği de sağlanmaktadır. Dikimi tamamlanan mallar yine firma bünyesindeki modern yıkama tesisinde yıkanmakta olup, enzim, silikon ve taş yıkama yapılarak görünüm özellikleri kazandırılmaktadır. Uygulamada yalınlık olması açısından bölümler kesim, dikim ve ambalaj olarak belirlenmiştir.

5.1. Uygulamanın Amacı

Araştırmanın amacı, uygulamanın yapıldığı konfeksiyon fabrikası ve pamuklu ev tekstili grubunun aylık üretim planını ve elde edeceği karı, önce kesin verilerle doğrusal programlama modeli yardımıyla, daha sonra kar ve satış hedeflerine gösterilen tolerans miktarlarıyla beraber bulanık hedef programlama modeli ile belirlemek ve modeller arasında bir kıyaslama yapmaktır.

5.2. Uygulamanın Verileri

Firmanın konfeksiyon fabrikasında üretilen bir pantolonun satışından elde edilen kar 15 YTL. ve şortun satışından elde edilen kar ise 10 YTL.'dir. Firma yöneticisi, pantolon ağırlıklı üretim yapmakta olup pazar payının korunması için "yaklaşık olarak 2500 adet pantolon" satılması gerektiğini düşünmektedir. Ayrıca, yönetici bir ayda "50.000 YTL. civarında bir kar" elde etmek istemektedir. Üretim bölümlerinin bir aylık çalışma kapasiteleri ile pantolon ve şort üretimi için istenen işlem süreleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Pantolon ve şort üretimi için istenen işlem süreleri

	İstenen Birim Süre(dk.)	

Bölümler	Pantolon	Şort	Bir aylık çalışma süresi(dk.)
Kesim	**15,78**	**22,22**	**144000**
Dikim	**12,24**	**15,79**	**108000**
Ambalaj	**30**	**60**	**120000**

Firmanın ev tekstili grubunda ise üretilen bir çarşafın satışından elde edilen kar 1,5 YTL. , bir yastık kılıfı satışından elde edilen kar 0,5 YTL. ve bir nevresim takımından elde edilen kar ise 3,5 YTL.dir. Firma, çarşaf ve yastık kılıfı ağırlıklı üretim yaptığı için "yaklaşık olarak 5000 adet çarşaf ve 10000 adet ise yastık kılıfı" satması gerektiğini düşünmektedir. Üretim bölümlerinin bir aylık çalışma kapasiteleri ile çarşaf, yastık kılıfı ve nevresim üretimi için istenen birim çalışma süreleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. Çarşaf, y. kılıfı, nevresim üretimi için istenen işlem süreleri

	İstenen Birim Süre(dk.)			
Bölümler	Çarşaf	Y. kılıfı	Nevresim	Bir aylık çalışma süresi(dk.)
Kesim	**0,2**	**0,07**	**0,34**	**288000**
Dikim	**1**	**0,6**	**0,6**	**374400**
Ambalaj	**0,86**	**0,86**	**0,86**	**14400**

5.3. Modelin Uygulanması ve WinQSB ile Değerlendirilmesi

Bu bilgiler ışığında, konfeksiyon fabrikası ve pamuklu ev tekstili grubunun bir aylık üretim planını ve elde edeceği karı belirlemeye çalışalım. Üretilecek pantolon miktarını x_1 değişkeni ile, üretilecek şort miktarını da x_2 değişkeni ile göstererek önce bu problemi doğrusal programlama modeli ile çözersek; bu işletme, x_1=2500 adet pantolon üretirse, x_2=750 adet şort üretecek ve 45.000 YTL. kar elde edecektir.

Tablo 3. Pantolon ve şort için doğrusal programlama modeli ile WinQSB çözümü

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

Combined Report for pantolon ve şort için doğrusal programlama modeli

	12:43:54		Wednesday	April	13	2005		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
1	X1	2.500,0000	15,0000	37.500,0000	0	basic	-M	M
2	X2	750,0000	10,0000	7.500,0000	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	45.000,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	56.115,0000	<=	144.000,0000	87.885,0000	0	56.115,0000	M
2	C2	42.442,5000	<=	108.000,0000	65.557,5000	0	42.442,5000	M
3	C3	120.000,0000	<=	120.000,0000	0	0,1667	75.000,0000	357.313,3000
4	C4	2.500,0000	=	2.500,0000	0	10,0000	0	4.000,0000

Results Combined Report for pantolon ve şort için doğrusal programlama modeli

Başlat Full WinQSB Graphics Server Linear and Integer P... 12:50

İşletme, hedef karını ve üretmesi gereken pantolon miktarını tam olarak belirlediğinde, hedef karın tam olarak 50.000 YTL ve üretilmesi gereken pantolon miktarının 2500 adet olması istenmiş, ancak hedef kardan 5.000 YTL daha az elde edilmiş ve hedef pantolon miktarı kadar üretilmiştir.

Üretilecek çarşaf miktarını $y_{1,}$ yastık kılıfı miktarını y_2, ve nevresim miktarını y_3 değişkeni ile göstererek problemin doğrusal programlama modelinin çözümü ise şöyledir:

Tablo 4. Çarşaf, y. kılıfı ve nevresim için doğrusal programlama modeli ile WinQSB çözümü

Linear and Integer Programming

Combined Report for Çarşaf, y. kılıfı ve nevresim için doğrusal programlama modeli

	11:56:17		Wednesday	April	13	2005		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
1	Y1	5.000,0000	1,5000	7.500,0000	0	basic	-M	M
2	Y2	10.000,0000	0,5000	5.000,0000	0	basic	-M	M
3	Y3	1.744,1860	3,5000	6.104,6500	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	18.604,6500				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	2.293,0230	<=	288.000,0000	285.707,0000	0	2.293,0310	M
2	C2	12.046,5100	<=	374.400,0000	362.353,5000	0	12.046,5000	M
3	C3	14.400,0000	<=	14.400,0000	0	4,0698	12.900,0000	533.773,3000

Results — Combined Report for Çarşaf, y. kılıfı ve nevresim için doğrusal programlama modeli

Bu işletme, 5000 adet çarşaf ve 10000 adet yastık kılıfı üretirse 18.604.000 YTL. kar elde edecektir. İşletme, hedef satış miktarı kadar çarşaf ve yastık kılıfı, 1744 adet ise nevresim üretmiştir.

Bu problemi bulanık hedef programlama modeli olarak ifade edersek;

Konfeksiyon fabrikası için;

$15x_1+10x_2$ 50000 (kar hedefi 1YTL.)

x_1 2500 (satış hedefi)

$15{,}78x_1+22{,}22x_2 \leq 144000$ (kesim kısıtlayıcısı)

$12{,}24x_1+15{,}79x_2 \leq 108000$ (dikim kısıtlayıcısı)

$30x_1+60x_2 \leq 120000$ (ambalaj kısıtlayıcısı)

$x_1, x_2 \geq 0$

Pamuklu ev tekstili grubu için; aynı kar düzeyinde en az 2000 adet nevresim üretmesi gerektiğini düşünüyorsa;

$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3 \,\tilde{=}\, 18604$ (1 YTL.)

$y_1 \,\tilde{=}\, 5000$ (satış hedefi 1)

$y_2 \quad 10000$ (satış hedefi 2)

$y_3=2000$

$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$ (kesim kısıtlayıcısı)

$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$ (dikim kısıtlayıcısı)

$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$ (ambalaj kısıtlayıcısı)

$y_1, y_2, y_3 \geq 0$

Konfeksiyon fabrikası için kar ve satış hedeflerine gösterilen tolerans miktarlarının işletme yöneticisi tarafından sırayla 5.000 YTL. ve 500 adet pantolon olarak belirlendiğini kabul edelim. Bu durumda, bulanık hedeflere ilişkin üyelik fonksiyonlarını aşağıda verildiği şekilde ifade edebiliriz.

$$\mu_{kar}(x) = \begin{cases} 0 & ;\ \text{eğer } 15x_1+10x_2 \leq 45000 \\ 1-\dfrac{50000-(15x_1+10x_2)}{5000} & ;\ \text{eğer } 45000 \leq 15x_1+10x_2 \leq 50000 \\ 1-\dfrac{(15x_1+10x_2)-50000}{5000} & ;\ \text{eğer } 50000 \leq 15x_1+10x_2 \leq 55000 \\ 0 & ;\ \text{eğer } 15x_1+10x_2 \geq 55000 \text{ ise} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 & ;\ \text{eğer } x_1 \leq 2000 \end{cases}$$

$$\mu_{satış}(x) = \begin{cases} 1-\dfrac{2500-x_1}{500} & ;\ \text{eğer } 2000 \le x_1 \le 2500 \\ 1-\dfrac{x_1-2500}{500} & ;\ \text{eğer } 2500 \le x_1 \le 3000 \\ 0 & ;\ \text{eğer } x_1 \ge 3000 \text{ ise} \end{cases}$$

Bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanını belirlemek için, bulanık hedeflerin tanımlı oldukları $[b_i-d_i, b_i]$ ve $[b_i, b_i+d_i]$ aralıklarını dikkate almamız gerekir. Yukarıda verilen üyelik fonksiyonlarını incelersek, kar hedefinin [45000,50000] ve [50000,55000] aralıklarında, satış hedefinin ise [2000,2500] ve [2500,3000] aralıklarında tanımlı olduğu görülür. X^M vektörünün bu aralıkların hangilerinde yer aldığını bulabilmek için dört adet ($2^{m_1}=2^2=4$) doğrusal programlama problemini çözmemiz gerekir. Çünkü, modelde kar ve satış şeklinde iki bulanık hedef vardır. Söz konusu doğrusal programlama problemleri ve bu problemlerin WinQSB programıyla elde edilen çözüm değerleri aşağıda verildiği gibidir.

$(15x_1+10x_2) \in [45000,50000]$ ve $x_1 \in [2000,2500]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ	max λ	
kısıtlayıcılar	kısıtlayıcılar	
$15,78x_1+22,22x_2 \le 144000$	$15,78x_1+22,22x_2 \le 144000$	
$12,24x_1+15,79x_2 \le 108000$	$12,24x_1+15,79x_2 \le 108000$	
$30x_1+60x_2 \le 120000$	$30x_1+60x_2 \le 120000$	<u>*Optimal Çözüm*</u>
$1-\dfrac{50000-(15x_1+10x_2)}{5000} \ge \lambda$	$15x_1+10x_2-5000\lambda \ge 45000$	$X_1=2500$ $X_2=750$ $\lambda=0$
$45000 \le 15x_1+10x_2 \le 50000$	$15x_1+10x_2 \ge 45000$	
	$15x_1+10x_2 \le 50000$	

$1-\dfrac{2500-x_1}{500} \geq \lambda \qquad\qquad x_1 - 500\lambda \geq 2000$

$2000 \leq x_1 \leq 2500 \qquad\qquad x_1 \geq 2000$

$x_1 \leq 2500$

$\lambda \in [0,1] \qquad\qquad \lambda \leq 1$

$x_1, x_2 \geq 0 \qquad\qquad x_1, x_2, \lambda \geq 0$

Tablo 5. Pantolon ve şort için $(15x_1+10x_2) \in [45000,50000]$ ve $x_1 \in [2000,2500]$ aralıklarında WinQSB çözümü:

Linear and Integer Programming

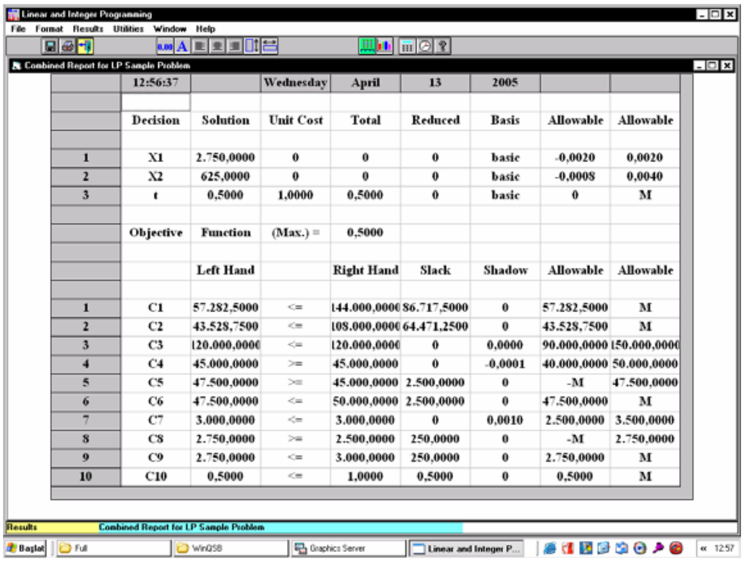
Combined Report for LP Sample Problem

	12:53:07		Wednesday	April	13	2005		
	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis	Allowable	Allowable
1	X1	2.500,0000	0	0	0	basic	-0,0020	M
2	X2	750,0000	0	0	0	basic	-0,0020	0,0040
3	t	0	1,0000	0	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	0				
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow	Allowable	Allowable
1	C1	56.115,0000	<=	144.000,0000	87.885,0000	0	56.115,0000	M
2	C2	42.442,5000	<=	108.000,0000	65.557,5000	0	42.442,5000	M
3	C3	120.000,0000	<=	120.000,0000	0	0,0000	120.000,0000	150.000,0000
4	C4	45.000,0000	>=	45.000,0000	0	-0,0002	40.000,0000	45.000,0000
5	C5	45.000,0000	>=	45.000,0000	0	0	-M	45.000,0000
6	C6	45.000,0000	<=	50.000,0000	5.000,0000	0	45.000,0000	M
7	C7	2.500,0000	>=	2.000,0000	500,0000	0	-M	2.500,0000
8	C8	2.500,0000	>=	2.000,0000	500,0000	0	-M	2.500,0000
9	C9	2.500,0000	<=	2.500,0000	0	0,0020	2.500,0000	3.000,0000
10	C10	0	<=	1,0000	1,0000	0	0	M

$(15x_1+10x_2) \in [45000,50000]$ ve $x_1 \in [2500,3000]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ	max λ	
kısıtlayıcılar	kısıtlayıcılar	
$15{,}78x_1+22{,}22x_2 \leq 144000$	$15{,}78x_1+22{,}22x_2 \leq 144000$	
$12{,}24x_1+15{,}79x_2 \leq 108000$	$12{,}24x_1+15{,}79x_2 \leq 108000$	<u>*Optimal Çözüm*</u>
$30x_1+60x_2 \leq 120000$	$30x_1+60x_2 \leq 120000$	$X_1=2750$
$1-\frac{50000-(15x_1+10x_2)}{5000} \geq \lambda$	$15x_1+10x_2-5000\lambda \geq 45000$	$X_2=625$
$45000 \leq 15x_1+10x_2 \leq 50000$	$15x_1+10x_2 \geq 45000$	
	$15x_1+10x_2 \leq 50000$	
$1-\frac{x_1-2500}{500} \geq \lambda$	$x_1+500\lambda \leq 3000$	
$2500 \leq x_1 \leq 3000$	$x_1 \geq 2500$	
	$x_1 \leq 3000$	
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$	
$x_1, x_2 \geq 0$	$x_1, x_2, \lambda \geq 0$	

Tablo 6. Pantolon ve şort için $(15x_1+10x_2) \in [45000,50000]$ ve $x_1 \in [2500,3000]$ aralıklarında WinQSB çözümü:



	12:56:37		Wednesday	April	13	2005		
	Decision	Solution	Unit Cost	Total	Reduced	Basis	Allowable	Allowable
1	X1	2.750,0000	0	0	0	basic	-0,0020	0,0020
2	X2	625,0000	0	0	0	basic	-0,0008	0,0040
3	t	0,5000	1,0000	0,5000	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	0,5000				
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow	Allowable	Allowable
1	C1	57.282,5000	<=	144.000,0000	86.717,5000	0	57.282,5000	M
2	C2	43.528,7500	<=	108.000,0000	64.471,2500	0	43.528,7500	M
3	C3	120.000,0000	<=	120.000,0000	0	0,0000	90.000,0000	150.000,0000
4	C4	45.000,0000	>=	45.000,0000	0	-0,0001	40.000,0000	50.000,0000
5	C5	47.500,0000	>=	45.000,0000	2.500,0000	0	-M	47.500,0000
6	C6	47.500,0000	<=	50.000,0000	2.500,0000	0	47.500,0000	M
7	C7	3.000,0000	<=	3.000,0000	0	0,0010	2.500,0000	3.500,0000
8	C8	2.750,0000	>=	2.500,0000	250,0000	0	-M	2.750,0000
9	C9	2.750,0000	<=	3.000,0000	250,0000	0	2.750,0000	M
10	C10	0,5000	<=	1,0000	0,5000	0	0,5000	M

$(15x_1+10x_2) \in [50000,55000]$ ve $x_1 \in [2000,2500]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ

kısıtlayıcılar

$15,78x_1+22,22x_2 \leq 144000$

$12,24x_1+15,79x_2 \leq 108000$

$30x_1+60x_2 \leq 120000$

$1-\dfrac{(15x_1+10x_2)-50000}{5000} \geq \lambda$

$50000 \leq 15x_1+10x_2 \leq 55000$

max λ

kısıtlayıcılar

$15,78x_1+22,22x_2 \leq 144000$

$12,24x_1+15,79x_2 \leq 108000$

$30x_1+60x_2 \leq 120000$

$15x_1+10x_2+5000\lambda \leq 55000$

$15x_1+10x_2 \geq 50000$

$15x_1+10x_2 \leq 55000$

Uygun çözüm yoktur.

$1-\frac{2500-x_1}{500} \geq \lambda$	$x_1 - 500\lambda \geq 2000$
$2000 \leq x_1 \leq 2500$	$x_1 \geq 2000$
	$x_1 \leq 2500$
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$
$x_1, x_2 \geq 0$	$x_1, x_2, \lambda \geq 0$

$(15x_1+10x_2) \in [50000,55000]$ ve $x_1 \in [2500,3000]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ	max λ	
kısıtlayıcılar	kısıtlayıcılar	
$15{,}78x_1+22{,}22x_2 \leq 144000$	$15{,}78x_1+22{,}22x_2 \leq 144000$	
$12{,}24x_1+15{,}79x_2 \leq 108000$	$12{,}24x_1+15{,}79x_2 \leq 108000$	
$30x_1+60x_2 \leq 120000$	$30x_1+60x_2 \leq 120000$	<u>*Optimal Çözüm*</u> $X_1=3000$ $X_2=500$

$1-\dfrac{(15x_1+10x_2)-50000}{5000} \geq \lambda$ $\quad$ $15x_1+10x_2+5000\lambda \leq 55000$

$50000 \leq 15x_1+10x_2 \leq 55000$ $\quad$ $15x_1+10x_2 \geq 50000$

$15x_1+10x_2 \leq 55000$

$1-\dfrac{x_1-2500}{500} \geq \lambda$ $\quad$ $x_1+500\lambda \leq 3000$

$2500 \leq x_1 \leq 3000$ $\quad$ $x_1 \geq 2500$

$x_1 \leq 3000$

$\lambda \in [0,1]$ $\quad$ $\lambda \leq 1$

$x_1, x_2 \geq 0$ $\quad$ $x_1, x_2, \lambda \geq 0$

Tablo 7. Pantolon ve şort için $(15x_1+10x_2) \in [50000,55000]$ ve $x_1 \in [2500,3000]$ aralıklarında WinQSB çözümü:

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

Combined Report for LP Sample Problem

	12:59:47		Wednesday	April	13	2005		
	Decision	Solution	Unit Cost	Total	Reduced	Basis	Allowable	Allowable
1	X1	3.000,0000	0	0	0	basic	-M	0,0020
2	X2	500,0000	0	0	0	basic	-0,0013	M
3	t	0	1,0000	0	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	0				
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow	Allowable	Allowable
1	C1	58.450,0000	<=	144.000,0000	85.550,0000	0	58.450,0000	M
2	C2	44.615,0000	<=	108.000,0000	63.385,0000	0	44.615,0000	M
3	C3	120.000,0000	<=	120.000,0000	0	0,0000	120.000,0000	150.000,0000
4	C4	50.000,0000	<=	55.000,0000	5.000,0000	0	50.000,0000	M
5	C5	50.000,0000	>=	50.000,0000	0	-0,0002	45.000,0000	50.000,0000
6	C6	50.000,0000	<=	55.000,0000	5.000,0000	0	50.000,0000	M
7	C7	3.000,0000	<=	3.000,0000	0	0,0020	3.000,0000	3.500,0000
8	C8	3.000,0000	>=	2.500,0000	500,0000	0	-M	3.000,0000
9	C9	3.000,0000	<=	3.000,0000	0	0	3.000,0000	M
10	C10	0	<=	1,0000	1,0000	0	0	M

Results Combined Report for LP Sample Problem

Başlat Full WinQSB Graphics Server Linear and Integer P... 13:00

Narasimhan yaklaşımında, oluşturulan alt problemlerden en yüksek λ değerini veren problemin çözümü, bulanık hedef programlama modelinin çözümü olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, bulanık hedef programlama probleminin optimal çözümü λ=0.5 düzeyinde gerçekleşir. Diğer bir ifadeyle, karar vericinin belirlediği bulanık hedeflere 0.5 düzeyinde ulaşılır. λ=0.5 iken x_1=2750 ve x_2=625 olarak bulunmuştur. Bu durumda bir ayda elde edilen kar da 47.500YTL.($15x_1+10x_2$=(15x2750+10x625)=47.500)dir.

Pamuklu ev tekstili grubu için çarşaf ve yastık kılıfı satış hedeflerine gösterilen tolerans miktarlarının işletme yöneticisi tarafından sırayla 1000 ve 2000 adet olarak belirlendiğini kabul edelim. Bu durumda, bulanık hedeflere ilişkin üyelik fonksiyonlarını aşağıda verildiği şekilde ifade edebiliriz.

$$\mu_{satış}(y) = \begin{cases} \mathbf{0} & ;\ \text{eğer } y_1 \leq 4000 \text{ ise} \\ 1-\dfrac{2500-y_1}{1000} & ;\ \text{eğer } 4000 \leq y_1 \leq 5000 \text{ ise} \end{cases}$$

$$\mu_{satış}(y) = \begin{cases} 1-\dfrac{y_1-5000}{1000} & ;\ \text{eğer } 5000 \leq y_1 \leq 6000 \text{ ise} \\ 0 & ;\ \text{eğer } y_1 \geq 6000 \text{ ise} \\ & \\ 0 & ;\ \text{eğer } y_2 \leq 8000 \text{ ise} \\ 1-\dfrac{10000-y_2}{30} & ;\ \text{eğer } 8000 \leq y_2 \leq 10000 \text{ ise} \\ 1-\dfrac{y_2-10000}{2000} & ;\ \text{eğer } 10000 \leq y_2 \leq 12000 \text{ ise} \\ 0 & ;\ \text{eğer } y_2 \geq 12000 \text{ ise} \end{cases}$$

Yukarıda verilen üyelik fonksiyonlarını incelersek, çarşaf için satış hedefinin [4000,5000] ve [5000,6000] aralıklarında, yastık kılıfı için satış hedefinin ise [8000,10000] ve [10000,12000] aralıklarında tanımlı olduğu görülür. X^M vektörünün bu aralıkların hangilerinde yer aldığını bulabilmek için dört adet ($2^{m_1}=2^2=4$) doğrusal programlama problemini çözmemiz gerekir. Çünkü, modelde çarşaf ve yastık kılıfı satışı şeklinde iki bulanık hedef vardır. Söz konusu doğrusal programlama problemleri ve bu problemlerin WinQSB programıyla elde edilen çözüm değerleri aşağıda verildiği gibidir.

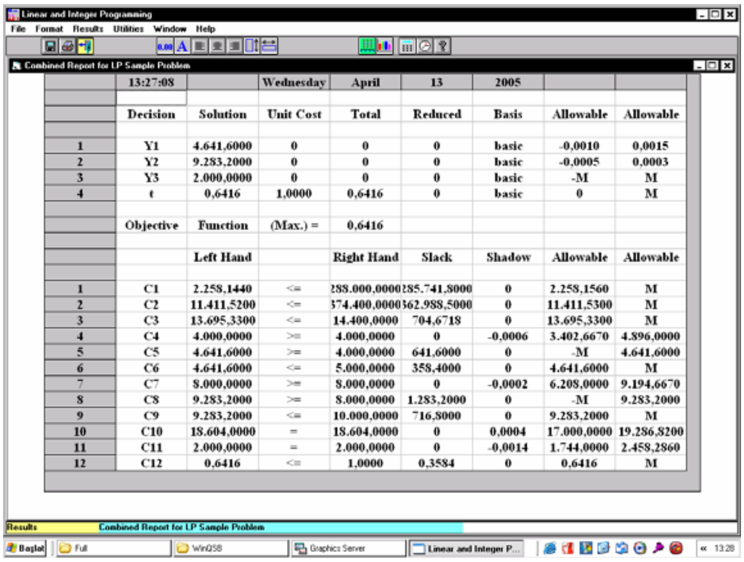
$y_1 \in [4000,5000]$ ve $y_2 \in [8000,10000]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ	**max λ**
kısıtlayıcılar	**kısıtlayıcılar**
$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \le 288000$	$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \le 288000$
$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \le 374400$	$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \le 374400$
$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \le 14400$	$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \le 14400$
$1-\dfrac{5000-y_1}{1000} \ge \lambda$	$y_1-1000\lambda \ge 4000$
$4000 \le y_1 \le 5000$	$y_1 \ge 4000$
	$y_1 \le 5000$
$1-\dfrac{10000-y_2}{2000} \ge \lambda$	$y_2-2000\lambda \ge 8000$
$8000 \le y_2 \le 10000$	$y_2 \ge 8000$
	$y_2 \le 10000$
$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$

Optimal Çözüm
$y_1=4641$
$y_2=9283$
$y_3=2000$
$\lambda=0{,}6416$

$y_3=2000$	$y_3=2000$
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$
$y_1, y_2, y_3 \geq 0$	$y_1, y_2, y_3, \lambda \geq 0$

Tablo 8. Ev tekstili için $y_1 \in [4000,5000]$ ve $y_2 \in [8000,10000]$ aralıklarında WinQSB çözümü:


Linear and Integer Programming
File Format Results Utilities Window Help
Combined Report for LP Sample Problem

	13:27:08		Wednesday	April	13	2005		
	Decision	Solution	Unit Cost	Total	Reduced	Basis	Allowable	Allowable
1	Y1	4.641,6000	0	0	0	basic	-0,0010	0,0015
2	Y2	9.283,2000	0	0	0	basic	-0,0005	0,0003
3	Y3	2.000,0000	0	0	0	basic	-M	M
4	t	0,6416	1,0000	0,6416	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	0,6416				
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow	Allowable	Allowable
1	C1	2.258,1440	<=	288.000,0000	285.741,8000	0	2.258,1560	M
2	C2	11.411,5200	<=	374.400,0000	362.988,5000	0	11.411,5300	M
3	C3	13.695,3300	<=	14.400,0000	704,6718	0	13.695,3300	M
4	C4	4.000,0000	>=	4.000,0000	0	-0,0006	3.402,6670	4.896,0000
5	C5	4.641,6000	>=	4.000,0000	641,6000	0	-M	4.641,6000
6	C6	4.641,6000	<=	5.000,0000	358,4000	0	4.641,6000	M
7	C7	8.000,0000	>=	8.000,0000	0	-0,0002	6.208,0000	9.194,6670
8	C8	9.283,2000	>=	8.000,0000	1.283,2000	0	-M	9.283,2000
9	C9	9.283,2000	<=	10.000,0000	716,8000	0	9.283,2000	M
10	C10	18.604,0000	=	18.604,0000	0	0,0004	17.000,0000	19.286,8200
11	C11	2.000,0000	=	2.000,0000	0	-0,0014	1.744,0000	2.458,2860
12	C12	0,6416	<=	1,0000	0,3584	0	0,6416	M

Results Combined Report for LP Sample Problem
Başlat Full WinQSB Graphics Server Linear and Integer P... 13:28

$y_1 \in [4000,5000]$ ve $y_2 \in [10000,12000]$ aralıkları için oluşturulan model:

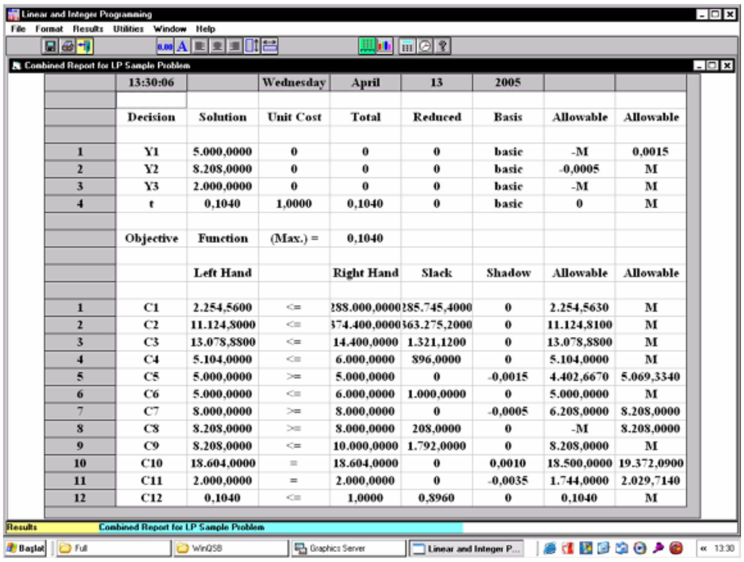
max λ	**max** λ

kısıtlayıcılar	**kısıtlayıcılar**	
$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$	$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$	
$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$	$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$	
$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$	$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$	
$1-\frac{5000-y_1}{1000} \geq \lambda$	$y_1-1000\lambda \geq 4000$	Uygun çözüm yoktur.
$4000 \leq y_1 \leq 5000$	$y_1 \geq 4000$	
	$y_1 \leq 5000$	
$1-\frac{y_2-10000}{2000} \geq \lambda$	$y_2+2000\lambda \leq 8000$	
$10000 \leq y_2 \leq 12000$	$y_2 \geq 10000$	
	$y_2 \leq 12000$	
$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	
$y_3=2000$	$y_3=2000$	
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$	
$y_1, y_2, y_3 \geq 0$	$y_1, y_2, y_3, \lambda \geq 0$	

$y_1 \in [5000,6000]$ ve $y_2 \in [8000,10000]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ	**max** λ	
kısıtlayıcılar	**kısıtlayıcılar**	
$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$	$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$	
$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$	$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$	
$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$	$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$	
$1-\frac{y_1-5000}{1000} \geq \lambda$	$y_1+1000\lambda \leq 6000$	*Optimal Çözüm* $y_1=5000$ $y_2=8208$ $y_3=2000$ $\lambda=0{,}1040$
$5000 \leq y_1 \leq 6000$	$y_1 \geq 5000$	
	$y_1 \leq 6000$	
$1-\frac{10000-y_2}{2000} \geq \lambda$	$y_2-2000\lambda \geq 8000$	
$8000 \leq y_2 \leq 10000$	$y_2 \geq 8000$	
	$y_2 \leq 10000$	
$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	
$y_3=2000$	$y_3=2000$	
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$	
$y_1, y_2, y_3 \geq 0$	$y_1, y_2, y_3, \lambda \geq 0$	

Tablo 9. Ev tekstili için $y_1 \in [5000,6000]$ ve $y_2 \in [8000,10000]$ aralıklarında WinQSB çözümü:



	13:30:06		Wednesday	April	13	2005		
	Decision	Solution	Unit Cost	Total	Reduced	Basis	Allowable	Allowable
1	Y1	5.000,0000	0	0	0	basic	-M	0,0015
2	Y2	8.208,0000	0	0	0	basic	-0,0005	M
3	Y3	2.000,0000	0	0	0	basic	-M	M
4	t	0,1040	1,0000	0,1040	0	basic	0	M
	Objective	Function	(Max.) =	0,1040				
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow	Allowable	Allowable
1	C1	2.254,5600	<=	288.000,0000	285.745,4000	0	2.254,5630	M
2	C2	11.124,8000	<=	374.400,0000	363.275,2000	0	11.124,8100	M
3	C3	13.078,8800	<=	14.400,0000	1.321,1200	0	13.078,8800	M
4	C4	5.104,0000	<=	6.000,0000	896,0000	0	5.104,0000	M
5	C5	5.000,0000	>=	5.000,0000	0	-0,0015	4.402,6670	5.069,3340
6	C6	5.000,0000	<=	6.000,0000	1.000,0000	0	5.000,0000	M
7	C7	8.000,0000	>=	8.000,0000	0	-0,0005	6.208,0000	8.208,0000
8	C8	8.208,0000	>=	8.000,0000	208,0000	0	-M	8.208,0000
9	C9	8.208,0000	<=	10.000,0000	1.792,0000	0	8.208,0000	M
10	C10	18.604,0000	=	18.604,0000	0	0,0010	18.500,0000	19.372,0900
11	C11	2.000,0000	=	2.000,0000	0	-0,0035	1.744,0000	2.029,7140
12	C12	0,1040	<=	1,0000	0,8960	0	0,1040	M

$y_1 \in [5000,6000]$ ve $y_2 \in [10000,12000]$ aralıkları için oluşturulan model:

max λ

kısıtlayıcılar

$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$

$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$

$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$

$1-\dfrac{y_1-5000}{1000} \geq \lambda$

max λ

kısıtlayıcılar

$0{,}2y_1+0{,}07y_2+0{,}34y_3 \leq 288000$

$1y_1+0{,}6y_2+0{,}6y_3 \leq 374400$

$0{,}86y_1+0{,}86y_2+0{,}86y_3 \leq 14400$

$y_1+1000\lambda \leq 6000$

Uygun çözüm yoktur.

$5000 \leq y_1 \leq 6000$	$y_1 \geq 5000$
	$y_1 \leq 6000$
$1-\dfrac{y_2-10000}{2000} \geq \lambda$	$y_2+2000\lambda \geq 12000$
$10000 \leq y_2 \leq 12000$	$y_2 \geq 10000$
	$y_2 \leq 12000$
$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$	$1{,}5y_1+0{,}5y_2+3{,}5y_3=18604$
$y_3=2000$	$y_3=2000$
$\lambda \in [0,1]$	$\lambda \leq 1$
$y_1, y_2, y_3 \geq 0$	$y_1, y_2, y_3, \lambda \geq 0$

Yani pamuklu ev tekstili grubu için bulanık hedef programlama probleminin optimal çözümü λ=0.6416 düzeyinde gerçekleşir. Diğer bir ifadeyle, karar vericinin belirlediği bulanık hedeflere 0.6416 düzeyinde ulaşılır. λ=0.6416 iken y_1=4641 ve y_2=9283 ve y_3=2000 bulunmuştur. Yani aynı kar düzeyinde en az 2000 adet nevresim üretmesi gerektiğini düşünüyorsa, daha az çarşaf ve daha fazla yastık kılıfı üreterek daha iyi sonuç alacağını görür.

6. SONUÇ VE BULGULAR

Bulanık doğrusal programlama problemlerinin çözümünde çözümün etkinliğini etkileyen en önemli unsur, bulanıklığın modele yansıtılmasında kullanılacak olan parametrelerdir. Bu parametrelerin nasıl bir bulanık geometri teşkil ettiği karar verme sürecinin en hassas noktasıdır. Çünkü çözümün başarısı, modelin sistemi yansıtmasındaki başarısına bağlıdır. Bu da modeli oluşturan parametrelerin belirlenmesini son derece önemli hale getirir.

Gerçek yaşam karar problemlerinin matematiksel modelleri oluşturuluyorken, iki ana özellik dikkate alınmalıdır: Bunlardan biri, problem yapısındaki birden çok amaç; diğeri ise problemin tanımında varolan bulanıklıktır. Bu iki özellik, 1970'lerin sonlarında, bulanık küme teorisinin çok amaçlı karar vermede kullanılmasıyla matematiksel olarak bir arada ifade edilebilmiştir (Arıkan, 1996).

Bu makale, hedef programlama, bulanık küme teorisi ve bulanık hedef programlama hakkında bazı teorik bilgileri ve son olarak bir doğrusal programlama örneğine bulanık hedef programlamanın uygulanmasını kapsamaktadır. Uygulama örneğindeki bulanıklığın kaynağı; amaçlara ait bulanık hedef değerlerdir. Firma, konfeksiyon fabrikasında üretilecek pantolon ve şort miktarını doğrusal programlama modeli ile belirlendiğinde 2500 adet pantolon ve 750 adet şort üreterek 45.000 YTL. kar elde etmeyi planlarken, kar ve satış hedeflerini belirli tolerans aralıklarıyla belirleyip bulanık hedef programlama modelini kullandığında 2750 adet pantolon ve 625 adet şort üreterek 47.500 YTL. kar edebileceğini görecektir. Aynı şekilde ev tekstili grubunda konfeksiyon fabrikasından farklı olarak kar hedefi değil de, doğrusal programlama modeli ile elde edeceği kar hedefini sabit tutarak, sadece çarşaf ve yastık kılıfı için satış hedeflerini belirli tolerans aralıklarıyla belirleyip bulanık hedef programlama modelini kullandığında, daha az çarşaf, daha fazla yastık kılıfı üretmenin daha uygun bir karar olacağını görecektir. Kısaca, kesin doğrusal programlama modeli yerine bulanık hedef programlama modeli kullanmak, firma için daha faydalı olacaktır.

Bulanık hedef programlama ile modellenen uygulama örneğinin çözümü; örneğe dair gerçek durumların ifadesinde, uygulama örneği için bulanık hedef programlamanın klasik hedef programlama yaklaşımına kıyasla, çok daha esnek ve uygun bir matematiksel tanımlama çerçevesine sahip olduğunu kanıtlamıştır. Sonuç olarak bulanık hedef programlama tekniğinin klasik tekniğe göre model çalışmalarında daha anlamlı sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

Arıkan, F., (1996). Bulanık Hedef Programlamanın Çok Amaçlı Proje Şebekesi Problemine Uygulanması, Y.L. Tezi.

Ertuğrul, İ., **(1996). Bulanık Mantık ve Bir Üretim Planlamasında Uygulama Örneği, Y.L. Tezi.**

Güneş, M., Yiğitbaşı , O. N., Türk Vergi Sisteminde Bulanık Mantık Uygulamaları, Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 19-22 Eylül 2001.

Hammerbacher, I. M., Yager, R. R., **(1981). The Personalization of Security Selection: An Application of Fuzzy Set Theory, Fuzzy Sets and Systems 5, 1-9, North Holland, Publishing Company.**

Jones D.F., Tamiz M., Mirrazavi S.K, **(1998). Intelligent Solution and Analysis of Goal Programmes, Decision Support Systems 23, 329-332.**

Narasimhan, R., (1980). Goal Programming in a Fuzzy Enviroment, Decision Sciences , Vol 11,325-336.

Özkan, M. M., (1994). Çok Amaçlı Doğrusal Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama Denemesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Özkan, M. M., **(2001). Bulanık Hedef Programlama, Ekin Kitabevi, Bursa.**

Öztürk, A., (2002). Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 9. Basım, Bursa, Ekin Kitabevi.

Paksoy, T., Atak M., **(2003). Etkileşimli Bulanık Çok Amaçlı Doğrusal Programlama ile Bütünleşik Üretim Planlama, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15, 2, 457-466.**

Render, B., Stair R. M., (1991). Quantitative Analysis for Management, Fourth Edition, Prentice Hall.

Rubin P. A., Narasimhan R., **(1984). Fuzzy Goal Programming with Nested Priorities, Fuzzy Sets and Systems 14, 115-129, North Holland.**

Terano T., Asai K., Sugeno M., **(1992). Fuzzy Systems Theory and Its Applications, 19-67, Boston: Academic Press, Inc.**

Tütek, H., Gümüşoğlu, Ş., (1991). Sayısal Yöntemler II-Doğrusal Optimizasyon, Serdar Ofset, İzmir.

Winston W..L., **(1994). Operation Research, Applications and Algorithms, Third Edition, Duxbury Press, California**

Zadeh, L. A., Kacprzyk J., **(1992). Fuzzy Logic for The Management of Uncertainty, John Wiley&Sons, Inc.**