

BULANIK 0-1 TAMSAYILI PROGRAMLAMA VE BİR HAZIR BETON TESİSİNDE UYGULAMA*

FUZZY 0-1 INTEGER PROGRAMMING AND APPLICATION OF A READY-MIXED CONCRETE FACILITY

Yrd.Doç.Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ**
Gökhan YILMAZ***

ÖZET

Günlük yaşamda karşılaştığımız “yaklaşık, civarında, ortalama” gibi sözel değişkenlerin matematiksel olarak ifade edilmesinde Zadeh (1965) tarafından önerilen bulanık küme teorisi kullanılabilir. Bulanık küme teorisi üretim planlamada çok sık kullanılan doğrusal programlama modellerine de uygulanarak bulanık doğrusal programlama modelleri geliştirilmiştir.

Türkiye'nin lokomotif sektörlerinden inşaat sektörünün temel hammaddelerinden olan beton, hazır beton tesisleri tarafından üretilmektedir. Hazır beton tesislerinin üretim süreçlerindeki veriler de genellikle kesin değeri bilinmeyen bulanık verilerdir. Bu çalışmada, Antalya'da faaliyette bulunan bir hazır beton tesisinin verilerindeki bulanıklık dikkate alınarak tesise gelen 1 haftalık sipariş için üretim planlaması yapılmıştır.

ABSTRACT

Fuzzy sets theory that was suggested by Zadeh (1965) can be used to define verbal variables seen in everyday life such as “approximate, around, average” mathematically. Processing fuzzy sets theory on the linear programming models that are often used in production planning, fuzzy linear programming models have been improved.

Concrete which is one of the main raw materials of building sector, included in locomotive sectors in Turkey, has been produced by ready-mixed concrete facility. The data taken from the production process in such areas are generally fuzzy data. In this study, production planning has been made for one week order that arrived to regarding the fuzzy of the data taken in ready-mixed concrete facility such as Antalya where this fuzzy is active.

* Bu makale *Bulanık 0-1 Tamsayı Programlama ve Bir Hazır Beton Tesisinde Uygulama* adlı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

** Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

*** Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

Anahtar Kelimeler: 0-1 Tamsayı Programlama, Üretim Planlama, Bulanık Küme, Hazır Beton
Key words: 0-1 Integer Programming, Fuzzy Sets, Production Planning, Ready-Mixed Concrete Facility

1. GİRİŞ

Sanayi devrimi insanlığın önüne uzayıp giden ve hiç kapanmayacak gibi görünen bir yol açmıştır. Bu yolun açılmasıyla sanayi ve bilişim teknolojisi sürekli gelişmiş, gelişen bu teknolojiler de işletmeler açısından daha karmaşık ve rekabetçi üretim süreçlerini beraberinde getirmiştir. Üretilen mamule yönelecek olan talebin belirlenmesi, buna uygun üretimin yapılabilmesi için gerekli faktörlerin uygun miktar ve özelliklerde sağlanması, üretimin miktarı, zamanlaması ve kalitesi ile ilgili tüm üretim süreçleri hep üretim planlaması kapsamı içinde yer alır (Moore ve Jablonski, 1969: 13).

Siparişe göre çalışan ve farklı niteliklerde üretim yapan işletmelerin kısıtlı kaynaklarına ait sayısal verileri değerlendirerek etkin bir üretim planlaması yapılması için kullanılacak yöntemlerden birisi de doğrusal programlamadır (DP) (Yılmaz, 2010: 1). DP'nin verimli kullanılabilmesi için kesin bilgilere ihtiyaç vardır. Ancak gerçek hayatta kesin ve net bilgilere ulaşmak kimi durumlarda imkânsız olmakta, veriler belirsizlik içermektedir.

Matematiksel yöntemlerin uygulanmasını zorlaştıran belirsizlik durumları Zadeh'in (1965) ortaya attığı bulanık küme teorisi ile aşılmıştır. Bulanık küme teorisi, kesinlik isteyen bir yöntem olan DP'ye de uygulanmıştır. Böylece belirsizliklerin DP yöntemi içinde modellenebilmesine de olanak sağlanmıştır.

Türkiye'de inşaat sektörünün ülke ekonomisi içindeki yeri oldukça önemlidir. Ülkemizde inşaat sektörünün GSYH içindeki payı; 2009, 2010 ve 2011'de sırasıyla %5,2, %5,7 ve %5,8'dir. 2012'nin 9 aylık ortalaması ise 5,7 olarak gerçekleşmiştir (Akakın vd, 2013: 67). İnşaat sektörünün temel malzemesi betondur. Türkiye Hazır Beton Birliği'nin kurulduğu 1988 yılında hazır beton üretimi henüz 1,5 milyon m³ iken, günümüzde bu rakam 90 milyon m³'e ulaşmıştır. Hazır Beton sektörü 1988'den 2012 yılına kadar yaklaşık olarak 60 kat büyümüştür. (Akakın vd, 2013: 69).

Hazır beton tesisleri genel olarak stoklu çalışan, ürettikleri betonu inşaat alanına akışkan haldeyken teslim eden firmalardır. Yani hazır beton, üretim zamanı ile ürün teslimi hemen hemen eş zamanlı olarak gerçekleştirilen bir üründür. Beton üretiminde, ürünün siparişi müşteriler tarafından inşaatın ilerleyişine göre yapıldığı için sipariş zamanı ile teslim zamanı arasındaki süre de oldukça kısadır. Ayrıca, alınan siparişlerin teslimi beton tesislerinin arabaları ile çok farklı mesafelerde bulunan inşaat alanlarına yapılmaktadır. Bu da ürünün maliyeti, dolayısıyla satış fiyatı, siparişin teslim edilinceye kadar geçen süre vb. faktörlerde belirsizliğe/bulanıklığa sebep olmaktadır. Bu anlamda hazır beton

işletmelerinin varlıklarını sürdürebilmesi, müşterilerini kaybetmemesi için sağlıklı bir üretim planlaması yapmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada; Antalya'da faaliyet gösteren bir hazır beton tesisinin 2013 yılının şubat ayının ilk haftasına ait 210 farklı siparişinin planlaması yapılmıştır. Planlama sürecinde; talep edilen ürünün çeşidi, üretim ve teslim süresi, kapasite vb. kriterler dikkate alınmıştır.

2. BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜME TEORİSİ

Bulanık mantık kavramı ilk kez Azeri asıllı bilim adamı L. A. Zadeh tarafından 1965 yılında yayımlanan bulanık kümeler (fuzzy sets) adlı makale ile ortaya atılmıştır. Zadeh bu çalışmasında insan düşüncesinin bulanıklık içerdiğini ve bu düşüncelerin açıklanmasında 0 ve 1 ile temsil edilen klasik mantığın yetersiz kaldığını ifade etmiştir (Zadeh, 1965:1). Bulanık küme teorisinde, küme elemanları üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Üyelik fonksiyonu, herhangi bir elemanın kümeye ait olma derecesinin fonksiyonla ifade edilmesidir ve $\mu_A(x)$ şeklinde gösterilir (Mendel, 2000: 21). $\mu_A(x)$, x elemanının A kümesine ait olma derecesini ifade etmektedir.

Klasik küme anlayışında bir eleman kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Eğer küme elemanı 1 üyelik fonksiyonu derecesi alıyorsa kümenin elemanı, 0 üyelik fonksiyonu derecesi alıyorsa kümenin elemanı değildir (Abdel Kader ve Dugdale, 2001: 457). Yani klasik kümelerde elemanlar $\{0, 1\}$ kümesinden üyelik derecesi alırlar.

Bulanık kümelerde elemanlar arasındaki geçiş klasik kümelerde olduğu gibi kesin üye olmak ya da olmamak yerine, üyelik dereceleri ile kısmen üye olmak ya da üye olmamak şeklinde olmaktadır. Bulanık kümelerde, kümenin elemanları $[0,1]$ arasında değişen üyelik dereceleri olarak o kümeye dâhil olur. Eğer küme elemanı 1 üyelik derecesi alıyorsa kümenin tam elemanı, 0 üyelik derecesi alıyorsa kümenin elemanı değildir (Abdel Kader ve Dugdale, 2001: 457). Üyelik fonksiyonu problemin durumuna göre birçok biçimde tanımlanabilir.

Bulanık bir \tilde{A} kümesinin α -kesim kümesi ise, üyelik derecesi α değerinden büyük ya da eşit olanlardan oluşturulan klasik kümedir (Amiri ve Nassari, 2006, s:207).

3. BULANIK DOĞRUSAL PROGRAMLAMA (BDP)– LİTERATÜR TARAMASI

Klasik DP modeli deterministik bir modeldir. Yani modeldeki bütün parametreler kesin olarak bilinmekte veya bilindiği varsayılmaktadır. Gerçek dünya koşullarında rakamlarla beraber kullanılabilen “yaklaşık, civarında, ortalama” gibi dilsel (sözel) değişkenler klasik DP modellerinde kullanılamamaktadır. Bunun sonucu olarak gerçek problemleri veya durumları tam olarak yansıtamayan matematiksel modellemeler gerçeklikten daha da uzaklaşmaktadır. Bu durumun ortadan kaldırılabilmesi için modele dilsel değişkenlerin eklenmesi en uygun çözüm yoludur. Bu durum da bulanık küme teorisi ile klasik DP yönteminin birleşiminden oluşan bulanık doğrusal programlama (BDP) ile mümkün olmaktadır. (Özkan, 2002: 60).

Literatürde birçok bilim insanı tarafından; kısıt sağ taraf sabitlerinin, amaç fonksiyonu/teknoloji katsayılarının, amaç fonksiyonunun, tüm parametrelerin vb. bulanık olması ve bulanık sayıların üyelik fonksiyonlarına göre önerilmiş birçok BDP modeli vardır (Oruç vd., 2012: 8).

Zimmermann (1983); kısıt sağ taraf sabitleri için tolerans düzeylerinin ve amaç fonksiyonunun maksimum veya minimum erişim seviyesinin bilindiği, yani amaç fonksiyonu ve kısıt sağ taraf sabitleri bulanık olan problemler için bir çözüm önerisinde bulunmuştur. Zimmermann yönteminde amaç fonksiyonu kısıt olarak modele eklenir. Karar verici tarafından belirlenen erişim seviyesi ise bu kısıtın sağ taraf sabiti olarak yazılır. Amaç fonksiyonu ve kısıtlar için tanımlanan üyelik fonksiyonlarının bulanık ortamda kesiştikleri noktaya karşılık gelen üyelik değeri ise yeni amaç fonksiyonu olarak yazılarak model çözülür.

Verdegay, amaç fonksiyonu bulanık olmayan sadece kısıt sağ taraf sabitlerinin bulanık olduğu modellerin çözümü için simetrik olmayan bir yöntem geliştirmiştir. Simetrik modellerin en temel özelliği, amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcıları ifade eden bulanık kümelerin kesişimi sonucu bulanık bir karar kümesinin oluşmasıdır. Simetrik olmayan modellerde ise amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar arasında farklılık olduğu ifade edilmektedir. Simetrik olmayan bir BDP probleminin çözülebilmesi için modelin parametrik DP problemine dönüştürülmesi gerekmektedir. Verdegay geliştirdiği çözüm yaklaşımında parametrik programlamayı kullanmıştır (Başkaya, 2011: 187).

Chanas, simetrik BDP problemlerinin çözümü için parametrik programlamaya dayalı alternatif bir yaklaşım önermiştir. Chanas, Zimmermann'dan farklı olarak bulanık kısıtlayıcıların belirlediği uygun çözüm alanı hakkındaki bilgi eksikliği yüzünden amaç fonksiyonu için erişim seviyesinin ve tolerans düzeyinin karar verici tarafından başlangıçta belirlenemeyeceğini ifade etmiştir. Chanas, tolerans düzeylerinin belirlenmesinde parametrik programlamanın kullanıldığı bir model önermiştir (Özkan, 2002: 80).

Carlsson-Korhonen (1986); tüm parametreleri bulanık olan problemler için, bulanık parametrelerin alt ve üst sınır değerlerinin bilinmesi durumunda, bulanık sayının uygulanabilir değerinden, uygulanması mümkün olmayan değerine doğru, çeşitli üyelik fonksiyonları için çözülebilen model önermiştir. Modelin uygulanabilmesi için bulanık sayıların üyelik fonksiyonlarının azalan ya da artan şekilde olması gerekmektedir. Önerilen modelde her bulanık sayının üyelik fonksiyonu oluşturularak model bulanıklıktan kurtarılır. Karar vericinin tercih ettiği (μ) değeri/değerleri için model çözülür (Oruç vd., 2012: 9).

4. BDP'DA WERNERS YAKLAŞIMI

Werners kısıt sağ taraf sabiti bulanık olan modellerde amaç fonksiyonunun da bulanık olacağını söylemiştir. Amaç fonksiyonu ve kısıt sağ taraf sabitleri bulanık olan bir DP modelinin genel gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Amaç Fonksiyonu:

$$\tilde{Z}_{\max} = c^T x$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} (Ax)_i &\leq b_i \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Werners tarafından önerilen modelde bulanık kısıtların tolerans düzeyleri (p_i) ve üyelik fonksiyonları (μ_{Kisit}) karar verici tarafından belirlenebilmesine rağmen, bulanık amaç fonksiyonunun üyelik fonksiyonu, karar verici tarafından önceden belirlenemez. Tolerans düzeyleri ve üyelik fonksiyonları bilinen bir model aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Tuş, 2006: 98):

Amaç Fonksiyonu:

$$\tilde{Z}_{\max} = c^T x$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} A_i x &\leq b_i + \theta p_i \\ \theta &\in [0,1] \quad \text{ve} \quad x \geq 0 \end{aligned}$$

Werners, amaç fonksiyonuna ilişkin üyelik fonksiyonunu belirleyebilmek için Orlovski'nin önerdiği bulanık karar kümesini baz almıştır. Orlovski, bulanık kısıtlayıcıların oluşturduğu tanım kümesinin her bir α -kesim kümesi için, amaç fonksiyonunun optimal değerlerini belirlemeyi ve bu optimal değerlerle eşit üyelik dereceli olan çözüm uzayının α -kesim kümesini bulanık karar kümesi olarak ele almayı önermiştir (Tuş, 2006: 97).

Üyelik fonksiyonu bilinen kısıtların $\alpha=0$ ve $\alpha=1$ için oluşturulacak α -kesim kümeleri ile kısıtlar bulanıklıktan kurtarılabilir ve 2 farklı model elde edilebilir. Bu modellerin çözümü sonucu elde edilecek amaç fonksiyonu değerleri, amaç fonksiyonunun alabileceği minimum ve maksimum değerleridir.

Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{\max}^0 = c^T x$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} A_i x &\leq b_i \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{\max}^1 = c^T x$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} A_i x &\leq b_i + p_i \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Bu DP modelleri çözülerek elde edilen Z^0 ve Z^1 değerleri bulanık amaç fonksiyonunun üyelik fonksiyonunun oluşturulmasında kullanılabilir ve amaç fonksiyonu için,

$$\mu_{\text{Amaç}} = \begin{cases} 1 & , & c^T x \geq z^1, \\ 1 - \frac{z^1 - c^T x}{z^1 - z^0} & , & z^0 < c^T x < z^1, \\ 0 & , & c^T x \leq z^0, \end{cases}$$

üyelik fonksiyonu oluşturulabilir (Lai ve Hwang, 1992: 172).

Optimal karara ulaşmak için; hem bulanık amaç fonksiyonun, hem de bulanık kısıtların birlikte doyurulması gerekmektedir. Bunun için Bellman ve Zadeh tarafından önerilen min işlemcisi kullanılırsa μ_{Karar} :

$$\mu_{\text{Karar}} = \lambda = \min (\mu_{\text{Amaç}}, \mu_{\text{Kısıt}})$$

olur (Çevik ve Yıldırım, 2010: 20).

μ_{Karar} , amaç fonksiyonu artan üyelik fonksiyonlu olarak tanımlandığı için amaç ve kısıtları eşanlı sağlayan üyelik derecelerinin (λ) maksimizasyonu şeklinde klasik DP modeli ile bulunabilir (Tuş, 2006).

$$Z_{\text{max}} = \lambda$$

$$\mu_{\text{Amaç}}(x) \geq \lambda$$

$$\mu_{\text{Kısıt}}(x) \geq \lambda$$

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

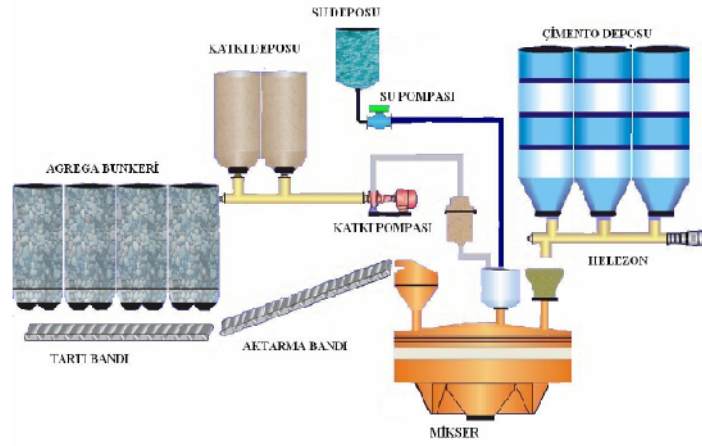
5. HAZIR BETON VE ÜRETİM SÜRECİ

Beton; dolgu malzemesi (agrega), çimento, su ve gerektiğinde bazı kimyasal katkı maddelerinin birlikte karılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir (Yıldız vd., 2006: 375). Beton, yapının hangi bölümünde (temel, tabliye, kolon vb.) kullanılacaksa ona göre farklı beton sınıfları bulunmaktadır. Beton sınıfları tamamen basınç dayanımlarıyla ilgilidir. Beton sınıfları arasındaki farklılık malzeme karışımındaki yoğunluk/oran farklılığı ile sağlanmaktadır. Her beton sınıfı için kullanılacak malzeme yoğunluklarının alt ve üst sınır değerleri TSE tarafından belirlenmiştir. İşletmeler bu sınır değerlerine göre hazırladıkları reçetelere göre üretim yapmaktadır. Betonun üretim süreci aşağıdaki gibi başlıklandırılabilir: (şekil 1)

- Üretilecek beton sınıfı için hazırlanan reçetenin otomasyon sistemine girilmesi (Sistem 1 m³ betonda kullanılacak karışım miktarlarını malzemelerin depolandığı ekipmanlardan otomatik olarak alınmasını sağlamaktadır).
- Agreganın bunkerinden gerekli miktarda alınması
- Katkı deposundan gerekli miktarda kimyasal maddenin alınması
- Su deposundan gerekli miktarda suyun alınması
- Çimento deposundan gerekli miktarda çimentonun alınması

- Malzemelerin karışım kazanında (mikserde) karıştırılması ve betonun üretilmesi
- Üretimi tamamlanan beton, karışım kazanından transmixerlere (beton kamyonu) boşaltılıp, müşteriye teslim edilmek üzere gönderilmesi.

Şekil 1: Bir Hazır Beton Tesisinin Genel Görünümü



Kaynak: Gizem BEKAR (2009), *Hazır Beton Santrali Otomasyonu*, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, s.11.

6. HAZIR BETONLA İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Literatür taraması sonucu hazır beton ile ilgili DP kullanılarak yapılan herhangi bir üretim planlama çalışmasına rastlanmamıştır. Hazır beton ile ilgili yapılan çalışmalar, beton üretiminde kullanılan malzemelerin optimum karışımını belirlemek, hazır beton tesis yeri seçimi ve beton basınç dayanımı tahmini şeklinde gruplandırılabilir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Günlük üretilen beton miktarı bilinen bir hazır beton tesisinde kullanılabilir depolama alanını düzenlemek amacıyla her bir gün için gerekli olan malzeme miktarının DP ile belirlenmesi hedeflenmiştir (Zayed ve Minkarah, 2004).
- Beton üretiminde kullanılan malzemelerin optimum karışım miktarlarını belirleyebilmek için DP modeli ve kendinden uyarlamalı genetik algoritma oluşturulmuştur. Daha sonra bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır (Amirjanov ve Sobolev, 2005).
- Değişen talep miktarları ve beton üretiminde kullanılan malzemelerin taşıma maliyetleri dikkate alınarak hazır beton tesis yeri seçiminde DP kullanılmıştır (Kozniewski ve Orłowski, 2005).

- Alparslan ve Sağlam (2006), Çakıroğlu vd. (2010), Subaşı vd.(2010) tarafından yapılan çalışmalarda ise bulanık mantık kullanılarak beton basınç dayanımı tahminlemesi yapılmıştır.

7. UYGULAMA

Çalışmanın uygulamasında Antalya’da faaliyette bulunan bir hazır beton tesisinin 2013 yılı şubat ayına ait verileri ve bir haftalık siparişleri kullanılmıştır. İşletmenin otel, bayi ve diğer müşteriler olmak üzere üç farklı müşteri grubu bulunmaktadır. Bu dönemde işletmeye iletilmiş olan, otel müşterilerinin 92 adet, bayi müşterilerinin 118 adet ve diğer müşterilerin 55 adet farklı miktarlardaki taleplerinin üretim planlaması yapılmıştır. Bu dönemde 11 farklı beton sınıfının 2 farklı döküm şekli (pompa veya mikser) için talepte bulunulmuştur.

Model aşağıdaki standartlar çerçevesinde kurulmuştur.¹

- ✓ *Amaç fonksiyonu:* Amaç fonksiyonu kâr maksimizasyonu olarak kurulmuştur. Amaç fonksiyonunun parametreleri beton sınıfına ve döküm şekline bağlı olarak her bir talepten elde edilecek toplam kârları ifade etmektedir. Üretilen betonun taşıma maliyeti talep yerinin uzaklığına bağlı olarak ayrıca satış fiyatına eklenmektedir. Bu yüzden talep yerinin uzaklığı işletmenin kâr miktarında herhangi bir etkiye sahip değildir. Birim kârlar sadece beton sınıfı (j) ve döküm şekline (k) göre değişmektedir.
- ✓ *Otel Müşterileri Erteleme Kısıtı:* İşletme i. günde talep edilen otel müşterilerinin taleplerini en fazla 1 gün erteleme ya da hiç üretmeme hakkına sahiptir. [1-92]
- ✓ *Bayi ve Diğer Müşteriler Erteleme Kısıtı:* İşletme bayi ve diğer müşteri gruplarının taleplerini 3 gün erteleme veya bu talepleri hiç üretmeme hakkına sahiptir. [93-265]
- ✓ *Üretim Kısıtı:* Üretim yapıldığı hazır beton tesisinde 10 saat çalışılmaktadır ve vardiya sistemi bulunmamaktadır. Tesiste 1 saat öğle yemeği molası verilmektedir. Tesisin saatlik ve günlük üretim kapasitesi aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 1: Günlük Üretim Kapasitesi

Tesisin 1 Saatlik Üretim Kapasitesi (m ³)	Teorik Olarak Günlük Üretim Kapasitesi (m ³)
120	120*9=1080

Tesiste bütün müşteri grupları ve beton sınıfları için üretilebilecek maksimum beton miktarı 1080 m³/gün’dür. Bu rakam tesis tam kapasitede çalıştığı durumlarda söz konusudur. Tesisteki herhangi bir makinada meydana gelebilecek arızadan dolayı bu üretim kapasitesinin bazı günlerde düşük olabileceği bir gerçektir. Böyle bir durumda tesisin günlük fiili olarak

¹ Köşeli parantez içerisindeki rakamlar kısıt numaralarını ifade etmektedir.

gerçekleştirdiği üretim miktarının en az 750 m^3 olduğu işletme yetkililerinden öğrenilmiştir. Yani tesisin günlük üretim kapasitesi bulanıklık içermektedir. Bu yüzden üretim kapasitesi kısıtının sağ taraf sabiti doğrusal azalan üyelik fonksiyonuna sahip $[1080-330\mu]$ bulanık sayısı olarak alınmıştır. Üretim kısıtının sol tarafında kullanılan parametreler her siparişin miktarını ifade etmektedir. [266-275]

- ✓ *Mixer Kısıtı:* Tesiste, üretilen betonları taşımak için 12 adet mixer bulunmaktadır. Bu mixerlerin her biri 11 m^3 taşıma kapasitesine sahiptir. Talep edilen beton miktarı (m^3) ile talep yerinin uzaklığı (km) işletme için önemlidir. Çünkü talep edilen miktarın üretimi ve üretilen betonun talep yerine ulaşması belirli bir zaman almaktadır. İşletmenin sahip olduğu araç sayısı belli olduğu için bu durum işletme için bir kısıt oluşturmaktadır. 1 m^3 betonun ne kadar sürede üretilip mixere doldurulduğu, talep yerine ulaştırılan betonun ne kadar sürede boşaltıldığı, mixerin talep yerine gidiş hızı ve mixerin tesise dönüş hızı bilgileri işletmeden elde edilmiştir. Bu bilgiler ortalama değerlerdir.

Çizelge 2: Mikser Bilgileri

Mixer Ortalama Dolum Süresi (m^3/dk)	Talep Yerine Ortalama Gidiş Hızı (km/saat)	Mixer Ortalama Boşaltma Süresi (m^3/dk)	Mixerin Tesise Ortalama Dönüş Hızı (km/saat)
1	40	1,5	60

Bu bilgiler sayesinde talep edilen beton miktarının ne kadar sürede üretilip mixere doldurulacağı, talep yerinin uzaklığına bağlı olarak mixerin talep yerine ne kadar sürede ulaşacağı, mixerin talep yerinde ne kadar sürede boşaltılacağı ve mixerin tesise ne kadar sürede geri döneceği hesaplanmıştır. İşletmenin elinde 12 adet mixer bulunmaktadır ve fiili olarak günde 9 saat çalışılmaktadır. Bu bilgilerden yola çıkarak işletmenin 1 günde taşıma yapabileceği max. süre hesaplanabilmektedir.

Çizelge 3: Günlük Taşıma Yapılabilecek Max. Süre

Mixer Sayısı (Adet)	Çalışma Süresi (dk/gün)	İşletmenin Taşıma Yapabileceği Max. Süre (dk/gün)
12	$9*60=540$	$12*540=6480$

Bu sürelerle trafik yoğunluğu, araç arızalanması vb. sebeple meydana gelebilecek gecikmeler dâhil değildir. Tesisin fiili olarak günlük taşıma yaptığı sürenin en az 4730 dk. olduğu öğrenilmiştir. Bu sürelerde meydana gelebilecek değişiklikler günlük taşıma yapılabilen maksimum süreyi yani kısıt sağ taraf sabitini etkileyeceğinden dolayı, kısıt sağ taraf sabitleri doğrusal azalan üyelik fonksiyonuna sahip $[6480-1750\mu]$ bulanık sayısı olarak alınmıştır. Mikser kısıtında kullanılan parametreler her bir talep için harcanacak toplam süreleri ifade etmektedir. Taşımaya ilişkin sürelerdeki aksamalar kısıt sağ tarafına yansıtıldığı için parametreler bulanık olarak alınmamıştır [276-285].

7.1. Modelin Kurulması

Karar Değişkenleri

$$\begin{aligned}
 OB_{ik}^d &: \begin{cases} 1 & \text{Otel betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilicekse} \\ 0 & \text{Otel betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilmeyecekse} \end{cases} \\
 BB_{ik}^d &: \begin{cases} 1 & \text{Bayi betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilicekse} \\ 0 & \text{Bayi betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilmeyecekse} \end{cases} \\
 DB_{ik}^d &: \begin{cases} 1 & \text{Diğer betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilicekse} \\ 0 & \text{Diğer betonu d. talep için i. gün j. beton sınıfından k. döküm şekli ile üretilmeyecekse} \end{cases}
 \end{aligned}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 10$
 $d = 1, 2, 3, \dots, 55$
 $j = C12, C16, C20, C25, C30, \text{Ş-300}, BC12, BC16, BC20, BC25, BC30$
 $k = P, M$

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned}
 Z_{\max} = & 1100 * (OB_{1(BC12)P}^1 + OB_{2(BC12)P}^1) + 160 * (OB_{1(C20)M}^2 + OB_{2(C20)M}^2) + \dots + \\
 & 230 * (OB_{7(C25)P}^{91} + OB_{8(C25)P}^{91}) + 440 * (OB_{7(C30)P}^{92} + OB_{8(C30)P}^{92}) + \\
 & 748 * (BB_{1(C20)P}^1 + BB_{2(C20)P}^1 + BB_{3(C20)P}^1 + BB_{4(C20)P}^1) + \\
 & 264 * (BB_{1(C20)P}^2 + BB_{2(C20)P}^2 + BB_{3(C20)P}^2 + BB_{4(C20)P}^2) + \dots + \\
 & 161 * (BB_{7(BC20)M}^{117} + BB_{8(BC20)M}^{117} + BB_{9(BC20)M}^{117} + BB_{10(BC20)M}^{117}) + \\
 & 378 * (BB_{7(C25)M}^{118} + BB_{8(C25)M}^{118} + BB_{9(C25)M}^{118} + BB_{10(C25)M}^{118}) + \\
 & 240 * (DB_{1(C20)P}^1 + DB_{2(C20)P}^1 + DB_{3(C20)P}^1 + DB_{4(C20)P}^1) + \\
 & 264 * (DB_{1(C20)P}^2 + DB_{2(C20)P}^2 + DB_{3(C20)P}^2 + DB_{4(C20)P}^2) + \dots + \\
 & 110 * (DB_{7(C20)M}^{54} + DB_{8(C20)M}^{54} + DB_{9(C20)M}^{54} + DB_{10(C20)M}^{54}) + \\
 & 88 * (DB_{7(C20)M}^{55} + DB_{8(C20)M}^{55} + DB_{9(C20)M}^{55} + DB_{10(C20)M}^{55})
 \end{aligned}$$

Kısıtlar

$$\begin{aligned}
 [1] \quad & OB_{1(BC12)P}^1 + OB_{2(BC12)P}^1 \leq 1 \\
 [2] \quad & OB_{1(C20)M}^2 + OB_{2(C20)M}^2 \leq 1 \\
 & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 [91] \quad & OB_{7(C25)P}^{91} + OB_{8(C25)P}^{91} \leq 1 \\
 [92] \quad & OB_{7(C30)P}^{92} + OB_{8(C30)P}^{92} \leq 1 \\
 [93] \quad & BB_{1(C20)P}^1 + BB_{2(C20)P}^1 + BB_{3(C20)P}^1 + BB_{4(C20)P}^1 \leq 1 \\
 [94] \quad & BB_{1(C20)P}^2 + BB_{2(C20)P}^2 + BB_{3(C20)P}^2 + BB_{4(C20)P}^2 \leq 1 \\
 & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 & \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\
 [209] \quad & BB_{7(BC20)M}^{117} + BB_{8(BC20)M}^{117} + BB_{9(BC20)M}^{117} + BB_{10(BC20)M}^{117} \leq 1 \\
 [210] \quad & BB_{7(C25)M}^{118} + BB_{8(C25)M}^{118} + BB_{9(C25)M}^{118} + BB_{10(C25)M}^{118} \leq 1
 \end{aligned}$$

- [211] $DB^1_{1(C20)P} + DB^1_{2(C20)P} + DB^1_{3(C20)P} + DB^1_{4(C20)P} \leq 1$
- [212] $DB^2_{1(C20)P} + DB^2_{2(C20)P} + DB^2_{3(C20)P} + DB^2_{4(C20)P} \leq 1$
- ⋮
- ⋮
- ⋮
- [264] $DB^{54}_{7(C20)M} + DB^{54}_{8(C20)M} + DB^{54}_{9(C20)M} + DB^{54}_{10(C20)M} \leq 1$
- [265] $DB^{55}_{7(C20)M} + DB^{55}_{8(C20)M} + DB^{55}_{9(C20)M} + DB^{55}_{10(C20)M} \leq 1$
- [266] $50 * OB^1_{1(BC12)P} + 8 * OB^2_{1(C20)P} + \dots + 144 * OB^{12}_{1(C30)P} + 184 * OB^{13}_{1(C30)P} + 34 * BB^1_{1(C20)P} + 12 * BB^2_{1(C20)P} + \dots + 15 * BB^{14}_{1(C25)P} + 7 * BB^{15}_{1(BC25)M} + 10 * DB^1_{1(C20)P} + 11 * DB^2_{1(C20)P} + \dots + 21 * DB^8_{1(C20)P} + 12 * DB^9_{1(C25)P} \leq 1080$
- [267] $50 * OB^1_{2(BC12)P} + 8 * OB^2_{2(C20)M} + \dots + 86 * OB^{25}_{2(C30)P} + 43 * OB^{26}_{2(S-300)P} + 34 * BB^1_{2(C20)P} + 12 * BB^2_{2(C20)P} + \dots + 31 * BB^{28}_{2(C25)P} + 6 * BB^{29}_{2(C25)M} + 10 * DB^1_{2(C20)P} + 11 * DB^2_{2(C20)P} + \dots + 33 * DB^{12}_{2(C20)M} + 21 * DB^{13}_{2(C25)P} \leq 1080$
- [268] $47 * OB^{14}_{3(C20)M} + 13 * OB^{15}_{3(C25)P} + \dots + 8 * OB^{45}_{3(C30)P} + 44 * OB^{46}_{3(S-300)P} + 34 * BB^1_{3(C20)P} + 12 * BB^2_{3(C20)P} + \dots + 20 * BB^{46}_{3(C25)P} + 11 * BB^{47}_{3(C25)P} + 10 * DB^1_{3(C20)P} + 11 * DB^2_{3(C20)P} + \dots + 26 * DB^{20}_{3(C25)P} + 2 * DB^{21}_{3(C25)M} \leq 1080$
- [269] $7 * OB^{27}_{4(C25)P} + 101 * OB^{28}_{4(C25)P} + \dots + 174 * OB^{57}_{4(C30)P} + 104 * OB^{58}_{4(C30)P} + 34 * BB^1_{4(C20)P} + 12 * BB^2_{4(C20)P} + \dots + 4 * BB^{72}_{4(C20)P} + 21 * BB^{73}_{4(C25)P} + 10 * DB^1_{4(C20)P} + 11 * DB^2_{4(C20)P} + \dots + 19 * DB^{31}_{4(C20)P} + 6 * DB^{32}_{4(C20)M} \leq 1080$
- [270] $36 * OB^{47}_{5(C25)M} + 255 * OB^{48}_{5(C30)P} + \dots + 11 * OB^{73}_{5(C30)P} + 36 * OB^{74}_{5(S-300)P} + 91 * BB^{16}_{5(C25)P} + 21 * BB^{17}_{5(C25)M} + \dots + 39 * BB^{92}_{5(C25)P} + 47 * BB^{93}_{5(C30)P} + 35 * DB^{10}_{5(C25)P} + 12 * DB^{11}_{5(BC12)M} + \dots + 42 * DB^{42}_{5(C25)P} + 5 * DB^{43}_{5(C25)M} \leq 1080$
- [271] $10 * OB^{59}_{6(C25)P} + 11 * OB^{60}_{6(C25)M} + \dots + 11 * OB^{85}_{6(C30)P} + 28 * OB^{86}_{6(S-300)P} + 81 * BB^{30}_{6(C25)P} + 19 * BB^{31}_{6(C25)P} + \dots + 42 * BB^{104}_{6(C25)P} + 2 * BB^{105}_{6(C25)M} + 5 * DB^{14}_{6(C25)M} + 11 * DB^{15}_{6(C20)M} + \dots + 10 * DB^{49}_{6(C20)M} + 111 * DB^{50}_{6(C25)P} \leq 1080$
- [272] $11 * OB^{75}_{7(C20)P} + 36 * OB^{76}_{7(C25)P} + \dots + 10 * OB^{91}_{7(C25)P} + 20 * OB^{92}_{7(C30)P} + 6 * BB^{48}_{7(C20)P} + 10 * BB^{49}_{7(C20)P} + \dots + 7 * BB^{117}_{7(BC20)M} + 18 * BB^{118}_{7(C25)M} + 21 * DB^{22}_{7(C20)P} + 8 * DB^{23}_{7(C20)P} + \dots + 5 * DB^{54}_{7(C20)M} + 4 * DB^{55}_{7(C20)M} \leq 1080$
- [273] $13 * OB^{87}_{8(BC12)M} + 28 * OB^{88}_{8(C25)P} + \dots + 10 * OB^{91}_{8(C25)P} + 20 * OB^{92}_{8(C30)P} + 14 * BB^{74}_{8(C20)P} + 9 * BB^{75}_{8(C20)M} + \dots + 7 * BB^{117}_{8(BC20)M} + 18 * BB^{118}_{8(C25)M} + 12 * DB^{33}_{8(C20)P} + 7 * DB^{34}_{8(C20)M} + \dots + 5 * DB^{54}_{8(C20)M} + 4 * DB^{55}_{8(C20)M} \leq 1080$
- [274] $1 * BB^{94}_{9(C20)M} + 6 * BB^{95}_{9(BC20)M} + \dots + 7 * BB^{117}_{9(BC20)M} + 18 * BB^{118}_{9(C25)M} + 58 * DB^{44}_{9(C20)P} + 36 * DB^{45}_{9(C20)M} + \dots + 5 * DB^{54}_{9(C20)M} + 4 * DB^{55}_{9(C20)M} \leq 1080$
- [275] $57 * BB^{106}_{10(C20)P} + 59 * BB^{107}_{10(C20)P} + \dots + 7 * BB^{117}_{10(BC20)M} + 18 * BB^{118}_{10(C25)M} + 4 * DB^{51}_{10(C20)M} + 5 * DB^{52}_{10(C25)M} + \dots + 5 * DB^{54}_{10(C20)M} + 4 * DB^{55}_{10(C20)M} \leq 1080$
- [276] $225 * OB^1_{1(BC12)P} + 55 * OB^2_{1(C20)M} + \dots + 640 * OB^{12}_{1(C30)P} + 1395 * OB^{13}_{1(C30)P} + 255 * BB^1_{1(C20)P} + 90 * BB^2_{1(C20)P} + \dots + 173 * BB^{14}_{1(C25)M} + 58 * BB^{15}_{1(BC25)M} + 88 * DB^1_{1(C20)P} + 95 * DB^2_{1(C20)P} + \dots + 148 * DB^8_{1(C20)M} + 95 * DB^9_{1(C25)P} \leq 6480$
- [277] $225 * OB^1_{2(BC12)P} + 55 * OB^2_{2(C20)M} + \dots + 955 * OB^{25}_{2(C30)P} + 268 * OB^{26}_{2(S-300)P} + 255 * BB^1_{2(C20)P} + 90 * BB^2_{2(C20)P} + \dots + 213 * BB^{28}_{2(C25)P} + 45 * BB^{29}_{2(C25)M} + 88 * DB^1_{2(C20)P} + 95 * DB^2_{2(C20)P} + \dots + 180 * DB^{12}_{2(C20)M} + 158 * DB^{13}_{2(C25)P} \leq 6480$
- [278] $293 * OB^{14}_{3(C20)M} + 68 * OB^{15}_{3(C25)P} + \dots + 75 * OB^{45}_{3(C30)P} + 270 * OB^{46}_{3(S-300)P} + 255 * BB^1_{3(C20)P} + 90 * BB^2_{3(C20)P} + \dots + 100 * BB^{46}_{3(C25)P} + 68 * BB^{47}_{3(C25)P} + 88 * DB^1_{3(C20)P} + 95 * DB^2_{3(C20)P} + \dots + 328 * DB^{20}_{3(C25)P} + 38 * DB^{21}_{3(C25)M} \leq 6480$
- [279] $80 * OB^{27}_{4(C25)P} + 803 * OB^{28}_{4(C25)P} + \dots + 1915 * OB^{57}_{4(C30)P} + 810 * OB^{58}_{4(C30)P} + 255 * BB^1_{4(C20)P} + 90 * BB^2_{4(C20)P} + \dots + 50 * BB^{72}_{4(C20)M} + 128 * BB^{73}_{4(C25)P} + 88 * DB^1_{4(C20)P} + 95 * DB^2_{4(C20)P} + \dots + 183 * DB^{31}_{4(C20)P} + 63 * DB^{32}_{4(C20)M} \leq 6480$
- [280] $340 * OB^{47}_{5(C25)M} + 1118 * OB^{48}_{5(C30)P} + \dots + 83 * OB^{73}_{5(C30)P} + 250 * OB^{74}_{5(S-300)P} + 858 * BB^{16}_{5(C25)P} + 148 * BB^{17}_{5(C25)M} + \dots + 288 * BB^{92}_{5(C25)P} + 393 * BB^{93}_{5(C30)P} + 288 * DB^{10}_{5(C25)P} + 205 * DB^{11}_{5(BC12)M} + \dots + 295 * DB^{42}_{5(C25)P} + 45 * DB^{43}_{5(C25)M} \leq 6480$
- [281] $63 * OB^{59}_{6(C25)P} + 68 * OB^{60}_{6(C25)M} + \dots + 120 * OB^{85}_{6(C30)P} + 190 * OB^{86}_{6(S-300)P} + 803 * BB^{30}_{6(C25)P} + 148 * BB^{31}_{6(C25)P} + \dots + 405 * BB^{104}_{6(C25)P} + 68 * BB^{105}_{6(C25)M} + 50 * DB^{14}_{6(C25)M} + 95 * DB^{15}_{6(C20)M} + \dots + 93 * DB^{49}_{6(C20)M} + 993 * DB^{50}_{6(C25)P} \leq 6480$
- [282] $80 * OB^{75}_{7(C20)P} + 340 * OB^{76}_{7(C25)P} + \dots + 43 * OB^{91}_{7(C25)P} + 160 * OB^{92}_{7(C30)P} + 60 * BB^{48}_{7(C20)P} + 60 * BB^{49}_{7(C20)P} + \dots + 53 * BB^{117}_{7(BC20)M} + 175 * BB^{118}_{7(C25)M} + 158 * DB^{22}_{7(C20)P} + 53 * DB^{23}_{7(C20)P} + \dots + 80 * DB^{54}_{7(C20)M} + 48 * DB^{55}_{7(C20)M} \leq 6480$
- [283] $163 * OB^{87}_{8(BC12)M} + 123 * OB^{88}_{8(C25)P} + \dots + 43 * OB^{91}_{8(C25)P} + 160 * OB^{92}_{8(C30)P} + 85 * BB^{74}_{8(C20)P} + 70 * BB^{75}_{8(C20)M} + \dots + 53 * BB^{117}_{8(BC20)M} + 175 * BB^{118}_{8(C25)M} + 165 * DB^{33}_{8(C20)P} + 85 * DB^{34}_{8(C20)M} + \dots + 80 * DB^{54}_{8(C20)M} + 48 * DB^{55}_{8(C20)M} \leq 6480$

ORUÇ – YILMAZ

$$\begin{aligned} [284] \quad & 65 * BB^{94}_{9(C20)M} + 70 * BB^{95}_{9(BC20)M} + \dots + 53 * BB^{117}_{9(BC20)M} + 175 * BB^{118}_{9(C25)M} + 310 * DB^{44}_{9(C20)P} \\ & + 220 * DB^{45}_{9(C20)M} + \dots + 80 * DB^{54}_{9(C20)M} + 48 * DB^{55}_{9(C20)M} \leq 6480 \\ [285] \quad & 308 * BB^{106}_{10(C20)P} + 433 * BB^{107}_{10(C20)P} + \dots + 53 * BB^{117}_{10(BC20)M} + 175 * BB^{118}_{10(C25)M} + 60 * DB^{51}_{10(C20)M} \\ & + 78 * DB^{52}_{10(C25)M} + \dots + 80 * DB^{54}_{10(C20)M} + 48 * DB^{55}_{10(C20)M} \leq 6480 \end{aligned}$$

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Oluşturulan DP modelinde 876 tane karar değişkeni ve 285 tane kısıt bulunmaktadır. Kısıtlar, erteleme, üretim ve mikser kısıtları olmak üzere üç grupta toplanabilir.

Bulanık 0-1 tamsayılı programlama modelinin çözümü için “kısıt sağ taraf sabitleri bulanık ise amaç fonksiyonu da bulanıktır” tezini öne süren Werners yöntemi tercih edilmiştir. Üyelik fonksiyonu tanımlaması yapılan model klasik DP modeline dönüştürülerek GAMS 22.5 programında çözdürülmüştür.

Modelin çözdürülmesi sonucu üyelik fonksiyonu $\mu=0,613$, kâr 178.184,478 TL. olarak bulunmuştur. İşletmeye önerilen günlük üretim planı ek çizelge 1’de, taleplerin ertelenme süreleri ve üretilmeyen talepler ise ek çizelge 2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

İşletme ek çizelge 1’de verilen üretim planını uygularsa günlük üreteceği beton miktarları;

Çizelge 4: Günlük Üretilen Beton Miktarı

Tarih	Üretim Miktarı (m ³)
01.02.2013	857
02.02.2013	872
03.02.2013	850
04.02.2013	844
05.02.2013	875
06.02.2013	854
07.02.2013	781
08.02.2013	672
09.02.2013	671
10.02.2013	526
Toplam	7802

şeklinde olacaktır.

İşletmeye önerilen üretim planına göre işletmeden talep edilen betonların tamamı üretilmemiştir. Talep edilen ve üretilen beton miktarlarının müşteri gruplarına göre karşılaştırılması aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5: Talep Edilen ve Üretilen Beton Miktarlarının Karşılaştırılması

	Talep Edilen		Üretilen		Fark	
	Talep (adet)	Talep Miktarı (m ³)	Talep (adet)	Talep Miktarı (m ³)	Talep (adet)	Talep Miktarı (m ³)
OTEL	92	6508	51	4330	41	2178
BAYİ	118	2970	81	2542	37	428
DIĞER	55	1050	45	930	10	120
Toplam	265	10528	177	7802	88	2726

Bu çizelgeye göre talebi en az reddedilen müşteri grubu diğer müşterilerdir. Diğer müşteri grubunun toplamda 1050 m³ olan talebinin 930 m³'ü üretilmiştir. Yani diğer müşteri grubunun farklı miktarlardaki 55 adet talebinden sadece 10 tanesi reddedilmiştir. Bütün müşteri gruplarının talep ettiği toplam beton miktarı 10.528 m³'tür. İşletme bu talep miktarının 7802 m³'ünü üretebilmiştir.

Bu çalışmada da görüldüğü gibi; üretim planlama birçok etmenin dikkate alınması gereken karmaşık bir süreçtir. Bu sebeple planlamanın matematiksel modeller aracılığı ile yapılması ciddi zaman tasarrufu sağlamanın yanında, elle planlamada karşılaşılabilecek problemleri ortadan kaldıracaktır. Matematiksel modellerle planlamanın yapılmasının üretim sürecinin sistematik hale getirilmesine yardımcı olacağı da açıktır. Ayrıca verilerdeki bulanıklıkların dikkate alınması modellere esneklik kazandırmakta, daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Ek Çizelge 1: Üretim Planı

01.Şub	02.Şub	03.Şub	04.Şub	05.Şub	06.Şub	07.Şub	08.Şub	09.Şub	10.Şub
OB ¹ ₁ (BC12)P	OB ¹⁵ ₂ (C25)P	OB ¹⁷ ₃ (C30)P	OB ²⁹ ₄ (C30)P	OB ⁴⁸ ₅ (C30)P	OB ⁵⁹ ₆ (C25)P	OB ⁷⁵ ₇ (C20)P	OB ⁸⁸ ₈ (C25)P	BB ⁹⁴ ₉ (C20)M	BB ¹⁰⁶ ₁₀ (C20)P
OB ⁷ ₁ (C30)P	OB ²² ₂ (C30)P	OB ¹⁹ ₃ (C30)P	OB ³² ₄ (C20)P	OB ⁵⁰ ₅ (C25)P	OB ⁶¹ ₆ (C30)P	OB ⁷⁷ ₇ (C25)P	OB ⁸⁹ ₈ (C30)P	BB ⁹⁵ ₉ (BC20)M	BB ¹⁰⁷ ₁₀ (C20)P
OB ¹⁰ ₁ (C25)P	OB ²⁶ ₂ (Ş-300)P	OB ²⁰ ₃ (C25)P	OB ³⁴ ₄ (C25)P	OB ⁵³ ₅ (C30)P	OB ⁶⁶ ₆ (C30)P	OB ⁷⁸ ₇ (C25)P	OB ⁹¹ ₈ (C25)P	BB ⁹⁶ ₉ (BC20)M	BB ¹⁰⁸ ₁₀ (C25)P
OB ¹² ₁ (C30)P	BB ²⁴ ₂ (C25)P	OB ²³ ₃ (Ş-300)P	OB ³⁸ ₄ (Ş-300)P	OB ⁵⁴ ₅ (BC12)P	OB ⁷⁰ ₆ (C20)P	OB ⁷⁹ ₇ (C30)P	OB ⁹² ₈ (C30)P	BB ⁹⁷ ₉ (C25)P	BB ¹⁰⁹ ₁₀ (C25)P
OB ¹³ ₁ (C30)P	BB ²⁴ ₂ (BC30)M	OB ²⁸ ₃ (C25)P	OB ³⁹ ₄ (C25)P	OB ⁵⁶ ₅ (C30)P	OB ⁷¹ ₆ (C30)P	OB ⁸⁰ ₇ (Ş-300)P	BB ⁷⁴ ₈ (C20)P	BB ⁹⁸ ₉ (C30)P	BB ¹¹⁰ ₁₀ (C25)P
BB ¹ ₁ (C20)P	DB ² ₂ (C20)P	OB ³¹ ₃ (Ş-300)P	OB ⁴¹ ₄ (C25)P	OB ⁵⁸ ₅ (C30)P	BB ³⁰ ₆ (C25)P	OB ⁸¹ ₇ (C20)P	BB ⁷⁵ ₈ (C20)M	BB ⁹⁹ ₉ (C20)M	BB ¹¹¹ ₁₀ (C25)M
BB ² ₁ (C20)P		OB ³³ ₃ (C25)P	OB ⁴⁵ ₄ (C30)P	OB ⁶⁵ ₅ (C25)P	BB ³² ₆ (C25)P	OB ⁸⁴ ₇ (C25)P	BB ⁷⁶ ₈ (C20)M	BB ¹⁰⁰ ₉ (C20)M	BB ¹¹² ₁₀ (BC25)M
BB ³ ₁ (C25)P		OB ⁴⁰ ₃ (C25)P	OB ⁴⁶ ₄ (Ş-300)P	OB ⁷⁴ ₅ (Ş-300)P	BB ³⁴ ₆ (C25)P	OB ⁸⁶ ₇ (C25)P	BB ⁷⁸ ₈ (C20)P	BB ¹⁰¹ ₉ (BC20)P	BB ¹¹³ ₁₀ (C20)M
BB ³ ₁ (C25)P		OB ⁴³ ₃ (C30)P	BB ¹² ₄ (C25)P	BB ²⁰ ₅ (C20)P	BB ³⁷ ₆ (C20)P	BB ⁴⁹ ₇ (C20)M	BB ⁷⁹ ₈ (C20)P	BB ¹⁰² ₉ (C25)P	BB ¹¹⁴ ₁₀ (C20)P
BB ³ ₁ (C30)P		OB ⁴⁴ ₃ (C30)P	BB ¹³ ₄ (C25)P	BB ²¹ ₅ (C20)P	BB ³⁵ ₆ (C25)P	BB ⁵¹ ₇ (BC20)P	BB ⁸¹ ₈ (BC20)M	BB ¹⁰³ ₉ (C25)P	BB ¹¹⁵ ₁₀ (C20)P
DB ¹ ₁ (C20)P		BB ¹⁰ ₃ (C20)P	BB ¹⁶ ₄ (C25)P	BB ²⁵ ₅ (BC12)P	BB ³⁶ ₆ (C25)P	BB ⁵⁵ ₇ (C25)P	BB ⁸² ₈ (C25)P	BB ¹⁰⁴ ₉ (C25)P	BB ¹¹⁶ ₁₀ (C20)M
DB ³ ₁ (C20)M		BB ²² ₃ (C25)P	BB ⁴² ₄ (C20)P	BB ²⁶ ₅ (C20)P	BB ⁴⁷ ₆ (C25)P	BB ⁶⁰ ₇ (C20)P	BB ⁸³ ₈ (C25)M	BB ¹⁰⁵ ₉ (C25)M	BB ¹¹⁷ ₁₀ (BC20)M
DB ⁴ ₁ (C20)M		BB ²⁸ ₃ (C25)P	BB ⁵² ₄ (C25)P	BB ³¹ ₅ (C25)P	BB ³³ ₆ (C25)P	BB ⁶¹ ₇ (C20)M	BB ⁸⁴ ₈ (C25)M	DB ⁴⁴ ₉ (C20)P	BB ¹¹⁸ ₁₀ (C25)M
DB ⁷ ₁ (C20)P		BB ³⁵ ₃ (C30)P	DB ¹⁴ ₄ (C25)M	DB ¹² ₅ (C20)M	BB ³⁶ ₆ (BC12)P	BB ⁶³ ₇ (C25)P	BB ⁸⁵ ₈ (C20)P	DB ⁴⁵ ₉ (C20)M	DB ⁵¹ ₁₀ (C20)M
		DB ³ ₃ (C25)P	DB ²⁰ ₄ (C25)P	DB ¹³ ₅ (C25)P	BB ⁶⁵ ₆ (C25)P	BB ⁶⁴ ₇ (C25)P	BB ⁸⁶ ₈ (C20)P	DB ⁴⁶ ₉ (C20)M	DB ⁵² ₁₀ (C25)M
		DB ⁶ ₃ (C20)P	DB ²⁴ ₄ (C20)P	DB ²¹ ₅ (C25)M	DB ¹⁶ ₆ (C20)P	BB ⁶⁸ ₇ (C20)P	BB ⁹⁰ ₈ (C25)P	DB ⁴⁷ ₉ (C20)M	DB ⁵³ ₁₀ (BC12)M
		DB ⁹ ₃ (C25)P	DB ³⁰ ₄ (C20)P	DB ²⁶ ₅ (C20)P	DB ¹⁹ ₆ (C25)P	BB ⁷⁰ ₇ (C20)P	BB ⁹¹ ₈ (C25)P	DB ⁴⁸ ₉ (C30)P	DB ⁵⁴ ₁₀ (C20)M
			DB ³¹ ₄ (C20)P	DB ³³ ₅ (C20)P	DB ³⁰ ₆ (C20)P	BB ⁷³ ₇ (C25)P	BB ⁹² ₈ (C25)P	DB ⁴⁹ ₉ (C20)M	DB ⁵⁵ ₁₀ (C20)M
						DB ²² ₇ (C20)P	BB ⁹³ ₈ (C30)P	DB ⁵⁰ ₉ (C25)P	
						DB ²³ ₇ (C20)P	DB ³⁵ ₈ (C30)P		
						DB ²⁸ ₇ (C25)P	DB ³⁶ ₈ (C25)P		
						DB ²⁹ ₇ (C20)P	DB ³⁷ ₈ (C25)P		
							DB ³⁸ ₈ (C25)M		
							DB ³⁹ ₈ (C20)P		
							DB ⁴¹ ₈ (BC20)P		
							DB ⁴² ₈ (C25)P		
							DB ⁴³ ₈ (C25)M		

Ek Çizelge 2: Taleplere İlişkin Erteleme Süreleri ve Karşılanmayan Talepler

Ertilenmeyen Talepler	1 Gün Ertilenen Talepler	2 Gün Ertilenen Talepler	3 Gün Ertilenen Talepler	Karşılanmayan Talepler
OB ¹ _{1(BC12)P}	OB ¹⁷ _{2(C30)P}	BB ¹⁰ _{1(C20)P}	BB ¹² _{1(C25)P}	OB ² _{1(C20)M}
OB ⁷ _{1(C30)P}	OB ¹⁹ _{2(C30)P}	BB ¹⁶ _{2(C25)P}	BB ¹³ _{1(C25)P}	OB ³ _{1(C25)M}
OB ¹⁰ _{1(C25)P}	OB ²⁰ _{2(C25)P}	BB ³¹ _{3(C25)P}	BB ²⁰ _{2(C20)P}	OB ⁴ _{1(C25)M}
OB ¹² _{1(C30)P}	OB ²³ _{2(Ş-300)P}	BB ⁵³ _{4(C25)P}	BB ²¹ _{2(C20)P}	OB ⁵ _{1(C25)M}
OB ¹³ _{1(C30)P}	OB ²⁹ _{3(C30)P}	BB ³⁶ _{4(BC12)P}	BB ²⁵ _{2(BC12)P}	OB ⁶ _{1(C25)M}
OB ¹⁵ _{2(C25)P}	OB ³² _{3(C20)P}	BB ⁶⁵ _{4(C25)P}	BB ²⁶ _{2(C20)P}	OB ⁷ _{1(C30)P}
OB ²² _{2(C30)P}	OB ³⁴ _{3(C25)P}	DB ⁵ _{1(C25)P}	BB ³⁰ _{3(C25)P}	OB ⁹ _{1(C20)P}
OB ²⁶ _{3(Ş-300)P}	OB ³⁸ _{3(Ş-300)P}	DB ⁶ _{1(C20)P}	BB ³² _{3(C25)P}	OB ¹ _{1(C25)M}
OB ²⁸ _{3(C25)P}	OB ³⁹ _{3(C25)P}	DB ⁹ _{1(C25)P}	BB ³⁴ _{3(C25)P}	OB ¹⁴ _{2(C20)M}
OB ³¹ _{3(Ş-300)P}	OB ⁴¹ _{3(C25)P}	DB ²¹ _{3(C25)M}	BB ³⁷ _{3(C20)P}	OB ¹⁶ _{2(C25)M}
OB ³³ _{3(C25)P}	OB ⁴⁵ _{3(C30)P}	-	BB ⁴⁵ _{3(C25)P}	OB ¹⁸ _{2(C30)P}
OB ⁴⁰ _{3(C25)P}	OB ⁴⁶ _{3(Ş-300)P}	-	BB ⁴⁶ _{3(C25)P}	OB ²¹ _{2(C25)P}
OB ⁴³ _{3(C30)P}	OB ⁴⁸ _{4(C30)P}	-	BB ⁴⁷ _{3(C25)P}	OB ²⁴ _{2(C20)M}
OB ⁴⁴ _{3(C30)P}	OB ⁵⁰ _{4(C25)P}	-	BB ⁴⁹ _{4(C20)M}	OB ²⁵ _{2(C30)P}
OB ⁶⁵ _{5(C25)P}	OB ⁵³ _{4(C30)P}	-	BB ³¹ _{4(BC20)P}	OB ²⁷ _{3(C25)P}
OB ⁷⁴ _{5(Ş-300)P}	OB ⁵⁴ _{4(BC12)P}	-	BB ⁵⁵ _{4(C25)P}	OB ³⁰ _{3(C30)P}
BB ¹ _{1(C20)P}	OB ⁵⁶ _{4(C30)P}	-	BB ⁶⁰ _{4(C20)P}	OB ³⁵ _{3(C30)P}
BB ² _{1(C20)P}	OB ⁵⁸ _{4(C30)P}	-	BB ⁶¹ _{4(C20)M}	OB ³⁶ _{3(C30)P}
BB ⁴ _{1(C25)P}	OB ⁵⁹ _{5(C25)P}	-	BB ⁶³ _{4(C25)P}	OB ³⁷ _{3(C30)P}
BB ⁵ _{1(C25)P}	OB ⁶¹ _{5(C30)P}	-	BB ⁶⁴ _{4(C25)P}	OB ⁴² _{3(C25)M}
BB ⁹ _{1(C30)P}	OB ⁶⁶ _{5(C30)P}	-	BB ⁶⁸ _{4(C20)P}	OB ⁴⁷ _{4(C25)M}
BB ²⁴ _{2(BC30)M}	OB ⁷⁰ _{5(C20)P}	-	BB ⁷⁰ _{4(C20)P}	OB ⁴⁹ _{4(C20)M}
BB ³⁵ _{3(C30)P}	OB ⁷¹ _{5(C30)P}	-	BB ⁷³ _{4(C25)P}	OB ⁵¹ _{4(C25)M}
BB ⁵² _{4(C25)P}	OB ⁷⁵ _{6(C20)P}	-	BB ⁷⁴ _{5(C20)P}	OB ⁵² _{4(C25)M}
DB ¹ _{1(C20)P}	OB ⁷⁷ _{6(C25)P}	-	BB ⁷⁵ _{5(C20)M}	OB ⁵⁵ _{4(C20)M}
DB ¹ _{1(C20)M}	OB ⁷⁸ _{6(C25)P}	-	BB ⁷⁶ _{5(C20)M}	OB ⁵⁷ _{4(C30)P}
DB ¹ _{1(C20)M}	OB ⁷⁹ _{6(C30)P}	-	BB ⁷⁸ _{5(C20)P}	OB ⁶⁰ _{5(C25)M}
DB ⁷ _{1(C20)P}	OB ⁸⁰ _{6(Ş-300)P}	-	BB ⁷⁹ _{5(C20)P}	OB ⁶² _{5(C30)P}
DB ¹⁴ _{4(C20)P}	OB ⁸¹ _{6(C20)P}	-	BB ⁸¹ _{5(BC20)M}	OB ⁶³ _{5(C30)P}
DB ³⁰ _{4(C20)P}	OB ⁸⁴ _{6(C25)P}	-	BB ⁸² _{5(C25)P}	OB ⁶⁴ _{5(C20)P}
DB ³¹ _{4(C20)P}	OB ⁸⁶ _{6(Ş-300)P}	-	BB ⁸³ _{5(C25)M}	OB ⁶⁷ _{5(C30)P}
DB ³³ _{5(C20)P}	OB ⁸⁸ _{7(C25)P}	-	BB ⁸⁴ _{5(C25)M}	OB ⁶⁸ _{5(C30)P}
-	OB ⁸⁹ _{7(C30)P}	-	BB ⁸⁵ _{5(C20)P}	OB ⁶⁹ _{5(C16)M}
-	OB ⁹¹ _{7(C25)P}	-	BB ⁸⁶ _{5(C20)P}	OB ⁷² _{5(C30)P}
-	OB ⁹² _{7(C30)P}	-	BB ⁹⁰ _{5(C25)P}	OB ⁷³ _{5(C30)P}
-	BB ³ _{1(C25)P}	-	BB ⁹¹ _{5(C25)P}	OB ⁷⁶ _{6(C25)P}
-	BB ²² _{2(C25)P}	-	BB ⁹² _{5(C25)P}	OB ⁸² _{6(C20)P}
-	BB ²⁸ _{2(C25)P}	-	BB ⁹³ _{5(C30)P}	OB ⁸³ _{6(C20)M}
-	BB ⁴² _{3(C20)P}	-	BB ⁹⁴ _{6(C20)M}	OB ⁸⁵ _{6(C30)P}
-	DB ² _{1(C20)P}	-	BB ⁹⁵ _{6(BC20)M}	OB ⁸⁷ _{7(BC12)M}
-	DB ¹⁴ _{3(C25)M}	-	BB ⁹⁶ _{6(BC20)M}	OB ⁹⁰ _{7(C16)M}
-	DB ²⁰ _{3(C25)P}	-	BB ⁹⁷ _{6(C25)P}	BB ⁹ _{1(C25)M}
-	DB ²⁶ _{4(C20)P}	-	BB ⁹⁸ _{6(C30)P}	BB ¹ _{1(C25)M}
-	DB ⁴⁰ _{5(C20)P}	-	BB ⁹⁹ _{6(C20)M}	BB ⁸ _{1(C25)M}
-	-	-	DB ⁵² _{7(C25)M}	DB ³⁴ _{5(C20)M}
-	-	-	DB ⁵³ _{7(BC12)M}	-
-	-	-	DB ⁵⁴ _{7(C20)M}	-
-	-	-	DB ⁵⁵ _{7(C20)M}	-

ORUÇ – YILMAZ

Ek Çizelge 2 (Devamı): Taleplere İlişkin Erteleme Süreleri ve Karşılanmayan Talepler

Ertelemeyen Talepler	1 Gün Ertelenen Talepler	2 Gün Ertelenen Talepler	3 Gün Ertelenen Talepler	Karşılanmayan Talepler
-	-	-	BB ¹⁰⁰ _{6(C20)M}	BB ¹¹ _{1(C20)M}
-	-	-	BB ¹⁰¹ _{6(BC20)P}	BB ¹⁴ _{1(C25)M}
-	-	-	BB ¹⁰² _{6(C25)P}	BB ¹⁵ _{1(BC25)M}
-	-	-	BB ¹⁰³ _{6(C25)P}	BB ¹⁷ _{2(C25)M}
-	-	-	BB ¹⁰⁴ _{6(C25)P}	BB ¹⁸ _{2(BC12)P}
-	-	-	BB ¹⁰⁵ _{6(C25)M}	BB ¹⁹ _{2(C20)P}
-	-	-	BB ¹⁰⁶ _{7(C20)P}	BB ²³ _{2(BC25)M}
-	-	-	BB ¹⁰⁷ _{7(C20)P}	BB ²⁷ _{2(C20)M}
-	-	-	BB ¹⁰⁸ _{7(C25)P}	BB ²⁹ _{2(C25)M}
-	-	-	BB ¹⁰⁹ _{7(C25)P}	BB ³³ _{3(C25)P}
-	-	-	BB ¹¹⁰ _{7(C25)P}	BB ³⁶ _{3(BC12)M}
-	-	-	BB ¹¹¹ _{7(C25)M}	BB ³⁸ _{3(C20)P}
-	-	-	BB ¹¹² _{7(BC25)M}	BB ³⁹ _{3(C20)M}
-	-	-	BB ¹¹³ _{7(C20)M}	BB ⁴⁰ _{3(C25)M}
-	-	-	BB ¹¹⁴ _{7(C20)P}	BB ⁴¹ _{3(BC12)M}
-	-	-	BB ¹¹⁵ _{7(C20)P}	BB ⁴³ _{3(C20)M}
-	-	-	BB ¹¹⁶ _{7(C20)M}	BB ⁴⁴ _{3(C20)M}
-	-	-	BB ¹¹⁷ _{7(BC20)M}	BB ⁴⁸ _{4(C20)P}
-	-	-	BB ¹¹⁸ _{7(C25)M}	BB ⁵⁰ _{4(C20)M}
-	-	-	DB ¹² _{2(C20)M}	BB ⁵⁴ _{4(C25)P}
-	-	-	DB ¹³ _{2(C25)P}	BB ⁵⁷ _{4(BC12)M}
-	-	-	DB ¹⁶ _{3(C20)P}	BB ⁵⁸ _{4(C20)P}
-	-	-	DB ¹⁹ _{3(C25)P}	BB ⁵⁹ _{4(C20)P}
-	-	-	DB ²² _{4(C20)P}	BB ⁶² _{4(C20)M}
-	-	-	DB ²³ _{4(C20)P}	BB ⁶⁶ _{4(C16)M}
-	-	-	DB ²⁸ _{4(C25)P}	BB ⁶⁷ _{4(C20)P}
-	-	-	DB ²⁹ _{4(C20)P}	BB ⁶⁹ _{4(C20)P}
-	-	-	DB ³⁵ _{5(C30)P}	BB ⁷¹ _{4(C20)P}
-	-	-	DB ³⁶ _{5(C25)P}	BB ⁷² _{4(C20)M}
-	-	-	DB ³⁷ _{5(C25)P}	BB ⁷⁷ _{5(C20)P}
-	-	-	DB ³⁸ _{5(C25)M}	BB ⁸⁰ _{5(C20)M}
-	-	-	DB ³⁹ _{5(C20)P}	BB ⁸⁷ _{5(C20)M}
-	-	-	DB ⁴¹ _{5(BC20)P}	BB ⁸⁸ _{5(C20)M}
-	-	-	DB ⁴² _{5(C25)P}	BB ⁸⁹ _{5(BC20)M}
-	-	-	DB ⁴³ _{5(C25)M}	DB ⁸ _{1(C20)M}
-	-	-	DB ⁴⁴ _{6(C20)P}	DB ¹⁰ _{2(C25)P}
-	-	-	DB ⁴⁵ _{6(C20)M}	DB ¹¹ _{2(BC12)M}
-	-	-	DB ⁴⁶ _{6(C20)M}	DB ¹⁵ _{3(C20)M}
-	-	-	DB ⁴⁷ _{6(C20)M}	DB ¹⁷ _{3(C20)M}
-	-	-	DB ⁴⁸ _{6(C30)P}	DB ¹⁸ _{3(C20)M}
-	-	-	DB ⁴⁹ _{6(C20)M}	DB ²⁵ _{4(C20)M}
-	-	-	DB ⁵⁰ _{6(C25)P}	DB ²⁷ _{4(C20)M}
-	-	-	DB ⁵¹ _{7(C20)M}	DB ³² _{4(C20)M}
-	-	-	DB ⁵² _{7(C25)M}	DB ³⁴ _{5(C20)M}
-	-	-	DB ⁵³ _{7(BC12)M}	-
-	-	-	DB ⁵⁴ _{7(C20)M}	-
-	-	-	DB ⁵⁵ _{7(C20)M}	-

KAYNAKÇA

1. ABDEL KADER, M. G. ve D. DUGDALE, D (2001), “Evaluating Investment in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy Set Theory Approach”, *British Accounting Review*, 33, s.455-489.
2. AKAKIN, Tümer, Cenk KILINÇ, Arda IŞIK ve Hakan ZENGİN (2013), “Hazır Beton Sektörü ve Beton Kullanımındaki Gelişmeler”, *Hazır Beton*, Mart-Nisan, s. 66-72.
3. AMIRI, N. M. ve S. H. NASSERI, S.H. (2006), “Duality in Fuzzy Number Linear Programming By Use Of A Certain Linear Ranking Function”, *Applied Mathematics and Computation*, 180, s. 206-216.
4. AMIRJANOV, Adil – SOBOLEV (2005), Konstantin, “Optimal Proportioning of Concrete Aggregates Using a Self-Adaptive Genetic Algorithm”, *Computers and Concrete*, Vol:2, No:5, s. 1-11.
5. ALPARSLAN, Haydar ve SAĞLAM, Ali (2006), “Found Concrete Performance With Process Sand, Water, Cement, Quantities By Fuzzy Logic”, *Elec Lett Sci Eng*, 2(1), s. 46-52.
6. BAŞKAYA, Zehra (2011), *Bulanık Doğrusal Programlama*, Ekin Yayınevi.
7. BEKAR, Gizem (2009), *Hazır Beton Santrali Otomasyonu*, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara.
8. CARLSSON, C ve P. KORHONEN, (1986), “A Parametric Approach to Fuzzy Linear Programming”, *Fuzzy Sets and Systems*, 20, s. 17-30.
9. LAI, Ching ve L. HWANG (1992), “Interactive Fuzzy Linear Programming”, *Fuzzy Sets And Systems*, Vol: 45, Issue: 2, s. 169-183.
10. ÇAKIROĞLU, Melda A, Serdal TERZİ, Serdar KASAP ve Murat Gökhan ÇAKIROĞLU (2010), “Beton Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi”, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, C. 6, No:2, s. 1-8.
11. ÇEVİK, Osman ve Yasemin Yıldırım, (2010), “Bulanık Doğrusal Programlama ile Süt Ürünleri İşletmesinde Bir Uygulama”, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12 (18), s. 15-26
12. KOZNIIEWSKI, Edwin ve ORLOWSKI, Zygmunt (2005), “Extended Linear Programming in Models of Location of Concrete Mix Production Plants”, *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol:11, No:4, s. 289-297.
13. MENDEL, J. M (2000), *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems*. Usa: Prentice Hall PTR.
14. MOORE, G. ve R. JABLONSKI (1969), *Production Control*, 3 Edition, New York.

15. ORUÇ, K. Oğuzhan, İbrahim Güngör, Sezgin Irmak, ve Semih Şenol (2012), “Menu Planning With Fuzzy 0-1 Integer Programming”, *3rd International Symposium on Sustainable Development*, May 31 - June 01 2012, Sarajevo, s. 6-27.
16. ÖZKAN, Mustafa M. (2002), *Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama*, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Bursa.
17. SUBAŞI, Serkan– BEYÇİOĞLU, Ahmet– ÇULLU, Mustafa (2010), “Bulanık Mantık ve İstatistiksel Analiz Yöntemleri İle Revibrasyon Uygulanmış Betonlarda Basınç Dayanımı Tahmini”, *SDU International Journal of Technologic Sciences*, Vol:2, No:3, s. 46-52.
18. TUŞ, Ayşegül (2006), *Bulanık Doğrusal Programlama ve Üretim Planlamasında Bir Uygulama Örneği*, Pamukkale Üniversitesi, SBE, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
19. WERNERS, Brigitte (1987), “An Interactive Fuzzy Programming System”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol:23.
20. YILDIZ, Servet, İ. Hakkı DEMİRLİ ve Oğuzhan KELEŞTEMUR (2006), “Kırmataşla Üretilen Hazır Betonların Donma-Çözülmeye Karşı Dayanıklılığının Araştırılması”, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (3), 375-383.
21. YILMAZ, Hasan (2010), *Doğrusal Programlama Tekniği ile Üretim Planlamasının Mobilya Sektöründe Uygulanması*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
22. ZADEH, Lotfi Asker (1965), “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, Vol:8, s.338-353.
23. ZAYED, Tarek M. – MINKARAH, Issam, “Resource Allocation for Concrete Batch Plant Operation: Case Study”, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2004, Vol:130, No:4, s. 560-569.
24. ZIMMERMANN, H. Jurgen (1983), “Fuzzy Mathematical Programming”, *Computers and Operations Research*, 10 (4), 291-298