

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

İŞLETME PROGRAMI

**E-HİZMET KALİTESİ ÖLÇÜMÜ: UZAKTAN EĞİTİM HİZMETİ VEREN KAMU
ÜNİVERSİTELERİ ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Pelin ÇELİK

EYLÜL-2017

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

İŞLETME PROGRAMI

**E-HİZMET KALİTESİ ÖLÇÜMÜ: UZAKTAN EĞİTİM HİZMETİ VEREN KAMU
ÜNİVERSİTELERİ ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Pelin ÇELİK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

EYLÜL-2017

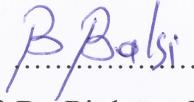
TRABZON

ONAY

Pelin ÇELİK tarafından hazırlanan “E-Hizmet Kalitesi Ölçümü: Uzaktan Eğitim Hizmeti Veren Kamu Üniversiteleri Örneği” adlı bu çalışma 26/10/2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İşletme Anabilim dalında **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Selçuk PERÇİN (Başkan)



Prof. Dr. Birdoğan BAKI



Doç. Dr. Tuba YAKICI AYAN



Prof. Dr. Halil SAVAŞ



Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım. ... / ... / ...

Prof. Dr. Yusuf SÜR MEN

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orjinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.



Pelin ÇELİK

19/09/2017

ÖNSÖZ

Yeni bir anlayış olarak, teknoloji ve eğitim alanındaki gelişmeler sonucunda karşımıza çıkan e-öğrenme, ülkemizde birçok kamu ve özel üniversite tarafından tercih edilmektedir. Üniversitelerin başarılı olabilmesi için öğrenci ve teknik gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir. Bu bağlamda ülkemizde faaliyet gösteren otuz devlet üniversitesinin performansları değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında bilgi ve tecrübesiyle büyük katkıda bulunan, beni yönlendiren ve yalnız bırakmayan değerli hocam Prof. Dr. Selçuk PERÇİN'e teşekkürlerimi sunarım. Akademik hayata başladığım ilk günden bugüne destekleriyle her zaman yanımda hissettiğim hocam Prof. Dr. Birdoğan BAKİ'ye ve tez izleme komitemde bulunup değerli fikirlerini eksik etmeyen hocam Doç. Dr. Tuba YAKICI AYAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik hayatta birlikte yol aldığımız değerli arkadaşlarım Y. Doç. Dr. Ayşe Cansu GÖK KISA ve Y. Doç. Dr. Bahadır Çağrı BAYRAM başta olmak üzere tüm arkadaşlarıma, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Altı yıl boyunca danışmanlığımı yürüten, amansız hastalıkla savaşmasına rağmen desteğini hiçbir zaman esirgemeyen rahmetli hocam Prof. Dr. Talha USTASÜLEYMAN'a teşekkürlerimi borç bilir, bu tezi onun anısına ithaf ederim.

Eylül, 2017

Pelin ÇELİK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
TABLolar LİSTESİ.....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ	XII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIII
GİRİŞ.....	1-4

BİRİNCİ BÖLÜM

1. E-HİZMET KALİTESİ VE E-ÖĞRENME.....	5-34
1.1. E-Hizmet Kalitesi	5
1.1.1. Hizmet Kavramı	5
1.1.2. Kalite Kavramı	7
1.1.3. Hizmet Kalitesi Kavramı	10
1.1.3.1. Hizmet Kalitesi Boyutları.....	11
1.1.4. E-Hizmet ve E-Hizmet Kalitesi.....	14
1.1.4.1. E-Hizmet Kalitesi Boyutları	15
1.2. E – Öğrenme	18
1.2.1. E-Öğrenme Öğrenci Gereksinimleri.....	21
1.2.2. E-Öğrenme Teknik Gereksinimler	25
1.3. Literatür Çalışması	27
2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEMLER	35-65
2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi	35
2.2. Bulanık Mantık	39

2.2.1. Bulanık Küme Teorisi	40
2.2.2. Üyelik Fonksiyonu Tipleri	43
2.2.2.1. Üçgensel (Triangular) Üyelik Fonksiyonu	43
2.2.2.2. Yamuksal (Trapezodial) Üyelik Fonksiyonu	44
2.2.3. Bulanık Sayılar	45
2.2.4. Bulanık Sayılarda İşlemler	45
2.2.4.1. Genişleme İlkesi	46
2.2.4.2. α -Kesim Aralık Yöntemi	47
2.2.5. Bulanık Sözel (Dilsel) Değişkenler	47
2.3. Bulanık Doğrusal Regresyon.....	49
2.3.1. Tanaka Modeli.....	50
2.3.2. KFG İçin Uyarlanmış Bulanık Doğrusal Regresyon.....	54
2.4. Entropi ve Ağırlıklı Uzaklık Metriği Yöntemi.....	57
2.5. Hedef Programlama.....	59
2.5.1. Hedef Programlama Türleri.....	61
2.5.1.1. Tek Hedefli Programlama	61
2.5.1.2. Eşit Ağırlıklı Hedef Programlama.....	61
2.5.1.3. Öncelikli Hedef Programlama	62
2.5.1.4. Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama	63
2.5.1.5. Ağırlıklı – Öncelikli Hedef Programlama	63
2.5.1.6. Tam Sayılı Hedef Programlama	64
2.5.1.7. 0 – 1 Hedef Programlama.....	65

3. UYGULAMA: E-HİZMET KALİTESİ ÖLÇÜMÜ: UZAKTAN EĞİTİM HİZMETİ VEREN KAMU ÜNİVERSİTELERİ ÖRNEĞİ..... 66-105

3.1. Araştırmanın Kapsamı.....	66
3.2. Araştırmanın Veri Seti, Modeli ve Aşamaları.....	68
3.2.1. Kalite Evinin Oluşturulması	68
3.2.2. Entropi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	79
3.2.3. Öğrenci Gereksinimleri ile Teknik Gereksinimler Arasındaki İlişkinin Bulanık Regresyon Yöntemi ile Belirlenmesi.....	82
3.2.4. Entropi - Ağırlıklı Uzaklık Metriği ile Üniversitelerin Sıralanması.....	93
3.2.5. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi ile En İyi Üniversitenin Seçilmesi.....	102

SONUÇ VE ÖNERİLER	106-109
YARARLANILAN KAYNAKLAR	110-124
EKLER	125-161
ÖZGEÇMİŞ	162



ÖZET

Teknolojide yaşanan gelişmeler sonrası küresel rekabetin artması, tüketicilerin memnuniyet ve hizmet kalitesi beklentilerini yükseltmiştir. Eğitim, sağlık, ticaret, bilişim, turizm, finans vb. gibi alanları kapsayan hizmet sektöründe yer alan kurumlar müşteri memnuniyeti üzerinde daha çok durmaya başlamıştır.

Bilişim ve eğitim alanında yaşanan gelişmelerle karşımıza çıkan e-öğrenme, öğrenci merkezli, birçok avantajı bulunan, çağdaş bir eğitim ve öğretim sistemi olarak tanımlanabilmektedir. Günümüzde e-öğrenme sistemi ülkemizdeki birçok üniversite tarafından kullanılmaktadır ve bu durum beraberinde rekabeti getirmiştir. E-öğrenme sisteminde başarılı olunması ve memnuniyetin sağlanması için e-öğrenme öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir.

E-öğrenme sisteminin öneminden hareketle bu çalışmada Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim hizmeti veren otuz devlet üniversitesi e-hizmet kalitesi bakımından değerlendirilmiştir. Uygulamada Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, 0-1 Hedef Programlama ve Entropi- Ağırlıklı Uzaklık Metriği yöntemleri kullanılmıştır.

Uygulama sonucunda söz konusu yöntemler kullanılarak üniversitelerin sıralanması sağlanmıştır. Modelin üniversitelerin e-öğrenme sistemlerinin performans değerlendirme konusunda kullanılabilecek etkin bir karar verme aracı olması ve eğitim sektörüne katkıda bulunması beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: E-Öğrenme, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, 0-1 Hedef Programlama, Entropi – Uzaklık Metriği

ABSTRACT

The increase in global competition after the developments in technology has enhanced the expectation of consumers' satisfaction and service quality. Organizations in the service sector like education, health, trade, information, tourism and finance have begun to focus more on customer satisfaction.

The developments in the field of information and education ascertained e-learning which can be defined as a contemporary training system with many advantages like being student centered. Today, the e-learning system is being used by many universities in our country and that has brought competition. To be successful in e-learning system and to ensure satisfaction, student needs and technical requirements must be provided.

Taking the importance of the e-learning system into consideration, thirty public universities that ranked in the order of the Innovation and Entrepreneurship Index of the Ministry of Science, Industry and Technology in this study were evaluated for e-service quality. In application, Quality Function Deployment, Fuzzy Regression, 0-1 Goal Programming and Entropy–Weighted Distance Metric methods are used.

As a result of the application, the alignment of the universities was provided by using the mentioned methods. The model is expected to be an effective decision making tool for performance evaluation of universities and to make contribution to education sector.

Keywords: E-Learning, Quality Function Deployment, Fuzzy Regression, 0-1 Goal Programming, Entropy – Distance Metric

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Kalite Tanımları.....	8
2	E-Öğrenme Öğrenci Gereksinim Kriterleri	22
3	E-Öğrenme Teknik Gereksinim Kriterleri	26
4	Araştırma Kapsamına Alınan Üniversiteler	67
5	Öğrenci Gereksinimlerine Verilen Puanların Ortalamaları	69
6	Puanlara Ait Yargılar	71
7	Öğrenci Anketlerinde Kullanılan İfadeler	71
8	Teknik Gereksinimlere Verilen Puanların Ortalamaları	72
9	Üniversitelerde E-Hizmet Performansının Belirlenmesi İçin Oluşturulan Kalite Evi.....	73
10	Puanlara Ait Yargılar	79
11	Öğrenci Gereksinimlerine Verilen Puanlar.....	80
12	Entropi Değerleri	80
13	Kriterler İçin Entropi Değerleri (E_j).....	81
14	Farklılık Dereceleri	82
15	Kriterlerin Göreli Ağırlıkları.....	82
16	y_1 kriteri için WinQSB Program Çıktısı	85
17	y_1 Kriterinin Çözümü İçin h Değerinin Etkisi	86
18	x_1 Kriteri için WinQSB Program Çıktısı	89
19	$h = 0,5$ için Bulanık Regresyon Merkez ve Yayılım Değerleri (a_j, c_j)	90
20	Doğrusal Programlama Modeline İlişkin WinQSB Çözümü.....	92
21	Doğrusal Programlama Çözümü.....	93
22	Teknik Gereksinim Puanları	94
23	Entropi Değerleri	95
24	Kriterler İçin Entropi Değerleri (E_j).....	96
25	Farklılık Dereceleri	96

26	Kriterlerin Görelî Ağırklıkları.....	96
27	Hedef Değerden Uzaklıkların Ölçümü	97
28	1. Dereceden Hesaplanan Uzaklık Değerleri	99
29	2. Dereceden Hedef Değerden Olan Uzaklığın Ölçümü.....	100
30	2. Dereceden Hesaplanan Uzaklık Değerleri	101
31	Hedef Programlama için WinQSB Program Çıktısı	104



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil Nr.</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Kalite Evi Matrisi.....	38
2	Sıcaklık İçin Bir Keskin Küme Örneği	41
3	Sıcaklık İçin Bulanık Küme Örneği.....	42
4	Bulanık Kümelerde Örtüşüm	42
5	Üçgensel Üyelik Fonksiyonu.....	44
6	Yamuksal Üyelik Fonksiyonu.....	45
7	Yaş Değişkeni İçin Dilsel Terimler	48
8	E-Öğrenmede Hizmet Kalitesinin Belirlenmesi İçin Oluşturulan Akış Şeması	70

KISALTMALAR LİSTESİ

AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
E-Hizmet	: Elektronik Hizmet
E-Learning	: Electronic Learning
E-Öğrenme	: Elektronik Öğrenme
KFG	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
QFD	: Quality Function Deployment
RST	: Rough Set Theory
SERVQUAL	: Service Quality

GİRİŞ

Teknolojik ilerlemeler son yüzyılda pazarlamada çok büyük değişikliklere yol açarak hem kurumlara yeni fırsatlar sunmuş hem de karşı karşıya buldukları rekabetin daha da artmasına neden olmuştur. Bu durum kurumları, klasik yönetim anlayışını terk ederek müşteri odaklı yeni işletme ve pazar stratejilerini benimsemeye zorlamıştır. Özellikle hizmet sunumunda müşteri memnuniyeti ve hizmet kalitesinden beklentiler artmış bununla birlikte hizmet firmaları müşteri memnuniyetini artıracak faktörlere yönelmiştir.

Hizmet sektörü, imalat ve tarım sektörleri dışında faaliyet gösteren tüm sektörleri kapsamaktadır. Hizmet sektörü, son yıllarda gelişmiş ülkelerdeki gayri safi milli hasıla ve istihdamın önemli bir kısmını sağlamaktadır. Hizmet sektörünün ekonomideki payı arttıkça, hizmet firmaları müşteri memnuniyetini artıracak faktörlere daha fazla önem vermeye başlamıştır.

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de son yıllarda büyük bir ivmeyle gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri, bir değişim sürecine neden olmuştur. Günümüzde gelişen teknolojik kaynaklar sayesinde elektronik ortamda bilgiye erişim daha kolay hale gelmiştir. Küresel olarak dönüşümün yaşandığı en önemli alanlardan biri eğitimidir. Bilginin en önemli değerlerden biri olarak görüldüğü çağımızda, eğitimin rolü daha da ön plana çıkmıştır.

Günümüz şartlarında bireyselleşme ve zaman yönetiminin kişiler için belirleyici faktör durumuna gelmesiyle eğitimde yeni anlayışlar benimsenmiştir. Geleneksel eğitim yöntemlerinin yanısıra yeni nesil eğitim ortamlarının yaşamımızda yer almaya başlamasıyla elektronik öğrenme (e-öğrenme), bu anlayışın bir ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Klasik öğrenme tekniklerinin zamanla yetersiz kalmasından dolayı oluşan boşluk hem eğitmen hem de öğrenci için daha verimli olan e-öğrenme sayesinde kapatılabilmektedir. E-öğrenme, internet başta olmak üzere çeşitli iletişim araçlarını

kullanarak zaman ve mekandan bağımsız bir şekilde bireylerin eğitim almasını sağlamaktadır. E-öğrenme sistemi sayesinde yaşadıkları yerde eğitim imkanı kısıtlı olanlar veya eğitim kurumlarına ulaşma engeli bulunan insanlara istedikleri eğitimi alma imkanı sunulmaktadır.

E-öğrenme, öğrenci, eğitmen ve diğer kullanıcılara öğretim hizmetlerinin web tabanlı bir sistemle sunulduğu uzaktan öğretim yöntemidir (Arbaugh, 2000: 33; Sun ve diğerleri, 2008: 1183). E-öğrenme sistemlerinde öğrenciler; ders, tartışma, video, canlı yayın, ödev, kısa sınav gibi faaliyetleri, internet erişimi olan herhangi bir yerden, istedikleri zamanda gerçekleştirmektedirler. Bu gibi avantajlar e-öğrenme sistemlerinin giderek daha çok öğrenci tarafından tercih edilmesini sağlamaktadır.

Küreselleşme ile birlikte hizmet sağlayıcılar daha çok müşteri isteklerini karşılamaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar. Çünkü istekleri karşılanmayan müşteriler kolaylıkla başka bir hizmet sağlayıcıdan istediklerini elde edebilmektedirler. Bu durum e-öğrenme sistemi için de geçerlidir.

Gün geçtikçe e-öğrenme sistemlerine olan talep artmaktadır. Bu durum karşısında e-öğrenme sistemi kullanan kurumlar birbirleriyle rekabet eder hale gelmiştir. E-öğrenme sistemlerinde ilk önce öğrenci memnuniyeti esas alınırken sistem tasarımı, teknik gereksinimlerin karşılanması gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. E-öğrenme sistemlerine talep artmasına rağmen literatüre bakıldığında özellikle ülkemizde çok sınırlı sayıda çalışmanın yapıldığı göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmalarda öncelikle, e-öğrenme sistemini etkileyen kriterlerin belirlenmesi ve bu kriterlerin değerlendirilmesi konularına değinildiği görülmektedir. Değerlendirme kriterleri ise çoğunlukla Faktör Analizi ve Kümelenme Analizi gibi istatistiksel yöntemler yardımıyla belirlenmektedir. Bu noktadan hareketle, çalışmada e-öğrenme sistemini etkileyecek kriterler literatür araştırması ile bulunduktan sonra bütünlük bir yöntem aracılığıyla Türkiye'deki üniversitelerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda çalışmada, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim

hizmeti veren otuz devlet üniversitesi e-hizmet kalitesi yönünden değerlendirilmek istenmiştir.

Öncelikle müşteri (öğrenci) ihtiyaçlarının karşılanıp memnuniyetin en üst düzeye çıkarılması için gereksinimlerin ürün tasarımıyla birleştirildiği Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için literatür çalışması yapıp öğrenci ve teknik gereksinimlerle ilgili kriterler belirlenmiştir. KFG yönteminde fazla sayıda kriterle çalışmak çok zor olduğundan öncelikle kriter sayısı belirlenen uzman gruba yapılan anketlet neticesinde azaltılıp sadeleştirilmiştir. Kriterler arasındaki ilişkilerin kurulabilmesi için Bulanık Regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bulanık Regresyon yönteminin uygulanabilmesi için WinQSB programından yararlanılmıştır. E-hizmet kalitesi yönünden en iyi üniversitenin belirlenmesi için 0-1 Hedef Programlama yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Son olarak Entropi–Ağırlıklı Uzaklık Metriği ile üniversitelerin sıralanması sağlanmıştır. Her iki karar yönteminin sonuçları değerlendirilmiştir. Kullanılan yöntemler, uygulama alanı ve farklı bakış açılarından yararlanılarak çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın giriş bölümünü takiben birinci bölümde hizmet kavramı ve özellikleri, kalite kavramı, özellikleri ve boyutları, hizmet kalitesi kavramı ve boyutları, e-hizmet kalitesi ve boyutları, e-öğrenme, öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimlerden bahsedilmiştir. Son olarak literatürde benzer konular hakkında yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

İkinci bölümde, araştırmada kullanılan yöntemler kısaca özetlenmiştir. İlk olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi ve aşamaları açıklanmıştır. Sonrasında dilsel değişkenler kullanıldığı için bulanık mantık ve bulanık sayılarla ilgili kavramsal bir çerçeve sunulmuştur. Bulanık Regresyon yöntemi ve aşamaları açıklandıktan sonra, gereksinimlerin ilişkilerini bağdaştıran ve KFG için uyarlanan Bulanık Regresyon yöntemi açıklanmıştır. Daha sonra en iyi üniversitenin seçilmesinde kullanılan Hedef Programlama yöntemi ve türleri açıklanmıştır. Son olarak ise üniversitelerin sıralanmasını sağlayan Entropi–Ağırlıklı Uzaklık Metriği hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan üçüncü bölümde uygulama aktarılmıştır. Bu amaçla belirlenen üniversitelerin e-öğrenme sistemlerinin kullanılan yöntemler aracılığıyla e-hizmet kalitesi yönünden değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle araştırma kapsamı, veri seti, modeli ve aşamaları hakkında bilgiler verilmiştir. Devamında uygulama aşamaları aktarılarak elde edilen bulgular ortaya konulmuştur.

Son olarak çalışmanın sonuç ve öneriler kısmında, uygulama sonucunda elde edilen bilgiler kapsamında genel bir değerlendirme yapılarak gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.



BİRİNCİ BÖLÜM

1. E-HİZMET KALİTESİ VE E-ÖĞRENME

Bu bölümde e-hizmet kalitesinden bahsedebilmek için öncelikle hizmet, kalite ve hizmet kalitesi kavramları ve boyutları kısaca özetlenmiştir. Bu bilgiler ışığında e-hizmet kalitesi kavramı ve boyutları anlatılmıştır.

Sonrasında e-öğrenme sisteminden kısaca bahsedilip, öğrenci ve teknik gereksinimleri kısaca özetlendikten sonra literatürde kullanılan faktörler tablolar halinde gösterilmiştir. Bölüm sonunda literatür çalışmasına yer verilerek ikinci bölüme geçilmiştir.

1.1. E-Hizmet Kalitesi

E-hizmet kavramı araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından e-ticarette başarılı olmanın anahtar değişkeni olarak kabul edilmektedir ve dolayısıyla fazlasıyla önem gösterilmektedir (Santos, 2003: 233). E-hizmet kalitesinden bahsedebilmek için öncelikle hizmet, kalite ve hizmet kalitesi kavramları kısaca açıklanacaktır.

1.1.1. Hizmet Kavramı

İnsanlarla doğrudan veya dolaylı olarak, ilgili her konuda bahsedilebilecek olan hizmet, günlük hayatın her aşamasında farklı biçimlerde karşımıza çıkmaktadır. Işığın açmak, televizyon seyretmek, mektup göndermek, kuaföre gitmek gibi faaliyetler bireysel olarak hizmet kullanımına örnek olarak verilebilmektedir (Lovelock ve Wright, 1999: 1).

Hizmet kavramı, hizmeti tanımlayanların bağlı oldukları bilim dallarının farklı olması sebebiyle farklı şekillerde tanımlanabilmektedir.

Parasuraman, Zeithaml ve Berry hizmeti, zaman, yer, biçim ve psikolojik fayda sağlayan ekonomik faaliyetler olarak tanımlamaktadır (Parasuraman ve diğerleri, 1985: 41).

Cook ve diğerlerine göre hizmet, satışın gerçekleşebilmesi için önceden teklif edilen ve/veya bir ürünün satışı sonrası ile ilişkili olarak ortaya çıkan faaliyet, fayda veya tatmindir (Cook ve diğerleri, 1999: 319).

Gilmore (2003), hizmeti, bir iş, süreç ve performans olmakla birlikte katma değer yaratan ve müşterilere yarar sağlayan ekonomik faaliyetler olarak ifade etmiştir (Gilmore, 2003: 5).

Collier hizmeti, üretildiği yerde tüketilen bir iş veya eylem, bir performans, sosyal olay veya çaba olarak tanımlarken Lovelock ise hizmeti bir “şey” değil, bir “süreç” ya da “performans” olarak tanımlamaktadır (Vargo ve Lusch, 2004: 325).

Yapılan tanımlar göz önünde bulundurulduğunda kısaca hizmet, müşteriye sunulan faydalar ve müşterilerin gereksinimlerini kolaylaştırıcı eylemler olarak tanımlanabilmektedir.

Hizmetleri mallardan ayıran çeşitli özellikler vardır ve aşağıda sunulmaktadır:

- **Dokunulmazlık:** Dokunulmazlık, hizmet ve mallar arasındaki en temel farklılıktır ve diğer özelliklerin kaynağını oluşturmaktadır (Lovelock ve Gummesson, 2004: 24). Hizmetler genellikle insanların beş duyu organı ile somut olarak algılayamayacağı soyut nitelikteki etkinliklerdir.
- **Heterojen olma:** Hizmetler genellikle insanlar tarafından üretilen performanslar olduğundan iki ayrı sunumun aynı olması pek olası olmamaktadır. Emek yoğun bir iş olması, insanların aynı özellikleri taşıması ve davranışlarının farklılık göstermesi hizmetlerde standart oluşturmayı zorlaştırmakta ve işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını algılayıp buna uygun hizmet sunması büyük ölçüde personelin yetenek ve yetkinliğine bağlı kalmaktadır (Ghobadian ve diğerleri, 1994: 46).

- ***Eş zamanlı üretim ve tüketim (Ayrılmazlık):*** Ayrılmazlık kavramı, hizmet sağlayıcısının fiziksel olarak hizmete bağlı olması, müşterilerin hizmet üretim sürecine katılması olarak ifade edilebilmektedir (Hoffman ve Bateson, 2011: 31). Hizmetlerde genellikle üretim ve tüketim aynı anda gerçekleşmektedir. Mallarda ise çoğunlukla önce üretim yapılır sonra tüketimi gerçekleşmektedir. Ayrılmazlık özelliği, işletmeler tarafından üretilen hizmetin nesne olmayıp aslında bir süreç olduğuna, müşterilerin hizmet üretim sürecine bizzat katıldığına kanıt olarak gösterilmektedir (Grönroos, 2001: 150).

- ***Stoklanamama:*** Hizmetlerin fiziksel yapıları olmadığından belirli bir süre yaşama şansları yoktur. Stoklanamama; saklanamama, iade edilememe ve dayanıksız olma anlamına gelmektedir.
Hizmetler performans olarak nitelendirildiğinden stoklanması ve sayımının yapılması olanaksızdır (Ferman, 1988: 27).
Bu özellik sonucunda hizmet işletmeleri, üretimlerini müşterilerine yakın yerlerde yapmak durumundadır ve bu nedenle bir çok hizmet işletmesi çok sayıda operasyonel birimle (şube, istasyon vb.) faaliyetlerini sürdürmektedir (Ghobadian ve Terry, 1995: 27).

- ***Sahiplik:*** Sahipliğin olmaması mallar ile hizmetler arasındaki en büyük farklılıklardandır. Bir malı satın alan kişi o malın sahibi olurken, hizmet sektöründe ise o kişi ancak bir kolaylıktan, tesisten belirli bir süre faydalanmaktadır (Öztürk, 1998: 11).

1.1.2. Kalite Kavramı

Kalite, çok eskiden beri bilinmesine ve oldukça zengin bir literatüre sahip olmasına rağmen, tanımlanması ve anlaşılması güç, birbirinden kolaylıkla ayırt edilemeyen boyutlara sahip, karmaşık bir kavram olarak kabul edilmektedir (Parasuraman ve diğerleri, 1985: 41).

Günlük yaşamda sıkça karşılaşılan bir kavram olması, toplumsal değer yargılarının farklılığı, kalitenin tüketiciler tarafından farklı yorumlanmasına ve değişik kalite tanımlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Kalite, kişisel değerlerden, inançlardan, tutum ve davranışlardan dolayı farklı kişilere göre farklı anlamlar taşıyabilen subjektif bir kavram olup tanımlanması zordur (Hogston, 1995: 117). Kalite genel bir ifadeyle amaca uygunluk derecesi olarak tanımlanabilmektedir. Tablo 1’de kalitenin farklı tanımları özetlenmiştir.

Tablo 1: Kalite Tanımları

Tanımlayan	Kalite Tanımı
Joseph M. Juran	Amaca veya kullanıma uygunluktur.
Philip Crosby	Şartlara uygunluktur.
W. Edwards Deming	Müşterinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını sürekli karşılayabilmektir.
Walter A. Stewart	Kalite, objektif ve sübjektif özelliklerden oluşur. Objektif kalite, insan unsurundan bağımsız olan objektif özelliklerin kalitesidir. Sübjektif kalite ise objektif gerçekliğin bir sonucu olarak insanların gördükleri, hissettikleri ve düşündükleri özelliklerdir.
Armand V. Feigenbaum	Müşterinin beklentilerini karşılayacak ürün veya hizmetin, pazarlama, mühendislik, üretim ve bakım aşamalarından sonra kazandığı toplam karakteristiklerdir.
Genichi Taguchi	Tasarım özelliklerine uygunluktur.
Kouru Ishikawa	Müşterilerin tanımladıkları ürün performansının (gerçek) üreticilerin tanımladıkları ürün performansı (ikame) ile karşılaştırılmasıdır.
ISO 9000-2005	Yapısal özellikler bütünüdürün şartları karşılama derecesidir.
Sözlük	Kalite, bir mal ya da hizmetin özelliğinin ve sunumunun var olan ya da ileride gerek duyulabilecek müşteri gereksinimlerini karşılayabilme yeteneğidir.

Kaynak: Durukan ve İkiz, 2007: 34

Kalite boyutları birçok yazar tarafından ele alınmasına rağmen bu konuda en kapsamlı çalışmalardan birini yapan Garvin, kaliteyi sekiz boyutta incelemiştir (Garvin, 1984: 28; Garvin, 1987: 104; Garvin, 1988: 217):

- **Performans:** Üründe bulunması gereken birincil özellik anlamına gelmektedir. Araba için hız, konfor; televizyon için ise renk, ses, görüntü gibi özellikler örnek olarak verilebilir. Restoran veya hava yolu şirketi gibi hizmet işletmelerinde ise performans, servis hızı ve düşük bekleme zamanı ile ölçülebilmektedir.
- **Özellikler:** Ürün ya da hizmetin birincil fonksiyonlarını destekleyen, tanımlayan ilave karakteristikler olarak tanımlanabilir. Örnek olarak çamaşır makinesine eklenen kurutma özelliği verilebilir.
- **Güvenilirlik:** Ürünün kullanım ömrü içerisinde kendisinden beklenen tüm fonksiyonları yerine getirebilmesinin ölçütüdür. Belirli bir zaman diliminde belirlenen ürünün başarısız olma olasılığını yansıtmaktadır. Güvenilirliğin en önemli ölçütleri, ilk bozulma süresi, bozulmalar arası ortalama süre ve birim süreye düşen bozulma sayısıdır. Japon üreticiler bu boyuta çok önem göstererek otomotiv, elektronik ve makine endüstrilerinde rekabet avantajı sağlamışlardır.
- **Uygunluk:** Ürünün tasarım ve çalışma karakteristiği gibi özelliklerinin daha önceden belirlenen standartları karşılama kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Uygunluk çoğunlukla, her bir ünitenin istenilen özelliklerin ne kadarını karşıladığı ve ne kadarının yeniden işleme veya tamire ihtiyacı olduğuyla ölçülebilir. Pratikte uygunlukla ilgili verilerin toplanması zor olmaktadır. Bu yüzden en önemli ölçüt olarak bir ürün için yapılan servis aramaları ve ürünün garanti kapsamındaki arızaları kullanılmaktadır.
- **Dayanıklılık:** Ekonomik ve teknik boyutlar açısından ürünün yaşam süresini belirtmektedir. Dayanıklılık, bir ürünün fiziksel olarak bozulmasına kadar ne kadar kullanıldığıyla alakalıdır. Örneğin bir ampul bozulduğunda, artık tamir edilememekte ve değiştirilmektedir. Dayanıklılık ile güvenilirlik boyutları birbirleriyle iç içe gibidir. Ancak dayanıklılık, tüketicinin ürünü tamir ettirmek yerine yenisiyle değiştirmek istediği zaman ortaya çıkmaktadır.

- **Hizmet görme yeteneği:** Hız, nezaket, tamir edilebilme kolaylığını ifade etmektedir. Tüketiciler, satın aldıkları ürünün ya da hizmetin arkasında durulmasını, bozulan ürünün tamiri sırasında yerine muadilinin verilmesini, işletmenin verdiği sözleri tutmasını ve yetkili personelin problem çözmeye başarılı olmasını beklemektedir. Örnek olarak Caterpillar Traktör dünyanın neresinde olursa olsun herhangi bir parçanın tamirini kırk sekiz saatte, Mercedes ise Arizona ve California'daki servislerinde tamirin yirmi dört saatte yapılacağı garantisini vererek bu yaklaşıma verdikleri değeri göstermektedirler.
- **Estetik:** Bir ürünün görünüşü, hissedilişi, kokusu, tadı gibi kişilerin tercihlerine dayalı sübjektif bir boyuttur. Ürünlerin beş duyu organıyla nasıl algılanacağını gösterir.
- **Algılanan Kalite:** Estetik gibi sübjektif bir boyut olması, müşterilerin ürün özellikleri hakkında hiçbir zaman tam bilgiye sahip olmaması ve çoğunlukla marka karşılaştırmalarıyla dolaylı olarak kaliteyi ölçmeye çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Firmaların çeşitli tutundurma çabaları ve çevrenin tavsiyesi müşterilerin ürün hakkında yargıya varmasında önemli bir paya sahiptir.

1.1.3. Hizmet Kalitesi Kavramı

Ekonomiye katkıları bakımından hem imalat hem de hizmet sektörü çok önemlidir. Hizmet sektörünün son yıllarda ekonomi içerisindeki ağırlığının giderek artması, hizmet ve malların üretim yöntemlerinin farklılığı, hizmetlerde kalite konusunun önemini daha çok artırmıştır. İşletmelerin rekabete dayalı pazar koşullarında rakiplerinden fark yaratabilmeleri kaliteli hizmet üretimi ile mümkün olmaktadır.

Yoğun rekabetin yaşandığı günümüz dünyasında, müşterilerini memnun ederek yüksek kaliteli hizmet sağlamak, işletmelerin sürdürülebilir avantaj sağlaması için zorunlu hale gelmiştir (Shemwell ve diğerleri, 1998: 155). Müşteriler, beklentilerinin karşılanma durumuna göre hizmet kalitesini değerlendirmektedir (Azman ve diğerleri, 2009: 30). Bir çok araştırmacıya göre işletme çalışanlarının memnun edilmesi de işletmenin bağlılığını ve

rekabet gücünü artırıp, müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkileyecektir (Shemwell ve diğerleri, 1998: 155; Alexandris, 2002: 224)

Hizmetler çoğunlukla sayılamaz, ölçülemez, stoklanamaz, tadılamaz ve test edilemez olduğundan, bir ürünün fabrikada kalitesinin ölçümü gibi kolay bir şekilde hizmet kalitesi belirlenememekte hatta hizmet performansı, çalışan kişilere, tüketicilere hatta günden güne değişebilmektedir (Zeithaml ve diğerleri, 1988: 35).

Hizmet kalitesi, tüketicilerin elde ettiği hizmet ile beklentilerinin karşılaştırıldığı bir değerlendirme süreci olarak tanımlanabilmektedir (Gadalla, 2013: 1495).

Sasser, Olsen ve Wyckoff (1978), Gronroos (1982), Lehtinen ve Lehtinen (1982), Lewis ve Booms (1983) tarafından tartışılan hizmet kalitesi konusunda üç önemli kavramın altı çizilmiştir (Parasuraman ve diğerleri, 1985: 42):

1. Hizmet kalitesini değerlendirmek, ürün kalitesini değerlendirmekten çok daha zordur.
2. Müşterilerin hizmet kalitesi algısı, hizmete ulaşmadan önceki beklentileri ile hizmetin gerçekleşen performansını karşılaştırmaları sonucu ortaya çıkmaktadır.
3. Kalitenin değerlendirilmesi yalnızca hizmet çıktısı olmamakla birlikte hizmet teslim sürecinin de değerlendirilmesi önemlidir.

1.1.3.1. Hizmet Kalitesi Boyutları

Hizmetin kaliteli olup olmadığına karar verilebilmesi için öncelikle belirleyici nitelikteki boyutların ortaya konulması gerekmektedir. Tıpkı hizmet ve kalite kavramlarında olduğu gibi hizmet kalitesinin boyutlarını da belirlemek kolay olmamaktadır. Bu durum hizmet kalitesinin karmaşık yapısıyla alakalıdır ve değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.

Literatürde bir çok araştırmacının hizmet kalitesi hakkında farklı yaklaşımlar geliştirdiği gözlenmiştir ancak en çok kullanılan hizmet kalitesi boyutlarının Parasuraman, Zeithaml ve Berry (1985) tarafından tanımlanan on madde olduğu görülmüştür. Bu on

boyut aşağıda kısaca açıklanmıştır (Parasuraman ve diğerleri, 1985: 47; Cronin ve Taylor, 1992: 58; Alexandris, 2002: 227; Juwaheer ve Ross: 2003: 107):

1. Güvenilirlik: Vaat edilen hizmetin güvenilir ve doğru şekilde sağlanması anlamında kullanılmaktadır. Daha geniş anlamıyla işletmelerin sunum, hizmet koşulları, problemlerin çözümleri ve fiyat gibi verdikleri sözleri tutmalarınıdır.

- Faturalamada doğruluk
 - Kayıtların doğru tutulması
 - Hizmetlerin tasarlanan zamanda gerçekleştirilmesi
- gibi maddeleri içermektedir.

2. Heveslilik: Hizmet sağlayıcıların istekliliği ya da çalışanların hizmet vermek için hazır olmaları anlamlarına gelmektedir. Hizmetin dakikliğini göstermektedir.

- İşlem hatasının hemen bildirilmesi
- Müşteriye geri bildirim yapılması
- Hızlı hizmet verilmesi

gibi maddeleri içermektedir.

3. Yetenek: Hizmet sunumu için gerekli beceri ve bilgiye sahip olunması anlamındadır.

- Personelin bilgili ve yetenekli olması
- Destek personelin bilgili ve yetenekli olması
- İşletmenin araştırma kabiliyetinin olması

gibi maddeleri içermektedir.

4. Ulaşılabilirlik: Yakınlık ve iletişim kolaylığı anlamında kullanılmaktadır.

- Hizmete hızlı erişilebilmesi (Telefon, internet, mail vb.)
- Hizmete ulaşabilmek için beklenen sürenin çok olmaması
- İşlemin uygun zamanlarda yapılması
- Hizmet verilen tesis için uygun yer seçilmesi

gibi maddeleri içermektedir.

5. **Nezakət:** Personelin saygılı, kibar, anlayışlı ve insancıl olmasıdır.

- Müşterinin malının önemini göz önünde bulundurma
- Personelin temiz ve tertipli görünmesi

gibi özellikleri içermektedir.

6. **İletişim:** Müşterilerin anlayabilecekleri dilden konuşup dinlemek anlamındadır. Farklı dil problemini ortadan kaldırabilmek için iyi eğitim görmüş, basit ve açık bir dille konuşabilen personel bulundurulmalıdır.

- Hizmetin kendisini açıklama
- Hizmetin bedelini açıklama
- Müşterinin herhangi bir probleminin giderileceğinin garantisinin verilmesi

gibi maddeleri içermektedir.

7. **İnanılrlık:** Güvenilirlik, inanılrlık ve dürüstlük anlamlarındadır.

- İşletmenin adı
- İşletmenin ünü
- Personelin karakter özellikleri
- Müşteri ile ilişkide satış oranı

gibi maddeleri içermektedir.

8. **Güvenlik:** Hizmetin tehlike, risk ve şüphe bulundurmamasıdır.

- Fiziksel emniyet
- Finansal emniyet
- Gizlilik

özelliklerini içermektedir.

9. **Empati–Müşteriyi anlama:** Müşteri ihtiyaçlarını bilmek için çaba harcamaktır.

- Müşterinin özel gereksinimlerini öğrenmek
- Kişiyeye özel dikkat göstermek
- Sürekli müşterileri tanımak

maddelerini içermektedir.

10. Fiziksel Özellikler:

- Fiziksel olanaklar
- Personelin görünüşü
- Hizmet sağlarken kullanılan araç ve ekipmanların görünüşü
- Hizmetin fiziksel olarak sunumu
- Hizmet alan diğer müşteriler

gibi fiziksel bulguları içermektedir.

Parasuraman, Zeithaml ve Berry daha sonra farklı endüstrilerden dört farklı hizmet işletmesi ile yaptıkları çalışmaları sonucunda hizmet kalitesinin on boyutunu geniş hizmet alanlarına uygulanabilecek şekilde; fiziksel özellikler, güvenilirlik, heveslilik, güvenlik ve empati olmak üzere beş boyuta indirgemişlerdir (Carman, 1990: 34).

1.1.4. E-Hizmet ve E-Hizmet Kalitesi

İnternet tabanlı hizmetlerin kullanılmaya başlanması sonucu işletme ve tüketicilerin davranışlarında değişiklikler meydana gelmiştir (Herington ve Weaven, 2008: 1222). Elektronik hizmetlerdeki global büyüme neticesinde işletmeler rekabet avantajı sağlayabilmek için müşteri etkileşiminde e-hizmet sistemlerini kullanmaya başlamıştır (Lee ve Lin, 2005: 161). Bu işletmeler interneti, müşteri ilişkisini geliştirmek, daha fazla ürün ve hizmet satışı için alternatif yol üretmek ve maliyetleri düşürmek için kullanmaktadır (Zeithaml, 2002: 135). Aynı zamanda bir çok firma e-hizmet kalitesini etkileyen faktörleri araştırıp geliştirerek müşteri bağlılığını sağlamaya çalışmaktadır (Chang, 2009: 423). E-hizmet kavramı işletmelere hizmetlerde çeşitlilik ve rekabet avantajı gibi avantajlar sağlamaktadır (Herington ve Weaven, 2008: 1222).

E-hizmet, interaktif bilgi hizmeti olarak tanımlanabilmektedir. E-hizmette, hizmet sağlayıcısı tarafından toplanan ve analiz edilen müşteri bilgileri, işletme tarafından müşteriye vad edilen hizmetin kişiselleştirilmesi esas alınmıştır (Rowley, 2006: 339). Aynı zamanda e-hizmet, bilgi değişimi sayesinde erişilen dağıtım, pazarlama ve iletişim gibi hizmetlerle entegre haldedir (Ghosh ve diğerleri, 2004: 616).

E-hizmet kısaca siber ortamdaki hizmet olarak tanımlanabilmektedir (Rust ve Lemon, 2001: 86). Zeithaml ve diğeri (2000), e-hizmeti internet üzerinden dağıtım yapan web hizmetleri olarak tanımlamışlardır.

Elektronik ortamdaki ürünlerin fiyatları ve teknik olanaklarının kıyaslanması geleneksel kanallardan daha kolay olduğu için, e-hizmet kalitesi önem taşımaktadır. E-hizmet kalitesi müşteri etkileşimlerinin her evresini kapsamakla birlikte web sitesinin etkili ve etkileşimli alışveriş, satın alma ve teslimat olanaklarını sağlaması olarak tanımlanmıştır (Parasuraman ve diğeri, 2005: 5). Benzer şekilde e-hizmet kalitesi, sanal ortamda sağlanan hizmet ve kalitesiyle ilgili müşterilerin genel değerlendirmeleri ve yargıları olarak tanımlanabilmektedir (Santos, 2003: 235).

1.1.4.1. E-Hizmet Kalitesi Boyutları

Hizmet kalitesinde olduğu gibi e-hizmetin de kaliteli olup olmadığının anlaşılabilmesi için öncelikle nitelendirici boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. Literatüre bakıldığında e-hizmet kalitesiyle ilgili bir çok boyut belirlenmiştir.

Kaynama ve Black (2000), e-hizmetin algılanmasında içerik ve amaç, ulaşılabilirlik, sitede gezinme kolaylığı, tasarım ve görünüş, cevap verebilirlik, altyapı, kişiselleştirme ve özelleştirme olmak üzere yedi farklı boyut belirlemiştir (Kaynama ve Black, 2000: 65).

Cox ve Dale (2001), ulaşılabilirlik, iletişim, güvenilirlik, anlaşılabilirlik, görünüş ve müsaitlik olmak üzere e-hizmet kalitesini dört boyut üzerinden değerlendirmiştir (Cox ve Dale, 2001: 121).

Yang ve diğeri (2001), müşterilerin e-hizmet kalitesini algılamalarında altı boyut tanımlamışlardır. Bu boyutlar; içerik (müşterinin ihtiyaç duyduğu bilgi), doğruluk (işlem, arayüz ve içerik doğruluğu), kullanım kolaylığı (kolay ulaşım, sitenin kullanıcı dostu olması), dakiklik, estetik (sitenin çekici görünmesi), gizlilik ve güvenlik olarak sıralanmıştır (Yang ve diğeri, 2001: 9).

Yoo ve Donthu (2001), e-hizmet kalitesinde kullanım kolaylığı, tasarım estetiği, yükleme hızı ve güvenlik olmak üzere dört boyut olarak belirlemiştir.

Lin ve Wu (2002), bilgi içeriği (bilginin kolay anlaşılabilir olması), özelleştirme/kişiselleştirme (müşteri ihtiyaçlarının anlaşılması, kullanıcılara uygun bilginin sağlanması, kullanım kolaylığı), güvenilirlik/sorumluluk (problem oluştuğunda zamanında çözülmesi, destek sağlanması), güvenlik (gizliliğin korunması) olmak üzere e-hizmet kalitesini dört boyut üzerinden değerlendirmiştir.

Loiacano ve diğerleri (2002), e-hizmet kalitesi boyutlarını belirlerken öncelikle web kalitesini ön plana çıkarmıştır. Anlaşılabilirlik, kullanım kolaylığı, bilgi kalitesi, doğru ve uygun bilgi, etkileşim, güven, cevap verebilirlik, tasarım, görsellik, yenilikçilik, web site akışı, teknik bütünlük ve alternatiflerine göre üstünlüğü olmak üzere e-hizmet kalitesi boyutları belirlenmiştir (Loiacano ve diğerleri, 2002: 433).

Madu ve Madu (2002) e-hizmet kalitesi boyutları olarak on beş madde belirlemiştir (Madu ve Madu, 2002: 250-253):

- Performans (kullanım ve içerik kolaylığı)
- Özellikler (sitenin sahip olması gereken gereksinimler)
- Yapı (sitenin düzgün organize edilmiş olması)
- Estetik (sitenin görünüşü ve görsel açıdan çekici oluşu)
- Güvenilirlik (sitenin istenildiğinde ulaşılabilir ve hızlı olması)
- Depolama kapasitesi (bilginin ne kadar zaman depolandığı ve depolanan bilgiye kolay ulaşılabilmesi)
- Hizmete elverişlilik (sorunların çözümünün sağlanması)
- Güvenlik (müşterilerin kişisel bilgilerinin korunması)
- Güven (müşterilerin kişisel bilgilerini açıklamaya ve çevrim içi alışverişe istekli oluşu)
- Cevap verebilirlik (müşteri ile iletişim kurulurken seviyeli ve nazik olunması)
- Ürün/Hizmet farklılaştırma (müşteriye en uygun ürün/hizmetin sağlanması)
- İnternet politikaları

- İtibar (müşterinin sürekli memnun edilip itibar sağlanması)
- İtikat (çalışanların bilgili ve kibar oluşu)
- Empati (çalışanların kendilerini müşteri yerine koyabilmeleri)

Yang ve Jun, çalışmalarında e-hizmet kalitesi boyutlarını benzer şekilde güvenilirlik, erişim kolaylığı, kullanım kolaylığı, kişiselleştirme, güvenlik ve itibar olarak belirlemiştir (Yang ve Jun, 2002: 27-28). Wang ve Huarng ise e-hizmet kalitesini etkileyen boyutları, web site tasarımı, ürünün rekabetçi fiyatı, ürünün uygunluğu ve durumu, zamanında teslimat yapılması, ürünlerin iade politikası, müşteri servis desteği, siparişin e-posta ile onaylanması ve promosyon faaliyetleri olarak açıklamıştır (Wang ve Huarng, 2002: 634).

Ancak en çok kabul gören boyutların Zeithaml, Parasuraman ve Malhotra (2000) tarafından belirlenen on bir boyut olduğu görülmektedir. Bu boyutlar aşağıda kısaca açıklanmıştır (Santos, 2003: 241; Zeithaml ve diğerleri, 2005: 6):

1. **Güvenilirlik:** Sitenin sunmayı vadettiği hizmet (ürünün stokta bulunması, zamanında ve doğru teslimat), faturalama ve ürün bilgisinin doğru olmasıdır.
2. **Duyarlılık:** Herhangi bir sorun oluştuğunda veya müşterinin yardıma ihtiyacı olduğunda hızlı şekilde geri dönüş yapılmasıdır.
3. **Erişim:** Müşterilerin gerektiğinde siteye ve firmaya hızlı bir şekilde ulaşabilmesidir.
4. **Esnelik:** Sitenin müşterilerine ödeme, satın alma, ürün arama ve geri gönderim konularında çeşitli olanaklar sağlamasıdır.
5. **Gezinti kolaylığı:** Sitenin müşterilerine sayfalar arasında kolay ve hızlı gezinebilme, aradıklarına kolayca ulaşabilme imkanını sağlamasıdır.
6. **Verimlilik:** Site, müşteri tarafından sağlanması gereken bilgi minimum düzeyde olacak şekilde düzgün yapılandırılmış ve kullanımı kolaydır.

7. **Güven:** Satılan ürün ve hizmetlerin açık ve doğru olarak belirtilmesi, sitenin itibarı ve müşterinin siteye itimat etmesi olarak tanımlanmaktadır.

8. **Gizlilik:** Site saldırılara karşı güvenlidir ve müşteri bilgilerini korumaktadır.

9. **Fiyat Bilgisi:** Alışveriş sırasında ürünün fiyatıyla alakalı tüm bilgilerin açık olarak belirtilmesi ve müşteriye fiyatları karşılaştırabilme olanağı sunulmasıdır.

10. **Site Estetiği:** Sitenin görsel olarak hoş görünmesidir.

11. **Özelleştirme/Kişiselleştirme:** Müşterilerin tercihleri ve alışveriş geçmişleri göz önünde bulundurularak, kullanım kolaylığı ve uygun alışveriş seçeneklerinin sunulmasıdır.

Bu başlık altında e-hizmet kalitesinin boyutları kısaca özetlendikten sonra uzaktan eğitimde hizmet kalitesine geçebilmek için bir sonraki başlıkta e-öğrenmeden bahsedilecektir.

1.2. E – Öğrenme

Bilgi teknolojilerinin gelişmesi sonucunda öğretim ve öğrenim daha çok öğrenci odaklı olmaya başlamıştır (Cantoni vd, 2004: 333). Günümüzde insanlar kariyerlerini ve yaşadıkları yerleri hayatları boyunca en az birkaç defa değiştirdiklerinden geleneksel öğrenme konsepti, öğrenci, öğretici ve programların değiştiği hayat boyu öğrenme felsefesine uymamaktadır (Zhang ve Nunamaker, 2003: 207). Bu durumda öğrenim ve öğretim geleneksel yöntemlerle sınırlandırılmaz hale gelmiştir (McAllister ve McAllister, 1996: 187).

E-öğrenme geleneksel sınıf anlayışını değiştirmenin yanında hayat boyu ve uzaktan öğrenme mekanizmalarını tamamlayıcı hizmetler sunmaktadır. Kullanıcılar, uzmanlar tarafından hazırlanan içeriklere internet aracılığıyla erişebilmektedir.

Uzaktan eğitimle ilgili birçok tanım yapılmasına rağmen araştırmacılar bazı anahtar karakteristikler belirlemiştir (Carshwell ve Venkatesh, 2002: 477):

- i. Öğretmen ve öğrencinin farklı ortamlarda bulunması
- ii. Medya kullanımı (internet, CD vb.)
- iii. Çift yönlü iletişim (öğretmen-öğrenci)

E-öğrenme, kurs içeriğinin, öğrenci ve öğretmenler tarafından bilgisayar, CD'ler, tabletler, uydu yayını ve internet gibi dijital yaklaşımlarla sağlandığı öğrenim biçimi olarak tanımlanabilmektedir (Govindasamy, 2002: 288; Selim, 2007: 397; Wu ve Lin, 2012: 1318). Daha sade bir tanımla e-öğrenme, öğrenci, öğretmen ve diğer kullanıcılara öğretim hizmetlerinin web tabanlı bir sistemle sunulduğu uzaktan öğretim yöntemidir (Arbaugh, 2000: 33; Sun ve diğerleri, 2008: 1183).

Sınıfta yapılan öğretimde yüz yüze etkileşimle birlikte öğretici odaklı bir eğitim sağlanmaktadır (Wu ve diğerleri, 2010: 155). Geleneksel öğretim tekniklerinin yerini yeni öğretim tekniklerine bırakmasıyla, planlama, kontrol ve seçim tamamen öğrencinin inisiyatifine bırakılmıştır (Shee ve Wang, 2008: 895). E-öğrenmede kampüste eğitimin aksine öğrenci, zaman ve mekan kısıtı olmadan e-öğrenme ürünlerini kendi isteğine göre uyarlayabilmektedir (Alptekin ve Karsak, 201: 2990).

Özellikle teknolojinin gelişmesi ve internet kullanımının artması e-öğrenme kullanımını yaygınlaştırmıştır (Udo ve diğerleri, 2011: 1272). Dünya çapında e-öğrenme pazarı %35,6 oranında büyümüştür (Sun vd, 2008: 1183).

Her kullanıcının beklentisi farklı olduğundan hangi e-öğrenme ürününün daha tatmin edici olduğunu bulabilmek zordur. Kullanıcının kendi isteklerini karşılayacak ürünü ararken hizmet sağlayıcıların, müşteri gereksinimlerini çok iyi analiz edip hizmet kalitesini sağlaması gerekmektedir.

E-öğrenme stratejisi aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır (Ismail, 2002: 331):

- E-öğrenme sürecinde kuruluş tarafından ortak bir dil ve vizyon benimsenmesi
- Yönetimin ve kuruluşun yeterli desteği sağlaması

- Öğrenme bütünlüğü sağlayacak, öğrencinin gereksinimleri hedef olarak benimseyen içeriğin oluşturulması
- Öğrencilerin uzun vadeli kariyer planlarını destekleyen bilgisel ve mesleki yeterliliğin verilmesi
- Uygun teknolojik sistemin kullanılması

E-öğrenme geleneksel sınıf ortamından farklı yapıdadır. Öğrencilere, geleneksel öğretimle kıyaslandığında; esneklik, hız, zaman tasarrufu, düşük maliyet, etkileşimli iletişim gibi birçok fayda sağlamaktadır (Arbaugh, 2000: 32; Carshwell ve Venkatesh, 2002: 476; Chen, 2010: 1628). En temel özellik ise zaman ve yerden bağımsız olmasıdır. Bu faydaları sayesinde e-öğrenme alternatif bir öğrenme yöntemi haline gelmiştir ve giderek talep artmaktadır.

E-öğrenme sisteminin yararları aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir (Hiltz ve Wellman, 1997: 46; Beam ve Cameron, 1998: 259; Carshwell, 1998: 47; Zhang ve Nunamaker, 2003: 209):

- *Yer ve zaman esnekliği:* E-öğrenme sistemi zaman ve mekan kısıtlarını ortadan kaldırarak tam zamanlı ve yarı zamanlı çalışan, engelli vb. insanları bir araya getirip eğitim almalarına olanak sağlamaktadır.
- *Maliyet ve zaman tasarrufu:* Yapılan araştırmalarda eğitim harcamalarının %40'ının ulaşım bedeli olduğu ortaya çıkmıştır (Zhang ve Nunamaker, 2003: 210). Bu açıdan bakıldığında e-öğrenme sisteminden yararlanacak kişiler ulaşım maliyetlerine katlanmak zorunda kalmayacaktır.
- *Kişiselleştirilmiş eğitim:* E-öğrenme sistemi kullanıcıları kendi kariyerlerinde işe yarayacak konular üzerinde odaklanıp gerek duymadıkları dersleri görmek zorunda kalmayacaktır.
- *İşbirlikçi öğrenme ortamı:* E-öğrenme fiziksel olarak bir arada olmayan öğrenci ve öğretmenleri çevrim içi hizmetlerle bir araya getirmektedir. E-öğrenme kullanan öğrenciler, kendilerini baskı altında hissetmeden soru

sorup konu hakkında yorum yapmaya ve e-öğrenme sisteminin forumlarında diğer öğrencilerle bilgi alışverişinde bulunmaya teşvik edilmektedir.

- *Öğreticilere kolayca ulaşmak:* E-öğrenme ortamında öğrenciler öğretmenlerden çevrim içi rehberlik ve yardım desteği alabilmektedir. Öğrenciler, geleneksel sınıf ortamıyla karşılaştırıldığında çok daha fazla olanağa sahiptir.
- *Öğrenme materyallerinin sınırsız olması:* E-öğrenme sistemi elektronik öğrenme materyallerine sınırsız erişim ve tekrardan gözden geçirme olanağı sunmaktadır. İstenilen zamanda materyallere erişim sağlanabilmektedir.

E-öğrenme sisteminin yararları özetlendikten sonra gereksinimlerinden bahsetmek gerekmektedir. E-öğrenme gereksinimleri, öğrenci ve teknik boyut olmak üzere iki ayrı grupta toplanmaktadır. İlk başlıkta öğrenci gereksinimleri kısaca özetlenecektir.

1.2.1. E-Öğrenme Öğrenci Gereksinimleri

E-öğrenmede en çok önem gösterilmesi gereken konuların başında öğrencilerin memnuniyeti gelmektedir. Çünkü sistem öğrenciler için vardır ve memnun edilemeyen öğrenci o programı tercih etmeyecektir.

İşletmeler müşterileri elde tutabilmek için hizmetin önemini anlayıp, müşteri değeri yaratıp, müşteri sesini dinleyip, gereksinimlerini karşılayarak memnuniyetlerini hedef haline getirmelidirler (Wu ve Lin, 2012: 1320). E-öğrenme sisteminde müşteriler öğrenciler olduğundan, hizmet kalitesinin artırılması için öğrencilerin gereksinimleri karşılanmalıdır.

Araştırmacılar, öğrenci memnuniyeti için farklı faktörler belirlemiştir. Örnek olarak Wang (2003), öğrenci ara yüzü, öğrenim topluluğu, içerik ve kişiselleştirme gibi dört ana kriter ve buna bağlı on yedi alt kriter belirlemiştir. Sun ve diğerleri (2008), öğrenciler, eğiticiler, dersler, teknoloji, tasarım ve çevre olmak üzere altı kriter ve bunlara bağlı on üç

alt kriter belirlemiştir. Alptekin ve Karsak (2012), bütünlük, kolay anlaşılabilirlik, güvenilirlik, fiyat, kullanım kolaylığı, görsellik ve kişisel destek olmak üzere yedi kriter üzerinden çalışmalarını yapmıştır.

Literatür incelendiğinde en çok kullanılan ve çalışmada kullanılacak olan kriterler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir. Tablo 2’de çalışmada kullanılan kriterler ve o kriterleri kullanan araştırmacılar gösterilmiştir.

Tablo 2: E-Öğrenme Öğrenci Gereksinim Kriterleri

Kriter	İlgili Çalışma
E-öğrenme sistemindeki materyallerin güncellenmesi	Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Udo ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012)
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	Arbaugh (2000); Alexander (2001); Piccoli ve diğerleri (2001); Arbaugh (2002); Arbaugh ve Duray (2002); Wang (2003); Ginns ve Ellis (2009); Barker (2007); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Chang ve Tung (2008); Shee ve Wang (2008); Chao ve Chen (2009); Wu ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011); Alptekin ve Karsak (2011); Alsabawy ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012)
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	Chou ve Liu (2005); Barker (2007); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Sun ve diğerleri (2008); Wu ve Lin (2012)
E-öğrenme sistemindeki materyallerin pratikliği	Arbaugh (2000); Alexander (2001); Tzeng ve diğerleri (2007); Wu ve diğerleri (2010)
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	Piccoli ve diğerleri (2001); Arbaugh (2002); Wang (2003); Selim (2007); Chang ve Tung (2008); Wu ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)
Ağ güvenilirliği	Piccoli ve diğerleri (2001); Wang (2003); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Shee ve Wang (2008); Sun ve diğerleri (2008); Jung (2010); Alptekin ve Karsak (2011); Alsabawy ve diğerleri (2011); Udo ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012)

Tablo 2 (Devamı)

Kriter	İlgili Çalışma
Sistemde e-öğrenme bileşenlerinin kolay bulunması	Piccoli ve diğerleri (2001); Arbaugh (2002); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Ali ve Ahmad (2011)
Teknik altyapının öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretici etkileşimine açık olması	Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007)
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	Arbaugh (2000); Piccoli ve diğerleri (2001); Arbaugh (2002); Wang (2003); Hollsapple ve Lee-Post (2006); Liaw ve diğerleri (2007); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Wang ve diğerleri (2007); Chang ve Tung (2008); Sun ve diğerleri (2008); Chao ve Chen (2009); Jung (2010); Alsabawy ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012)
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	Piccoli ve diğerleri (2001); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Wang ve diğerleri (2007); Sun ve diğerleri (2008); Udo ve diğerleri (2011)
Kullanıcılarla kolay iletişim sağlamak	Arbaugh (2000); Arbaugh (2002); Arbaugh ve Duray (2002); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Wang ve diğerleri (2007); Shee ve Wang (2008); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Wu ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	Arbaugh (2000); Arbaugh ve Duray (2002); Wang (2003); Chou ve Liu (2005); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Ginns ve Ellis (2009); Wu ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)
Kullanıcılarla öğrenim tecrübesini paylaşmak	Arbaugh (2000); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Chao ve Chen (2009); Ginns ve Ellis (2009); Wu ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)

Tablo 2 (Devamı)

Kriter	İlgili Çalışma
Öğretim üyeleri ile gerektiğinde e-posta veya telefonla iletişim sağlayabilmek	Arbaugh (2000); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Udo ve diğerleri (2011)
Sorun bildirme sisteminden sorulara cevap alabilmek	Arbaugh ve Duray (2002); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Barker (2007); Tzeng ve diğerleri (2007)
Öğrenme geçmişinin kayıt edilebilmesi	Wang (2003); Tzeng ve diğerleri (2007); Chao ve Chen (2009); Jung (2010); Wu ve Lin (2012)
Öğrenme seyrinin planlanabilmesi	Tzeng ve diğerleri (2007); Wu ve Lin (2012)
Öğrenme içeriğinin esnekliği	Arbaugh (2000); Arbaugh (2002); Arbaugh ve Duray (2002); Chou ve Liu (2005); Barker (2007); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Sun ve diğerleri (2008); Paechter ve diğerleri (2010); Wu ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırma gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	Arbaugh ve Duray (2002); Hollsapple ve Lee-Post (2006); Barker (2007); Chao ve Chen (2009); Ginns ve Ellis (2009); Paechter ve diğerleri (2010); Udo ve diğerleri (2011)
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	Wang (2003); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Sun ve diğerleri (2008); Paechter ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011);
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	Arbaugh (2002); Baylor ve Ritchie (2002); Hollsapple ve Lee-Post (2006); Liaw ve diğerleri (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Chao ve Chen (2009); Jung (2010); Udo ve diğerleri (2011)
Ders bileşenlerinin (e-ders, ödev, sınav) belli ve anlaşılır olması	Alexander (2001); Piccoli ve diğerleri (2001); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Chang ve Tung (2008); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Ali ve Ahmad (2011)
Ders içeriklerinin öğretim üyeleri tarafından güncellenmesi	Alexander (2001); Piccoli ve diğerleri (2001); Arbaugh (2002); Baylor ve Ritchie (2002); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Jung (2010); Ali ve Ahmad (2011); Udo ve diğerleri (2011)

Tablo 2 (Devamı)

Kriter	İlgili Çalışma
Derslerde anlaşılmayan konu olduğunda öğretim üyesinden yardım alınabilmesi	Alexander (2001); Chou ve Liu (2005); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011); Udo ve diğerleri (2011)
Öğretim üyelerinin ders içerikleri geliştirmede yeterli bilgi ve donanıma sahip olması	Alexander (2001); Arbaugh (2002); Baylor ve Ritchie (2002); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007);
Öğretim programının ödeme alternatifi (peşin, kredi imkanı vb.) sunması	Alptekin ve Karsak (2011)
E-öğrenme sisteminde ihtiyaçları karşılayacak içeriğin sunulması	Alexander (2001); Selim (2007); Tzeng ve diğerleri (2007); Sun ve diğerleri (2008); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010)
Öğrencinin bilgisayar kullanım düzeyi	Piccoli ve diğerleri (2001); Selim (2007); Sun ve diğerleri (2008); Wu ve diğerleri (2010)

1.2.2. E-Öğrenme Teknik Gereksinimler

E-öğrenmede bir sistemden bahsedilebilmesi için öncelikle teknik gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir. E-öğrenme sisteminin başarılı olabilmesi için öğrenci gereksinimleri ile teknik gereksinimler bir arada düşünülmelidir. Çünkü teknik gereksinimleri yerine getiremeyen sistem, öğrencileri memnun edemeyecektir.

Daha önceden de belirtildiği gibi e-öğrenmede öğretim hizmetleri öğrencilere internet, intranet, extranet ağları, CD gibi teknolojilerle sunulmaktadır (Govindasamy, 2002: 288). Bu nedenle bir öğretimden bahsedilebilmesi için öncelikle teknik gereksinimlerin karşılanması gerekmektedir.

Araştırmacılar teknik gereksinimler için farklı faktörler belirlemiştir. Örnek olarak Ardito (2016), çalışmasında yetenekli ve kaliteli insanlarla çalışılması, materyaller

hakkında öğrencilerin bilgilendirilmesi ve uygun materyallerin öğrencilere sağlanması gibi kriterlerin teknik gereksinimler için önemli olduğuna karar vermiştir. Benzer şekilde Alexander (2001), teknolojik altyapının sağlanması, öğrencilerin süreçte desteklenmesi ve yetenekli insanlarla çalışılması gibi kriterler üzerinden çalışmasını tamamlamıştır.

Tablo 3'te literatürde en çok kullanılan ve o kriterleri kullanan yazarlar gösterilmiştir.

Tablo 3: E-Öğrenme Teknik Gereksinim Kriterleri

Kriter	İlgili Çalışma
Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması	Alexander (2001); Baylor ve Ritchie (2002); Ardito ve diğerleri (2006); Holsapple ve Lee-Post (2006); Barker (2007); Selim (2007); Wang ve diğerleri (2007); Sun ve diğerleri (2008); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Ali ve Ahmad (2011); Alptekin ve Karsak (2011); Udo ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012);
Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi	Ardito ve diğerleri (2006); Barker (2007); Jung (2010); Masoumi ve Lindström (2012); Wu ve Lin (2012)
Uygulama performansı için denetim ve gözden geçirme mekanizmasına sahip olunması	Barker (2007); Jung (2010); Wu ve Lin (2012)
Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi	Ardito ve diğerleri (2006); Barker (2007); Wang ve diğerleri (2007); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Alptekin ve Karsak (2011); Wu ve Lin (2012)
Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması	Alexander (2001); Wang ve diğerleri (2007); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Wu ve Lin (2012)
Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması	Piccoli ve diğerleri (2001); Ardito ve diğerleri (2006); Holsapple ve Lee-Post (2006); Selim (2007); Wang ve diğerleri (2007); Chao ve Chen (2009); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Alptekin ve Karsak (2011); Wu ve Lin (2012)

Tablo 3 (Devamı)

Kriter	İlgili Çalışma
Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi	Alexander (2001); Ardito ve diğerleri (2006); Barker (2007); Selim (2007); Wang ve diğerleri (2007); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011); Alptekin ve Karsak (2011); Udo ve diğerleri (2011); Masoumi ve Lindström (2012); Wu ve Lin (2012)
Öğrencilerin öğrenme süreci ve performansı hakkında kayıt tutulması	Shee ve Wang (2008); Chao ve Chen (2009); Jung (2010); Wu ve Lin (2012)
Etkili öğrenme sağlanması için, eğitim araçları ve estetiğin ön planda tutulması	Alexander (2001); Barker (2007); Wang ve diğerleri (2007); Chao ve Chen (2009); Alptekin ve Karsak (2011); Udo ve diğerleri (2011); Wu ve Lin (2012)
Öğrencilere materyaller ve öğrenim programı hakkında destek sağlanması	Alexander (2001); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Selim (2007); Wang ve diğerleri (2007); Holsapple ve Lee-Post (2006); Ginns ve Ellis (2009); Paechter ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011); Masoumi ve Lindström (2012); Wu ve Lin (2012)
Gerekli teknolojik altyapının sağlanması	Alexander (2001); Piccoli ve diğerleri (2001); Baylor ve Ritchie (2002); Wang (2003); Ardito ve diğerleri (2006); Holsapple ve Lee-Post (2006); Selim (2007); Shee ve Wang (2008); Sun ve diğerleri (2008); Chao ve Chen (2009); Paechter ve diğerleri (2010); Udo ve diğerleri (2011); Masoumi ve Lindström (2012); Wu ve Lin (2012)
E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi	Alexander (2001); Shee ve Wang (2008); Ginns ve Ellis (2009); Jung (2010); Paechter ve diğerleri (2010); Ali ve Ahmad (2011); Alptekin ve Karsak (2011); Wu ve Lin (2012)

1.3.Literatür Çalışması

Bu çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren otuz devlet üniversitesinin e-öğrenme sisteminin hizmet kalitesi performansının ölçülmesi amaçlanmıştır. İlgili ulusal ve

uluslararası literatürde benzer konuda yapılan çalışmalar mevcuttur. Öncelikle e-öğrenme konusunda yapılan çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

Soong ve diğerleri (2001), çalışmalarında e-öğrenme sistemindeki kritik başarı faktörlerini tartışmıştır. Çalışmaya göre eğitici ile alakalı kişisel faktörler, eğitici ve öğrencinin teknik yeterliliği, eğitici ve öğrencinin öğrenme ile alakalı görüşü, bilgisayar teknolojik altyapı düzeyi ve teknik destek en önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Bu faktörlere dikkat eden organizasyonların e-öğrenme sistemlerinde çok daha başarılı olabilecekleri vurgulanmıştır.

Arbaugh ve Duray (2002), çalışmasında öğrenci beklentilerini ve memnuniyetini etkileyen faktörleri araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sınıf büyüklüğünün öğrenme ve memnuniyet üzerinde negatif etkisinin olduğu görülmüştür. Ders ve program esnekliği ise memnuniyeti pozitif yönde etkilemektedir.

Arbaugh (2002), yapmış olduğu çalışmada öğrenci memnuniyetini etkileyen faktörleri araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrenci memnuniyetini, eğiticinin tecrübesi, tutumu, etkileşim düzeyi gibi davranışsal özellikler, ders ve program esnekliği, sistem kullanım kolaylığı, kullanılan araçların çeşitliliği gibi teknolojik özelliklerden daha çok etkilemektedir.

Hong (2002), çalışmasında öğrenci memnuniyeti için hangi faktörlerin önemli olduğunu belirlemiştir. Benzer çalışmalarda önemli bulunan cinsiyet, yaş, öğrenme stili, derste geçirilen süre, öğrenci beklentileri, öğrencilerin birbirleriyle iletişimleri gibi faktörlerin memnuniyet düzeyiyle alakalı olduğu ortaya çıkmıştır. Bilgisayar kullanım düzeyi, öğrenci – eğitici iletişimi, ders materyallerinin kullanılabilirliği gibi faktörlerin öğrenci memnuniyet düzeyinde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Thurmond ve diğerleri (2002), Amerika’da online eğitim gösteren hemşirelik okulunda öğrencilik yapan 120 öğrenciye anket uygulayarak e-öğrenme sisteminde yer alan faktörlerin memnuniyet derecesini ölçmeye çalışmıştır. Sonuç olarak; öğrenci karakteristiğinin memnuniyet üzerinde etkili olmadığı fakat online çevrenin en etkili faktör olduğu ortaya konulmuştur.

Wang (2003) çalışmasında, e-öğrenme sistemini kullanan öğrencilerin memnuniyet derecesini ölçmek için bir model önermiştir. 116 kullanıcıya yapılan anket ve görüşmeler sonucunda e-öğrenmeyi güvenilirlik, kapsam geçerliliği, kriter geçerliliği, uyum geçerliliği, ayırıcı geçerlilik ve yasal geçerlilik açısından incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, e-öğrenme teorileri ve değerlendirmesi yapmak isteyen araştırmacılara yararlı bir model oluşturulmuştur.

Gilbert ve diğerleri (2007), e-öğrenme sistemini kullanan öğrencilerin hangi özelliklerden memnun kaldığı, hangi özelliklerden ise memnun olmadığını araştırmıştır. Öğrencilerin uygulamada sinerji, tartışma forumlarının varlığı, diğer kullanıcılarla iletişim sağlanması ve destek görmenin memnuniyet sağladığı sonucuna varılmıştır. Sistemsel sorunlar, kaynaklara kısıtlı erişim, ders materyallerinin güncel olmaması gibi faktörlerin ise memnuniyetsizlik yarattığı ortaya çıkmıştır.

Selim (2007) çalışmasında, e-öğrenme kritik başarı faktörlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bunun için yapılan literatür araştırması sonucunda, eğitmen, öğrenci, bilgi teknolojisi ve üniversite desteğini dört ana kriter olarak belirleyip her birine sekiz adet alt kriter tanımlamıştır. 538 öğrenciye anket yapılarak doğrulayıcı faktör modeliyle en önemli kriterler; kullanılan teknoloji seviyesi, kullanıcıların diğer kullanıcılarla etkileşimi ve kullanım kolaylığı olarak belirlenmiştir.

Shee ve Wang (2008) çalışmasında, e-öğrenme sistemini değerlendirmek için çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmıştır. E-öğrenme sistemindeki öğrenci memnuniyetini saptamak için öğrenci arayüzü, öğrenme ortamı, sistem içeriği ve kişiselleştirme olmak üzere dört ana kriter belirlenmiştir. Belirlenen ana kriterlere bağlı olarak on üç alt kriter belirlenip on uzman görüşüne başvurulmuştur. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi uygulanarak en önemli ana kriterin öğrenci arayüzü, en önemli alt kriterin ise öğrenim programının kontrol edilebilmesi olduğu ortaya konulmuştur.

Sun ve diğerleri (2008) çalışmasında, e-öğrenme kullanıcılarının memnuniyeti için önemli olan faktörlerin belirlenmesi için öğrenci, eğitmen, kurs, teknoloji, tasarım ve çevre boyutlarını içeren bir model geliştirmiştir. Modele göre öğrencinin bilgisayar kullanım düzeyi, öğreticinin e-öğrenmeye karşı tutumu, e-öğrenme kurs esnekliği ve kalitesi,

sistemin kullanılabilirliği ve kullanım kolaylığı gibi faktörlerin öğrenci memnuniyetini etkilediği ortaya konulmuştur. Çalışma sonucunda en önemli faktörlerin belirlenip e-öğrenme hizmeti sağlayan kuruluşa yardım sağlamak amaçlanmıştır.

Chao ve Chen (2009), e-öğrenme memnuniyet kriterlerinin AHS yöntemi ile belirlenmesini sağlamıştır. Geliştirilen modelde, e-öğrenme materyali, e-öğrenme platformunun kalitesi, eşanlı öğrenme, eğitimin kayıt edilebilmesi ve kendi başına öğrenme olmak üzere beş ana boyut ve bunlara bağlı on altı alt boyutla çalışılmıştır. Çalışmada en önemli boyutun e-öğrenme materyali olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Lee (2010), çalışmasında e-öğrenme sistemini kullanan Amerikan ve Koreli öğrencilerin memnuniyet algıları üzerindeki farkları araştırmıştır. 872 öğrenciye yapılan anket sonuçları Faktör Analizi, Yapısal Eşitlik Modeli, Bağımsız t Testi ve Lojistik Regresyon yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Koreli öğrencilerin daha memnun oldukları ve çevrim içi destek hizmetlerinin en önemli memnuniyet faktörü olduğu ortaya çıkmıştır.

Martinez-Argüelles ve diğerleri (2010), çalışmalarında eğitimi tamamen internet üzerinden gerçekleştirilen İspanya'daki bir üniversitede hizmet kalitesinin saptanmasını amaçlamıştır. Öğrenciler tarafından en önemli boyutların öğrenme süreci, yönetim süreci, eğitim araçları ve kaynaklar olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda e-öğrenme hizmeti veren üniversitelere tavsiyelerde bulunulmuştur.

Paechter ve diğerleri (2010), Avusturya'da hizmet veren 29 üniversitenin 2196 öğrencisinin e-öğrenme ile ilgili beklentilerini ve tecrübelerini değerlendirmiştir. Çoklu Regresyon analizi kullanılarak beklenti ve tecrübeler ile algılanan öğrenim kazanımları ve kurs memnuniyeti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Wu ve diğerleri (2010), 212 kullanıcıya anket yaparak e-öğrenme kullanıcılarının memnuniyetlerini belirlemiştir. Doğrulayıcı faktör analizi ile güvenilirlik ve geçerlilik test edilmiş, kısmi en küçük kareler yöntemi ile ölçüm ve hipotezler doğrulanmıştır. Sonuç olarak öz yetkinlik, performans beklentisi, sistem kullanılabilirliği, içerik özelliği, etkileşim ve

öğrenme ortamı en önemli kriterler olarak belirlenmiş ve e-öğrenme hizmet sağlayıcılarına daha çok bu kriterler üzerinde durulması gerektiğiyle ilgili yol gösterilmiştir.

Ali ve Ahmad (2011), Pakistan'daki Allama Iqbal Açık Üniversitesi'nin 245 öğrencisine yapılan anketler sonucunda memnuniyeti belirleyen faktörlerin öğrenci – eğitici etkileşimi, ders güncelliği ve sistem tasarımı olduğunu ortaya koymuştur. Belirlenen üniversitenin öğrenci – eğitici etkileşimi, eğitici performansı ve ders değerlendirmesi gibi boyutlarda öğrenci gereksinimlerini karşıladığı sonucuna varılmıştır.

Alptekin ve Karsak (2011) çalışmasında, Türkiye'de bulunan üçü vakıf üçü devlet üniversitesi olmak üzere altı üniversiteyi seçerek öğrenci memnuniyetini sağlayacak e-öğrenme ürünlerini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Bu bağlamda ilk olarak çalışmada kullanılan Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) yöntemi için müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler belirlenerek üniversitelere anket, e-mail, telefon aracılığıyla ulaşılarak veri toplanmıştır. Müşteri gereksinimlerinin önem dereceleri AHS yöntemi ile belirlenmiş, müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla ise uzman görüşlerine başvurularak Bulanık Regresyon yöntemi ile çözüm elde edilerek üniversiteler başarılarına göre Entropi Uzaklık Metriği yöntemiyle sıralanmıştır.

Alsabawy ve diğerleri (2011), çalışmalarında e-öğrenme sisteminin başarısını değerlendirmek için literatür çalışması ışığında bir model önermişlerdir. Teknik konular, kullanıcı tutumu, pazarlama ve örgütsel kavramların modele dahil edilmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Modelin uygulama kısmına dahil edilecek ilgililerin ise akademisyenler, öğrenciler ve teknik altyapıyı sağlayan ekip olarak belirlenmiştir.

Chen ve Kuo (2011), Tayvan'da faaliyet gösteren bir bankanın 126 çalışanına anket yaparak e-öğrenme sisteminin hizmet kalitesinin ölçümü sağlamıştır. Kano modelinin kullanıldığı araştırmada, çalışanların memnuniyet düzeylerini en büyükleyecek faktörler belirlenmiştir. Araştırma sonucunda en önemli faktörün kullanıcı arayüzünün kolay olması olduğu ortaya çıkmıştır.

Jung (2011), Güney Kore'de bulunan bir enstitüdeki 299 öğrenciye yapılan anketler sonucunda e-öğrenme sistemindeki en önemli kalite boyutlarını belirlemiştir. Sistem

etkileşimi, teknik destek, enstitü kalitesi, güvenilirliği, eğitici desteği, tanınma ve eğitim hizmeti olmak üzere yedi boyutta değerlendirilmiştir. Faktör analizi sonucunda çoğu araştırmada önemli bulunan teknolojik destek, içerik ve değerlendirme kriterlerinin öğrenciler tarafından önemli görülmediği sonucu ortaya çıkmıştır. Öğrenci niteliği, e-öğrenme tasarımı ve kültür gibi özelliklerin diğer araştırmalardan farklı sonuçlara varılmasının sebebi olarak gösterilmiştir.

Udo ve diğerleri (2011), çalışmasında e-öğrenme hizmet kalitesinin belirlenmesi için güven, empati, heveslilik, güvenilirlik ve site içeriği gibi SERVQUAL (Service Quality – Hizmet Kalitesi) boyutlarından yararlanmıştır. 203 e-öğrenme kullanıcılarına yapılan anketler sonucunda güvenilirlik dışındaki boyutların e-öğrenme hizmet kalitesinde çok önemli etki yarattığı belirlenmiştir.

Wu ve Lin (2011), çalışmasında Tayvan’da belirlenen bir üniversitenin e-öğrenme hizmet kalitesini ölçmek için Yaklaşımlı Küme Teorisi (Rough Set Theory - RST), KFG ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) yöntemlerini kullanmışlardır. Literatür araştırması sonucunda müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler belirlenmiş ve yapılan anketler sonucunda verileri azaltmak için RST kullanılmıştır. Sonrasında bütünleşik olarak KFG ve GİA kullanılıp en önemli müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler belirlenerek kalitenin nasıl artırılabilirliği tartışılmıştır.

Al-Mushasha ve Nassuora (2012), çalışmasında Ürdün’de uzaktan eğitim gören 189 öğrenciye uyguladığı anketlerle eğitimin kalitesini etkileyen faktörleri ölçmeye çalışmıştır. SERVQUAL modelinin uygulandığı çalışmada Faktör Analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak memnuniyeti etkileyen en önemli faktörlerin arayüz tasarımı, güvenilirlik, cevap verebilirlik, güven ve kişiselleştirme olduğu ortaya konulmuştur.

Kantoğlu (2012), Sakarya Üniversitesi’nde e-öğrenme sistemini kullanan öğrenciler üzerinde bir çalışma yapmıştır. Öğrenci memnuniyetinin, teknoloji ve kullanıcı boyutlarını inceleyen bütünleşik bir model geliştirilmiştir. E-öğrenme sisteminde öğrenci memnuniyetini etkileyen faktörler gözönünde bulundurularak tasarlanan modelde on beş faktör değerlendirilmiştir. Regresyon analizi kullanılarak en önemli faktörler belirlenmiştir.

Markovic ve Jovanovic (2012), çalışmalarında e-öğrenme sisteminde önemli olan faktörlerin belirlenmesini sağlamıştır. Çalışmaya göre teknoloji, pedagoji, organizasyonel içerik ve yaratıcılık gibi faktörlerin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Eğiticinin geri bildirim ve öğrencinin öğrenme stilinin e-öğrenme sistemi için en önemli çıktılar olduğu görülmüştür. En önemli faktörün öğrencilerin beklentilerine göre eğiticinin öğrenim içeriğini güncellemesi olduğu görülmüştür. Aynı şekilde öğrencinin geçmişi, yetenekleri, bilgisi gibi faktörler göz önüne alınarak eğiticinin öğretim stratejisini belirlemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kanwal ve Rehman (2016), Pakistan’da e-öğrenme sistemi kullanan 356 öğrenciyle yaptıkları çalışmalarıyla memnuniyeti etkileyen faktörleri belirlemiştir. İstatistiksel analizlerin kullanıldığı çalışmada bilgi kalitesi, hizmet kalitesi ve sistem kalitesinin öğrenci memnuniyetini pozitif yönde etkileyen anahtar faktörler olarak belirlenmiştir.

Martinez-Argüellez ve Batalla-Busquets (2010), çalışmalarında e-öğrenme sistemi kullanan 1870 öğrenciye anket uygulayarak hizmet kalitesini ve öğrenci bağımlılığını araştırmıştır. Yapısal eşitlik modeli kullanılan araştırmada, idari hizmetler, kullanıcı arayüzü ve ek hizmetlerin memnuniyeti sağlayan en önemli faktörler olduğu ortaya çıkmıştır.

E-öğrenme konusunda yapılan çalışmalar kısaca özetlendikten sonra bu çalışmada kullanılan yöntemler olan KFG, bulanık doğrusal regresyon ve 0-1 Hedef Programlama yöntemlerini bir arada kullanan çalışmalar özetlenmiştir.

Fung ve diğerleri (2005), çalışmasında yeni ürün geliştirmenin en önemli adımlarından biri olan ürün planlama için müşteri odaklı bir sonuç elde edebilmek amacıyla KFG yöntemini kullanmıştır. Müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimler arasındaki fonksiyonel ilişkinin kurulabilmesi için bulanık doğrusal regresyon yöntemini uygulamışlardır. Teknik gereksinimlerin hedef değerlerinin belirlenmesi için hedef programlama kullanılmıştır.

Karsak (2008) çalışmasında robot seçimi için KFG ve bulanık doğrusal regresyon yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Müşteri gereksinimleri göz önünde bulundurulduğu

için KFG en uygun yöntem olarak belirlenmiştir. Gereksinimler arasındaki ilişkinin belirlenmesi için bulanık doğrusal regresyon yöntemi tercih edilmiştir.

Karsak ve Özoğul (2009), çalışmasında KFG ve bulanık doğrusal regresyon yöntemleri bir arada kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması için en uygun yazılım seçilmiştir. Yazılım seçimi için hem müşteri hem de teknik gereksinimlerin karşılanması gerektiğinden KFG kullanımı uygun görülmüştür. Fonksiyonel ilişkilerin kurulabilmesi için Bulanık Doğrusal Regresyon tercih edilmiştir. En iyi yazılımın seçilmesi için ise 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılmıştır.

Perçin ve Min (2013a), çalışmasında Ankara'daki bir otomobil parçası üreten fabrika için makine tezgahı seçimi yapmıştır. Üretim planlamadaki önemine vurgu yapılarak, çok sayıda makine alternatifleri arasından tercih yapabilmek için KFG ve bulanık doğrusal regresyon yöntemlerini bir arada kullanıp müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkinin belirlenmesini sağlamıştır. Sonrasında 0-1 hedef programlama yöntemi ile alternatifler arasından en iyi makine tercih edilmiştir.

Perçin ve Min (2013b), çalışmasında 3. parti lojistik hizmetleri geliştikçe hizmet sağlayıcı seçiminin daha önemli hale geldiğinden yola çıkarak KFG ve bulanık doğrusal regresyon yöntemleri yardımıyla 3. parti lojistik hizmetleri için müşteri gereksinimleri ve teknik gereksinimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesini sağlamıştır. Sonrasında 0-1 hedef programlama yöntemi kullanılarak en iyi hizmet sağlayıcı seçilmiştir.

Literatürde e-öğrenme sisteminin kalitesini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda daha çok istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. Özellikle daha çok Faktör Analizi yönteminin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Bu çalışmada ise diğer çalışmalardan farklı olarak Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, 0-1 Hedef Programlama ve Entropi-Ağırlıklı Uzaklık Metriği yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Yöntemlerin kullanıldığı alanlara bakıldığında makine teçhizat problemleri, robot seçimi ve ERP yazılım seçimi göze çarpmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde e-öğrenme sisteminde hizmet kalitesi ölçümü ile ilgili yeterli düzeyde çalışma bulunmadığı görülmektedir. Çalışma karar verme amacıyla kullanılan dört bütünleşik yöntem dayalı gerçekleştirildiğinden literatüre bu yönüyle önemli bir katkı sağlaması düşünülmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. Kalite Fonksiyon Göçerimi

Müşteri odaklı ürün tasarımında tüm sektörlerdeki işletmelerin karşılamaları gereken kritik faktörlerden birisi müşteri ihtiyaçlarıdır (Chen ve diğerleri, 2004: 6335). Çoğu işletme, müşteri odaklı ürünlerinin rakiplerinden farklı olduğunu göstermek için büyük çaba harcamaktadır (Chen, 2009: 1469). Müşteri ihtiyaçlarının karşılanıp memnuniyetin en yüksek seviyeye çıkarılabilmesi için gereksinimlerin ürün tasarımlarıyla birleştirilebildiği birçok yöntem ortaya konulmuştur (Ji ve diğerleri, 2014: 6335). Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG), bu yöntemlerin en çok kullanılanlarından biridir.

KFG uygulaması, müşteri memnuniyetini odak noktasına koyarak; tasarım değişiklikleri, süreçler arası iletişim, artırılmış ürün/hizmet kalitesi, maliyetin düşürülmesi gibi çok önemli kazanımlar sağlamaktadır (Myint, 2003: 269; Franceschini ve diğerleri, 2015: 171).

KFG, ilk olarak Japonya'da, Mitsubishi Kobe tersanesinde 1960'ların sonlarında İkinci Dünya Savaşı sonrasında ürün geliştirme ve tasarımı çalışmaları esnasında kullanılmıştır (Akao ve Mazur, 2003: 20). 1978 yılında Mizuno ve Akao KFG hakkında "Deployment of the Quality Functions" isimli kitabı yayınlamıştır (Jiang ve diğerleri, 2007: 291). KFG'nin batıda yayılması ise 1983 yılında Kagure ve Akao'nun gerçekleştirdikleri seminerler ve çalışmalar aracılığıyla olmuştur (Kagure ve Akao: 1983: 26). KFG'nin Amerika'da gelişmesinin öncüleri ise kalite evi ve birbiriyle bağlantılı kalite evlerini tanımlayan Sullivan, King ve Clausing aracılığıyla olmuştur (Jiang ve diğerleri, 2007: 292).

KFG'nin Amerika'daki ilk kullanımı, 1986 yılında Ford ve Xerox firmalarının kullanımıyla başlamış sonrasında ise AT&T Bell Labs, Digital Equipment, Procter & Gamble ve Hewlett-Packard gibi markalar tarafından da tercih edilmiştir (Zairi ve Youssef, 1995: 9). Günümüze bakıldığında ise bütün dünyada lider firmalar tarafından tercih edilmektedir (Chen, 2009: 1470).

1980'li yılların başlarında KFG en çok tasarım, planlama, ürün geliştirme ve üretim alanlarında uygulanmışken günümüzde ulaştırma, iletişim, elektronik, yazılım hizmetleri, hizmet, eğitim ve araştırma, tekstil endüstrisi gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır (Chan ve Wu, 2002: 471).

KFG, kullanılmasının amacı (Gargione, 1999: 359; Alba-Elias ve diğerleri, 2013: 387; Delice Kılıç ve Güngör, 2008 2);

- Ürün tasarımı esnasında müşteri ihtiyaçlarını (NELER, WHATS), teknik gereksinimlere (NASILLAR, HOWS) dönüştürmek,
- Müşteri ihtiyaçları ile teknik gereksinimler arasında tutarlılığı sağlamak,
- Aynı ürün üzerinde çalışan farklı fonksiyonlara bir iletişim ortamı yaratarak yatay iletişimi arttırmak,
- Üründe yapılacak ilerlemeleri önceliklendirmek,
- Hedef maliyet azaltma alanlarını belirlemek,
- Rakipler ve rakip ürünlerle karşılaştırma olanağı sağlamaktır.

KFG genellikle birbirine bağımlı dört aşamadan oluşmaktadır. KFG'de her aşamanın önemli girdilerinden (NELER) türetilen önemli çıktıları (NASILLAR), diğer aşamanın yeni girdilerine (YENİ NASILLAR) dönüştürülmekte ve her aşama NASILLAR (HOWS) ve NELER (WHATTS) matrisi olarak kolaylıkla gerçek hayatla uyumlu hale getirilmektedir (Chan ve Wu, 2005: 119).

KFG'nin aşamaları kısaca aşağıda açıklanmıştır;

Planlama: Planlama adımında müşteriler net olarak belirlenmelidir. Çünkü KFG’de en önemli unsur müşteri gereksinimleri olduğu için müşterinin doğru tanımlanması büyük önem arz etmektedir.

Müşteri sesinin toplanması: Müşteriler tanımlandıktan sonra müşteri isteklerinin ne olduğuna bakılmalıdır. Müşteri isteklerini belirlemek için çoğunlukla anket yöntemine başvurulmaktadır. Müşteri istekleri belirlendikten sonra önceliklerinin belirtilmesi gerekmektedir. Bu önceliklerin belirlenmesi için bir çok yöntem kullanılabilir.

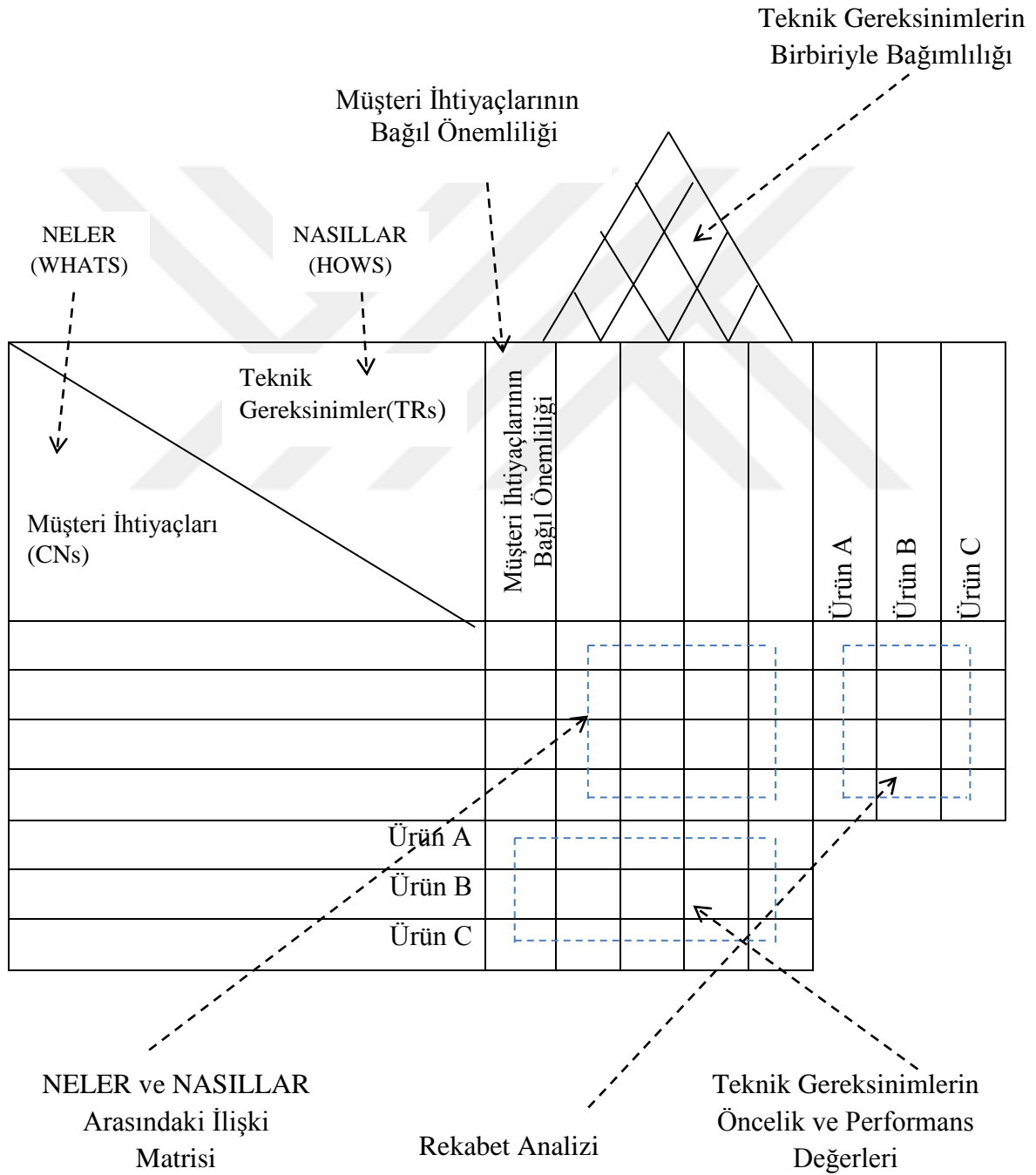
Kalite evinin oluşturulması: KFG’nin en önemli yapısı olan Kalite Evi matrisi (Wu ve Lin, 2012: 1326), KFG’nin kalbi olmakla birlikte müşteri ihtiyaçlarını, teknik gereksinimleri ve her ikisinin ilişkilerini gösteren matrisleri içermektedir (Partovi ve Corredoira, 2002: 644). Şekil 1’ de gösterilen Kalite evi matrisi yedi elemandan oluşmaktadır (Alptekin ve Karsak, 2011: 2992; Wu ve Lin, 2012: 1326);

- 1. Müşteri İhtiyaçları (Customer Needs, CNs, WHATS, NELER):** Müşterinin sesi, müşteri gereksinimleri veya talep edilen kalite düzeyi olarak adlandırılabilir. Müşteri ihtiyaçları, kalite evinin temelini oluşturmakla birlikte hizmet sağlayıcılara, hizmetin hangi özellikleri taşıması gerektiğiyle ilgili bilgiler vermektedir.
- 2. Teknik Gereksinimler (Technical Requirements, TRs, HOWS, NASILLAR):** İşletmenin sesi, tasarım gereksinimleri, ürün karakteristikleri ya da kalite karakteristikleri olarak adlandırılabilir. KFG sürecinde müşteri ihtiyaçları hedefleri tanımlarken, teknik gereksinimler bu amaçlara ulaşmak için gösterilen çabaları tanımlamaktadır.
- 3. Müşteri İhtiyaçlarının Bağlı Önemliliği (Relative Importance of CNs):** Kaynak kısıtları yüzünden hizmet sağlayıcılar önemsiz ihtiyaçları göz ardı edip en önemli gereksinimlere konsantre olmalıdırlar. Odak gruplar belirlenip, anket ve görüşme gibi yöntemlerle en önemli gereksinimler belirlenmelidir.

4. NELER ve NASILLAR Arasındaki İlişki Matrisi (Relationship Matrix):

Kalite evinin gövdesini oluşturan ilişki matrisi, teknik gereksinimlerin her bir müşteri ihtiyacını ne kadar etkilediğini göstermektedir. İlişkinin derecesini göstermek için çoğunlukla sembol veya rakamlardan yararlanılmaktadır. Müşteri ihtiyaçlarının teknik gereksinimlere dönüştürülmesinde ilişki matrisi büyük önem taşımaktadır.

Şekil 1: Kalite Evi Matrisi



Kaynak: Alptekin ve Karsak, 2011: 2992

5. ***Teknik Gereksinimlerin Birbiriyle Bağımlılığı (Inner Dependencies Among the TRs)***: Herhangi bir özelliğin değişiminin diğer özellikleri hangi ölçüde etkileyeceğini göstermekle birlikte kalite evinin çatısını oluşturmaktadır. NELER ve NASILLAR arasındaki ilişki matrisine benzeyip Bulanık Regresyon yöntemiyle de değerlendirilebilmektedir.
6. ***Rekabet Analizi (Competitive Analysis)***: Bu analiz esnasında işletme müşteri ihtiyaçlarını göz önünde bulundurup güçlü ve zayıf yönlerini belirleyerek rakip firmalarla kendisini karşılaştırarak ürün veya hizmet durumunu tanımlamalıdır. Hizmet sağlayıcıların teknik gereksinim performans değerleri ile birlikte bu bulgular, teknik gereksinimlerin hedef değerlerini belirlemede kullanılmaktadır.
7. ***Teknik Gereksinimlerin Öncelik ve Performans Değerleri (Overall Priorities and Performance Values of TRs)***: Teknik gereksinimlerin performans değerleri ve sıralama sonuçları optimizasyon süreci için girdi olarak kullanılmaktadır.

Sonuçların Analizi ve Yorumlanması: Kalite evinden elde edilen matrise göre sonuçlar elde edilip yorumlanır.

2.2. Bulanık Mantık

Klasik mantıkta, değişkenler doğru veya yanlış; siyah veya beyaz ya da 0 veya 1 olarak kodlanmıştır (Kartalopoulos, 1995: 5). Ancak gerçekte nitel durumlar farklı algılanabilmekte ve dolayısıyla kesin yargılara varılamamaktadır. Günlük hayatta kesin olarak bilinmeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünülen, ama sonuçta kesinlik arz etmeyen durumlarla karşılaşmaktadır (Şen, 2001: 9). Örneğin bir insanın sosyal hayatındaki konumu ve kendini nasıl hissettiği dikkate alınmadan sadece yaşına bakılarak yaşlı veya genç ayrımına karar verilemez (Buckley ve Eslami, 2002: 17). Gerçek dünya karmaşıktır ve bu belirsizlik kesin düşünceden yoksunluk ve kararsızlıktan kaynaklanmaktadır (Şen, 2001: 9).

Kesin olmayan bilginin üstesinden gelebilmek için kullanılan bulanık mantık, Aristo'nun klasik mantığına karşı geliştirilen belirsizlik altında akıl yürütmeye çok değerli mantığın birleştirildiği mantıksal bir sistemdir. Bulanıklık özellikle sözel belirsizliğin bir ifadesi olarak nitelendirilebilmektedir (Şen, 2009: 17). Değerlendirme yapılırken sayısal veriler yerine daha çok kelimelerin tercih edilmesi bulanıklığa sebep olmaktadır. Bunun yanında insan düşünce ve yargısının karıştığı karar verme, muhakeme ve öğrenmenin olduğu her alanda bulanıklıkla karşılaşılmaktadır (Zimmermann, 1996: 3).

1920'li ve 1930'lu yıllarda Lukasiewicz ve Tarski tarafından sonsuz değerli mantık üzerine yapılan çalışmalarla bulanık mantığın temelleri atılmıştır (Pelletier, 2000: 343). Bulanık mantık ilk kez, 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından kullanılmıştır (Tanaka, 1997: 1). Bulanık mantık, dar anlamda belirsizlik altında klasik iki değerli mantığın geliştirilmiş hali iken geniş anlamda keskin sınırların bulunmadığı bulanık kümelerin kullanıldığı bütün teoriler ve teknolojiler olarak iki farklı şekilde ifade edilmektedir (Yen ve Langari, 1999: 3).

Sözel ifadelerin sayısal ifadelere dönüştürülmesi matematiksel bir temele dayanmaktadır ve bulanık mantık olarak ifade edilmektedir. Bulanık Mantık makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verirken sayısal ifadeler yerine “az”, “çok”, “pek az”, “pek çok” gibi günlük hayatta kullanılan ve dilsel değişken denilen niteleyicilerden yararlanılmaktadır (Elmas, 2003: 25).

2.2.1. Bulanık Küme Teorisi

Belirli bir alanda farklı nesnelere oluşan topluluğa küme denilmektedir. Klasik küme mantığında bir nesne kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir gibi kesin bir sınırlama yapılmaktadır (Yen ve Langari, 1976: 57).

Klasik bir kümede elemanların üyeliğini ifade eden X evrenselinde x elemanları ile klasik bir kümeyi temsil etmek üzere A kümesinin karakteristik fonksiyonu şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\mu_A : X \rightarrow \{0,1\} \quad (2.1)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in A \\ 0; & x \notin A \end{cases} \quad (2.2)$$

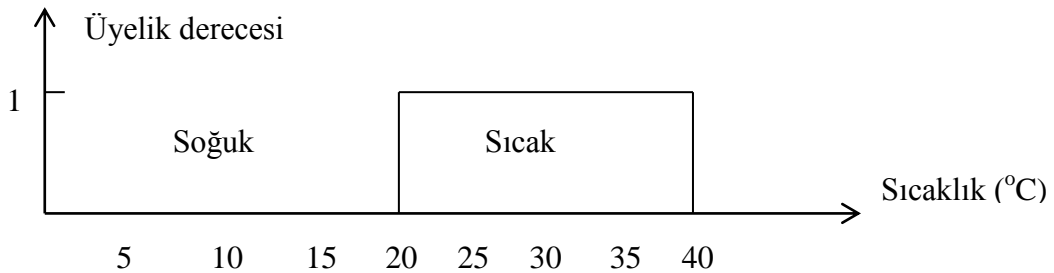
Yukarıda verilen ifadeye göre, eğer bir x elemanı A kümesinin elemanı ise A kümesinin karakteristik fonksiyonu $\mu_A(x) = 1$ 'dir. Eğer bu kümenin elemanı değilse, $\mu_A(x) = 0$ 'dır (Tanaka, 1997: 9).

Gerçek hayat problemlerini klasik kümeler ile ifade etmek iki yönden zor olmaktadır (Zimmermann, 1996: 3)

- Gerçek durumlar çoğunlukla deterministik değildir ve kesin olarak tanımlanamazlar.
- Gerçek sistemlerin tam ve eksiksiz tanımlanması, insanların eşzamanlı olarak anlayıp işleyebileceğinden daha fazla ve detaylı bilgiyi gerektirmektedir.

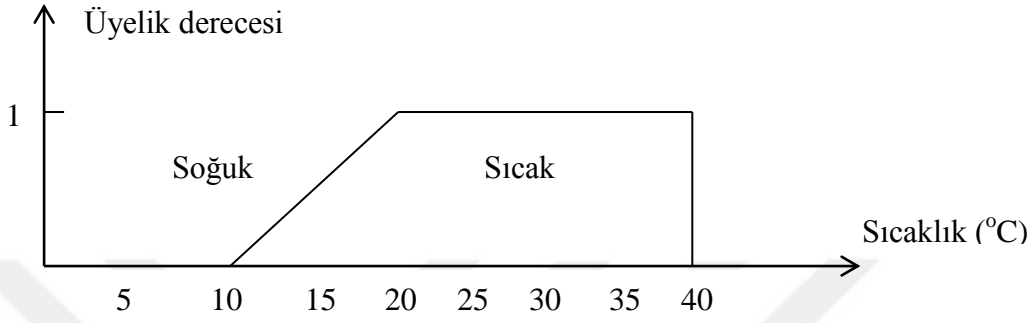
Bu duruma örnek olarak sıcaklık kümesi verilebilir. Sıcaklık kişiden kişiye değişebilen bir kavramdır. Fakat klasik mantıkta soğuk ya da sıcak gibi ikili değişkenler kullanılmaktadır. Bulanık mantıkta ise biraz soğuk, biraz sıcak, çok soğuk, çok sıcak gibi esnek niteleyiciler kullanılarak gerçek dünyaya benzetilebilmektedir. Şekil 2'de sıcaklık için keskin küme örneği görülmektedir. (Elmas, 2003: 30).

Şekil 2: Sıcaklık İçin Bir Keskin Küme Örneği



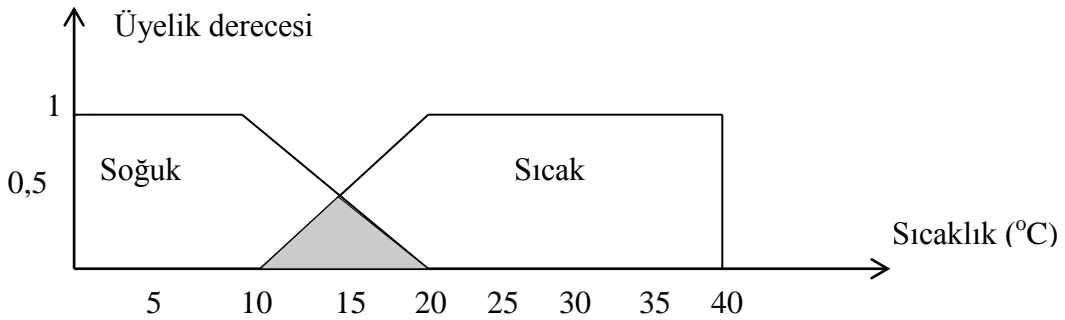
Klasik mantıkta sadece sıcak ve soğuk ayrımı yapılmaktadır. 20 ve 40 dereceler arası sıcak, 20 derecenin altı ise soğuk olarak nitelendirilmiştir. Şekil 3'te aynı durum bulanık küme örneği olarak gösterilmektedir.

Şekil 3: Sıcaklık İçin Bulanık Küme Örneği



Şekil 3'e göre 10-40 °C arasındaki değerler sıcak kümesine aittir ve 20-40 °C arası 1 üyelik derecesine sahipken 10-20 °C arasındaki değerler ise 0 ile 1 arasında üyelik derecesine sahiptir. Bu durumda 11 °C az sıcak, 15 °C biraz sıcak olarak nitelendirilebilmektedir. 20 °C oda sıcaklığı kabul edilerek soğuk bulanık kümesi Şekil 4'te gösterilmiştir.

Şekil 4: Bulanık Kümelerde Örtüşüm



Şekil 4'e göre 15 °C 0,5 üyelik derecesi ile hem sıcak bulanık hem de soğuk bulanık kümesine üyedir. Taralı olarak görülen bölge bulanık kümelerin kesişim bölgesidir ve bulanık kümelerin örtüşümü olarak adlandırılmaktadır.

Klasik küme teorisinden farklı olan bulanık küme teorisi önerilen üyelik derecesi ile gerçekçi problemi geleneksel matematiksel değerle tanımlamaktadır (Ho, 2012: 955). Bulanık kümelerde klasik kümelerin aksine kesin sınırlar bulunmamakta ve nesnelere $[0,1]$ aralığında değişen üyelik değerleri atanmaktadır (Zadeh, 1965: 338; Dubois ve Prade, 1980: 10).

Nesnelerin küme üyelikleri üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir. Klasik kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en önemli fark üyelik fonksiyonlarından kaynaklanmaktadır. X evrensel kümesinde bir \tilde{A} bulanık kümesi tanımlandığında bu kümede yer alan x elemanın fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ile gösterilmektedir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 'in değeri 0' a yaklaştıkça \tilde{A} kümesine aitliği azalırken 1' e yaklaştıkça aitliği artmaktadır (Zadeh, 1965: 339).

2.2.2. Üyelik Fonksiyonu Tipleri

Üyelik fonksiyonlarının uygulama ile örtüşerek doğru olarak tanımlanması bulanık küme teorisi için çok önemlidir. Literatürde üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler şu şekilde sıralanmaktadır: 1) sezgisel yöntem, 2) çıkarımsal yöntem, 3) sıralama, 4) yapay sinir ağları, 5) genetik algoritmalar, 6) tümevarımsal muhakeme. Bu yöntemlerden kullanım kolaylığı nedeniyle en çok sezgisel yöntem kullanılmaktadır (Ross, 2010: 175).

Literatüre bakıldığında çan eğrisi, sigmoidal, S tipi, II tipi gibi uygulamada kullanılan üyelik fonksiyon çeşitleri mevcuttur. Çalışmada ise literatürde en çok kullanılan üçgensel ve yamuksal üyelik fonksiyonu tipleri incelenmiştir.

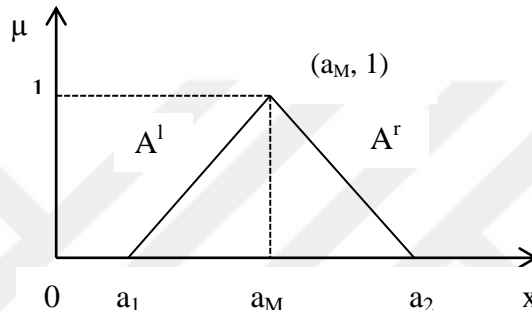
2.2.2.1. Üçgensel (Triangular) Üyelik Fonksiyonu

Gerçel sayılar kümesinde (R) tanımlı olan $\mu_{\tilde{A}}$ üçgensel üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Bojadziev ve Bojadziev, 2007: 27).

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} (x - a_1) / (a_M - a_1) & , a_1 \leq x \leq a_M \\ (x - a_2) / (a_M - a_2) & , a_M \leq x \leq a_2 \\ 0 & , \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (2.3)$$

Şekil 5'te üçgensel üyelik fonksiyonu grafik olarak gösterilmektedir.

Şekil 5: Üçgensel Üyelik Fonksiyonu



Modelleme kolaylığı bakımından uygulamada A^l (left), A^r (right) aralığına, $(a_M, 1)$ tepe noktası ve a_M orta değerine sahip üçgensel üyelik fonksiyonlarından faydalanılmaktadır (Bojadziew ve Bojadziew, 2007: 23).

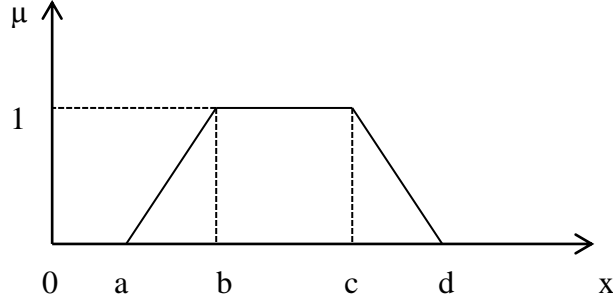
2.2.2.2. Yamuksal (Trapezoidal) Üyelik Fonksiyonu

Yamuksal üyelik fonksiyonu (a,b,c,d) gibi dört parametre kullanılarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Yen ve Langari, 1976: 63).

$$\mu_{\bar{A}}(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \text{ ise} \\ (x - a)/(b - a) & a \leq x \leq b \text{ ise} \\ 1 & b \leq x \leq c \text{ ise} \\ (d - x)/(d - c) & c \leq x \leq d \text{ ise} \\ 0 & x > d \text{ ise} \end{cases} \quad (2.4)$$

Şekil 6’da yamuksal üyelik fonksiyonu grafik üzerinde gösterilmektedir.

Şekil 6: Yamuksal Üyelik Fonksiyonu



2.2.3. Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar, gerçel sayılar kümesinde tanımlanmış bulanık kümelerin özel bir alt kümesidir (Buckley ve Eslami, 2002: 55). Her bulanık sayı bulanık bir küme olmasına rağmen, her bulanık küme bir bulanık sayı değildir ve olabilmesi için aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekmektedir (Özkan, 2003: 59):

- Bulanık küme, normal ve bulanık bir küme olmalıdır.
- Destek kümesi sınırlı olmalıdır.
- Kümenin her bir α -kesimi, gerçel sayı doğrultusunun kapalı bir aralığında tanımlı olmalıdır.

Bulanık sayılar da üyelik fonksiyonu ile tanımlanırlar. Bu yüzden bulanık fonksiyon çeşidi kadar bulanık sayı çeşidi vardır (Baykal ve Beyan, 2004: 223). Literatüre bakıldığında ise üçgensel ve yamuksal bulanık sayıların diğerlerine göre daha çok tercih edildiği görülmektedir.

2.2.4. Bulanık Sayılarda İşlemler

Bulanık sayılarda toplama, çıkarma, çarpma ve bölme gibi işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir. Bulanık sayılarla yapılan cebirsel işlemler için literatürde genişleme ilkesi ve α -kesim yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Özkan, 2003: 66; Buckley ve Jowers, 2006: 12).

2.2.4.1. Genişleme İlkesi

Genişleme ilkesi, klasik matematiğin bulanık verilere uygulanmasını sağlayan, 1973 yılında Zadeh tarafından geliştirilen bulanık küme teorisinin en önemli kavramlarından birisidir (Zimmermann, 1996: 53; Jang ve diğerleri, 1997: 47).

Genişleme ilkesine göre bulanık sayılar ile yapılan temel aritmetik işlemler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Özkan, 2003: 76).

$$\text{Toplama: } \mu_{\tilde{C}}(z) = \max_{z=x+y} \{\min|\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)|\} \quad (2.5)$$

$$\text{Çıkarma: } \mu_{\tilde{C}}(z) = \max_{z=x-y} \{\min|\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)|\} \quad (2.6)$$

$$\text{Çarpma : } \mu_{\tilde{C}}(z) = \max_{z=x.y} \{\min|\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)|\} \quad (2.7)$$

$$\text{Bölme : } \mu_{\tilde{C}}(z) = \max_{z=x/y} \{\min|\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)|\} \quad (2.8)$$

Örneğin aşağıda verilen \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık sayılarına göre $\tilde{A} - \tilde{B} = \tilde{C}$ işlemi için öncelikle her $z = x-y$ değerinin hesaplanarak $\{\min|\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)|\}$ değerlerinin bulunması gerekmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}} = \{0.3/5, 0.5/6, 1/7\}$$

$$\mu_{\tilde{B}} = \{0.2/1, 0.6/2, 1/3\}$$

Buna göre her $z=x-y$ durumu için her iki bulanık kümedeki öğeler kartezyen çarpımdaki gibi eşleştirilerek $x-y$ çiftleri elde edilmiş ve bunlar arasından üyelik dereceleri min olanlar (\wedge enküçükleme işlemi ile) aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\mu_{\tilde{C}} = \{0.3\wedge 0.2/(5-1), 0.5\wedge 0.2/(6-1), 1\wedge 0.2/(7-1), 0.3\wedge 0.6/(5-2), 0.5\wedge 0.6/(6-2), 1\wedge 0.6/(7-2), 0.3\wedge 1/(5-3), 0.5\wedge 1/(6-3), 1\wedge 1/(7-3)\}$$

$$\mu_{\tilde{C}} = \{0.2/4, 0.2/5, 0.2/6, 0.3/3, 0.5/4, 0.6/5, 0.3/2, 0.5/3, 1/4\}$$

$x-y$ öğeleri arasından değerleri aynı olanlar için max işlemi gerçekleştirilmiş ve \tilde{C} sayısına ilişkin üyelik fonksiyonu aşağıdaki biçimde elde edilmiştir.

$$\mu_{\tilde{c}} = \{0.2/6, 0.6/5, 0.3/2, 0.5/3, 1/4\}$$

2.2.4.2. α -Kesim Aralık Yöntemi

\tilde{A} ve \tilde{B} bulanık sayıları ile $[a_1^\alpha, a_2^\alpha]$ ve $[b_1^\alpha, b_2^\alpha]$ bu sayıların α -kesimleri olmak üzere, α -kesim yöntemine göre gerçekleştirilen aritmetik işlemler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Chan ve Pham, 2001: 12).

$$\text{Toplama: } (\tilde{A} + \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha + b_1^\alpha, a_2^\alpha + b_2^\alpha] \quad (2.9)$$

$$\text{Çıkarma: } (\tilde{A} - \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha - b_2^\alpha, a_2^\alpha - b_1^\alpha] \quad (2.10)$$

$$\text{Çarpma: } (\tilde{A} \times \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha \times b_1^\alpha, a_2^\alpha \times b_2^\alpha] \quad (2.11)$$

$$\text{Bölme: } (\tilde{A} \div \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha \div b_1^\alpha, a_2^\alpha \div b_2^\alpha] \quad (2.12)$$

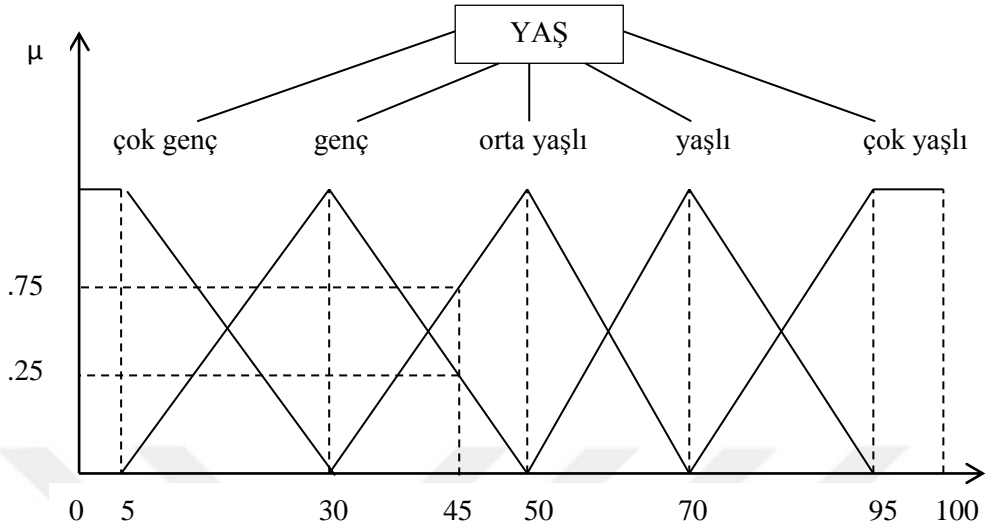
2.2.5. Bulanık Sözel (Dilsel) Değişkenler

Günlük hayatta kesin matematiksel ifadelerle insan muhakemeleri ve yargılarını modellemek mümkün değildir (Wang, 1997: 61).

Bulanık sayıların en önemli rolü sayısal bulanık değişkenleri açık bir şekilde belirtmektir. Çok küçük, küçük, orta gibi betimlemelerle bulanık sayıları anlatmak için kullanılan sözcüklere dilsel değişken denilmektedir (Klir ve Yuan, 1995: 102). Başka bir ifadeyle dilsel değişkenler, değerlerin dilsel terimlerle ifade edildiği değişkenlerdir (Zimmermann, 2001: 129).

Örnek olarak yaş; çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı ve çok yaşlı gibi bulanık kümeleri içeren dilsel bir değişkendir. Yaş değişkeni, evrensel küme $U = [0,100]$ olmak üzere çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı ve çok yaşlı terimleri üçgensel bulanık sayılarla tanımlanırsa üyelik fonksiyonu Şekil 7'deki gibi tanımlanır (Bojadziew ve Bojadziew, 1995: 45).

Şekil 7: Yaş Değişkeni İçin Dilsel Terimler



$$\mu_{\text{çok genç}}(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 5 \\ \frac{30-x}{25}, & 5 \leq x \leq 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{genç}}(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{25}, & 5 \leq x \leq 30 \\ \frac{50-x}{20}, & 30 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{orta yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{20}, & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70-x}{20}, & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{20}, & 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{95-x}{25}, & 70 \leq x \leq 95 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{çok yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-70}{25}, & 70 \leq x \leq 95 \\ 1, & 95 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

2.3. Bulanık Doğrusal Regresyon

Regresyon analizi, bağımlı bir değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla en genelden en özele kadar farklı problemlerin çözümünde kullanılan bir istatistiksel yöntemdir (Hair vd., 2010: 151). Bu yöntem, mühendislik, sosyal bilimler, ekonomi ve finans gibi birçok alanda uygulanmaktadır (Zhang, 2014: 499).

Klasik istatistik teknikleriyle cevap değişkeni veya açıklayıcı değişkenler için yapılan gözlemlerin kesin bir olasılık dağılımına uymaları gerekmesine rağmen uygulamada bulanık gözlemlerin olduğu durumlar söz konusudur (Kao ve Chyu, 2002: 401).

Regresyon analizlerinin hesaplamaları bilgisayar programları tarafından yapılabilirken çoğu bilgisayar kesin verilerle çalıştığı için sözel verileri tanımlamak için sembolik rakamlar atanmaktadır. Gerçek hayattaki problemlerde verilerin fazla basitleştirilmesi regresyon modelleri için bazı önemli bilgilerin atlanmasına neden olmaktadır. Bazı bilgiler sadece sözel terimlerle tanımlanabildikleri için bulanık küme teorisi, “iyi”, “kötü”, “mükemmel” gibi dilsel değişkenlerin bulanık üyelik fonksiyonları yardımıyla modellenmesini sağlamaktadır (Muzzidi ve De Baets, 2013: 435). Klasik regresyon olasılık teorisine dayanırken, bulanık regresyon hem olasılık hem de bulanık küme teorisine dayanmaktadır (Chang ve Ayyub, 2001: 188).

Bulanık regresyon, ulaşılabilir verilerin sınırlı ve kesin olmayan, ve değişkenlerin birbirini belirsiz, kalitatif ve bulanık yönde etkilediği zamanlarda kullanılan bir parametrik olmayan yöntemdir (Wang ve Tsaur, 2000: 355).

Bulanık regresyon, kesin veya bulanık sayıların kullanıldığı, bağımsız veya açıklayıcı değişken olarak bilinen girdi değişkeni ile bağımlı veya cevap değişkeni olarak bilinen çıktı değişkeni arasındaki bulanık ilişkinin araştırılmasını sağlayan bir yöntemdir (Chachi vd., 2014: 149). Bu yöntem daha çok tahminlere dayalı kesin olmayan veya kısmen ulaşılabilir verilerin kullanıldığı durumlarda tercih edilmektedir (Chen vd., 2015:

1)

Bulanık regresyon, Tanaka, Uejima ve Asai tarafından, anlaşılması zor ve belirsiz olayları bulanık parametreler kullanarak modellemek amacıyla geliştirilmiştir. Bu modelin üzerinden farklı ölçütleri ele alarak Celmins, Diamond, Tanaka ve Isibuchi, Savic ve Pedrycz gibi isimler başta olmak üzere birçok bulanık regresyon yöntemi de geliştirilmiştir (Chang ve Ayyub, 2001: 188).

2.3.1. Tanaka Modeli

Tanaka modelinde, bulanık bağımlı değişken ile kesin bağımsız değişkenden oluşan regresyon problemi bir matematiksel programlama problemi olarak ele alınmıştır (Kao ve Chyu, 2002: 402). Bu model, Tanaka vd. (1982), tarafından ortaya atılmış ve bulanıklığı en aza indirmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Muzzioli ve De Baets, 2013: 435).

X ve Y şeklinde iki küme ve X 'ten Y 'ye eşleşen bir $f(x, a)$ fonksiyonu düşünölsün. Eğer parametreler bulanık A kümesi tarafından verilirse, fonksiyon bulanık fonksiyon olarak adlandırılır ve $f(x, A)$ ile tanımlanır. A bulanık kümesinde x değeri verildiğinde, $Y = f(x, A)$ bulanık fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$f: X \rightarrow F(y); Y = f(x, A) \quad (2.13)$$

$F(y)$, Y kümesinin bütün bulanık alt kümelerinden oluşmaktadır. Y bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu, $\mu_Y(y)$, aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\mu_Y(y) = \begin{cases} \max \mu_A(a), & \{a | y = f(x, a)\} \neq \emptyset \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (2.14)$$

A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_A(a)$ ile gösterilmiştir.

Bulanık kümeler aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanmaktadır:

$$\mu_A(\mathbf{a}) = \min [\mu_{A_j}(a_j)]$$

$$\mu_{A_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_j - a_j|}{c_j}, & \alpha_j - c_j \leq a_j \leq \alpha_j + c_j \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (2.15)$$

(2.15) numaralı eşitlikte, “yaklaşık α ”, c genişliğindeki α merkezli bulanık parametre gösterilmiştir. Dolayısıyla $A = (A_1, \dots, A_n)$ bulanık parametresi;

$A = \{\alpha, c\}$, $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_N)^t$, $c = (c_1, \dots, c_n)^t$ şeklinde gösterilmektedir (Tanaka ve diğerleri, 1982: 903).

Temel modele dayanarak oluşturulan bulanık doğrusal fonksiyon aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_1 + \dots + \tilde{A}_N X_N = \tilde{A}X \quad (2.16)$$

(2.16) numaralı eşitlikte $X = [X_0, X_1, \dots, X_N]^T$ bağımsız değişkenlerin vektörü, üçgensel üyelik fonksiyonları ile tanımlanan \tilde{A}_j ile ifade edilen bulanık parametreler için $\tilde{A}_j = (\alpha_j, c_j)$, α_j merkezi değeri ve c_j yayılım değerini, $\tilde{A} = [\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_N]^T$ bulanık katsayıların vektörünü göstermektedir (Wang ve Tsaur, 2000a: 355).

(2.16) numaralı eşitlikteki bulanık regresyon fonksiyonu aşağıdaki şekilde bu parametreler gösterilerek de yazılabilir:

$$\tilde{Y}_i = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)X_1 + (\alpha_2, c_2)X_2 + \dots + (\alpha_N, c_N)X_N \quad (2.17)$$

Yukarıdaki bulanık regresyon analizinde, girdi ve çıktı verileri arasındaki ilişkinin parametreleri olasılık dağılımına uyan bulanık fonksiyonlar tarafından tanımlanan kesin girdi ve çıktı olarak varsayılmıştır. Genişletme prensipleri uygulandığında, her bağımlı değişkenin değeri bulanık sayı olarak elde edilir ve \tilde{Y}_i bulanık sayısının üyelik fonksiyonu

aşağıdaki gibi tanımlanır. Bulanık doğrusal fonksiyon, aşağıdaki üyelik fonksiyonu olarak elde edilir.

$$\mu(Y_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|Y_i - X^t \alpha|}{c^t |X|}, & X \neq 0 \\ 1 & , X=0, Y \neq 0 \\ 0 & , X=0, Y=0 \end{cases} \quad (2.18)$$

$c^t = (c_0, c_1, \dots, c_N)$ ve $\alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_N)$ 'dir.

Buna göre bulanık sayı olarak elde edilen \tilde{Y}_i bağımlı değişkeninin alt ve üst sınırları aşağıdaki gibi hesaplanır (Wang ve Tsaur, 2000a: 356):

$$\text{Alt sınır:} \quad \tilde{Y}_i = \sum_{j=0}^N (\alpha_j - c_j) X_{ij} \quad (2.19)$$

$$\text{Merkezi değer:} \quad \tilde{Y}_i = \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} \quad (2.20)$$

$$\text{Üst sınır:} \quad \tilde{Y}_i = \sum_{j=0}^N (\alpha_j + c_j) X_{ij} \quad (2.21)$$

Bulanık regresyon analizinde bahsedilen bulanık çıktı $\tilde{Y}_i, \tilde{Y}_i (y_i, e_i)$ şeklinde tanımlanırken, y_i merkez değerini, e_i ise yayılım değerini göstermektedir. Buna göre, bulanık çıktı \tilde{Y}_i için aşağıdaki üyelik fonksiyonu tanımlanmaktadır (Tanaka vd., 1982: 904):

$$\mu_{\tilde{Y}_i}(Y) = 1 - \frac{|y_i - Y|}{e_i} \quad (2.22)$$

Burada amaç e_i hata değerinin yani buna karşılık gelen toplam yayılım değerini ifade eden $\sum c_j |x_{ij}|$ değerinin minimize edilmesidir. Bulanık regresyon analizinin bulanıklığı minimize edecek şekilde uygulanabilmesi için, \tilde{Y}_i bulanık sayısının toplam yayılımını aşağıda (2.23) eşitliğinde gösterildiği gibi minimize edilir.

$$MIN c^t |X| = MIN \sum_{j=0}^N \left(c_j \sum_{i=1}^M |x_{ij}| \right) \quad (2.23)$$

Buna göre kısıtlar her Y_i gözleminin \tilde{Y}_i 'ye en az h derecesi ile ait olmasını gerektirmektedir. $\mu(Y_i) \geq h$ olmalıdır ve $i=1, 2, \dots, M$ 'dir (Wang ve Tsaur, 2000a:356).

$$1 - \frac{|Y_i - X^t \alpha|}{c^t |X|} \geq h \quad (2.24)$$

“ h terimi”, bir uyum iyiliği ölçütü ya da regresyon modeli ile veri arasındaki uyumluluğun ölçütü olarak tanımlanmaktadır. Bulanık \tilde{Y}_i ya da kesin veri Y_i olabilen gözlenen her veri kümesi, h düzeyinde tahmin edilen \hat{Y} değeri içinde olmak zorundadır (Chang ve Ayyub, 2001: 188).

Bulanıklık seviyesi “ h ” olarak adlandırılır ve $[0, 1]$ aralığında değer almaktadır. Bu değer, çalışmanın başında veri kümesinin eksik, yarım veya tam olma durumuna bakılarak analizi yapan kişi tarafından belirlenir ve hesaplamalara sabit bir girdi olarak dahil edilmektedir. h seviyesinin en ideal değerinin (gerçeğe en yakın tahminler üretebilen değerinin) ne olması gerektiği hala bir tartışma konusudur. Konuyla ilgili çalışmış olan bazı bilim adamları, h 'nin optimum değerlerini belirleyerek bu değerler üzerinden bulanık tahmin yapılırsa başarılı olunacağını savunmuşlardır. Örneğin; Tanaka, Uejima ve Asai $h = 0.5$ olarak, Gharpuray, Fan ve Lai ise $h = 0.9$ olarak belirlenmesini savunmuşlardır (Moskowitz ve Kim, 1993: 304-305). Ancak h seçimi konusunda belirli bir ölçek bulunmamakla birlikte çoğunlukla 0,5 olarak alınmaktadır (Tanaka ve Watada, 1982: 282; Chen ve diğerleri, 2004: 1021; Karsak, 2008: 732).

Bulanık doğrusal regresyon analizi, bulanık katsayıları belirlemek için aşağıdaki doğrusal programlama modeli ile ifade edilebilmektedir:

$$MIN \sum_{j=0}^N \left(c_j \sum_{i=1}^M |x_{ij}| \right) \quad (2.25)$$

$$\sum_{j=0}^M \alpha_j x_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^M c_j |x_{ij}| \geq Y_i + (1-h)e_i \quad (2.26)$$

$$\sum_{j=0}^M \alpha_j x_{ij} - (1-h) \sum_{j=0}^M c_j |x_{ij}| \leq Y_i - (1-h)e_i \quad (2.27)$$

$$(i = 1, 2, \dots, N, \quad c_j \geq 0, \quad 0 \leq h \leq 1)$$

Yukarıdaki (2.25) eşitliği, regresyon modelinin toplam bulanıklığının minimize edilmesini göstermektedir. (2.26) ve (2.27) numaralı eşitlikler ise gözlemlenen bulanık veri değeri $\tilde{Y}_i = (y_i, e_i)$ ile ilgilidir. e_i bulanık yayılım ölçüsü ve y_i bulanık merkezi göstermektedir. Eğer gözlemlenen bir veri kesin ise, verinin e değeri sıfırdır. Dolayısıyla, belirli bir kesin sayı, bulanık bir sayının özel bir durumu olarak tanımlanmaktadır (Chang ve Ayyub, 2001: 189).

2.3.2. KFG İçin Uyarlanmış Bulanık Doğrusal Regresyon

Bulanık regresyon Tanaka (1982) tarafından olasılık ve bulanık mantık teorisi üzerine kurulmuştur.

Bulanık regresyon uzman görüşü içeren veriler gibi sistem bulanıklığının yüksek olduğu durumlarda regresyona göre çok daha doğru sonuçlar vermektedir (Alptekin ve Karsak, 2011: 2993). Müşteri gereksinimleri gibi belirsizlik içeren KFG için özellikle kalite evindeki ilişkinlerin çözümlenmesinde Bulanık Regresyon uygun bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Perçin ve Min, 2013a: 166).

KFG için uyarlanmış Bulanık Regresyon yöntemi için belirlenen adımlar temel amaç müşteri memnuniyetini artırmak üzere matematiksel olarak aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Kim ve diğerleri, 2000: 507 – 501; Chen ve diğerleri, 2004: 1011 – 1019; Alptekin ve Karsak, 2011: 2993; Perçin ve Min, 2013a: 166 – 167):

$$\begin{aligned}
& \max z (y_1, y_2, \dots, y_m) \\
& = \sum_{i=1}^m w_i (y_i - y_i^{\min}) / (y_i^{\max} - y_i^{\min}) \\
& y_i = f_i (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad i=1, 2, \dots, m \\
& x_j = g_j (x_1, x_2, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j=1, 2, \dots, n \\
& y_i^{\min} \leq y_i \leq y_i^{\max}, \quad i=1, 2, \dots, m
\end{aligned} \tag{2.28}$$

Burada,

$w_i = 0 < w_i \leq 1$ ve $\sum_{i=1}^m w_i$ sağlanacak şekilde i . müşteri gereksinimi için belirlenen

görelilik değeri,

$y_i = i$. müşteri gereksinimi ($i=1, 2, \dots, m$) için müşteri memnuniyet derecesi algısını,

$x_j = j$. teknik gereksinim için hedef değeri,

$f_i = i$. müşteri gereksinimi ile teknik gereksinim arasındaki fonksiyonel ilişkiyi,

$g_j = j$. teknik gereksinim ile diğer teknik gereksinimler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi,

$z = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ için müşteri memnuniyet derecesini,

$y_i^{\min} = i$. müşteri gereksinimi için minimum olası değeri,

$y_i^{\max} = i$. müşteri gereksinimi için maksimum olası değeri göstermektedir.

Kalite evinden elde edilen bilgi f_i ile g_j arasındaki ilişkinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkinin belirsizliği nedeniyle Bulanık Regresyon kullanılmaktadır. Genellikle bulanık regresyon modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$y_i = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_{i1} + \tilde{A}_2 x_{i2} + \dots + \tilde{A}_n x_{in} \tag{2.29}$$

Burada,

$y_i =$ bağımlı değişkenin i . gözlem değeri,

$x_{ij} = i$. gözlem değeri için j . bağımsız değişkeni,

$\tilde{A}_j = \alpha_j$ merkez ve c_j yayılım değerli bulanık parametreyi göstermektedir.

\tilde{A}_j için üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$\mu_{\tilde{A}_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|\alpha_j - a_j|}{c_j}, & \alpha_j - c_j \leq a_j \leq \alpha_j + c_j \\ 0 & , dd \end{cases} \quad (2.30)$$

Buna göre bulanık doğrusal regresyon modeli aşağıdaki şekilde yazılmıştır;

$$y_i = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)x_{i1} + (\alpha_2, c_2)x_{i2} + \dots + (\alpha_n, c_n)x_{in} \quad (2.31)$$

Bulanık regresyon modeli, h hedef değerini karşılayacak, y_i bağımlı değişkenindeki toplam yayılımı minimize edecek \tilde{A}_j bulanık parametresini tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere h değeri 0 ile 1 değeri arasında olan ve karar verici tarafından belirlenen bir hedef değerdir.

Aşağıdaki formülasyon çözümüyle bulanık doğrusal regresyon modelindeki bulanık parametreler tahmin edilebilmektedir;

$$\min Z = \sum_{j=0}^n \left(c_j \sum_{k=1}^u |x_{jk}| \right)$$

s.t.

$$\sum_{j=0}^n \alpha_j x_{jk} + (1-h) \left(\sum_{j=0}^n c_j |x_{jk}| \right) \geq y_k \quad (2.32)$$

$$\sum_{j=0}^n \alpha_j x_{jk} - (1-h) \left(\sum_{j=0}^n c_j |x_{jk}| \right) \leq y_k$$

$$x_{0k} = 1, \quad k = 1, 2, \dots, u$$

$$c_j \geq 0, \quad j = 0, 1, \dots, n$$

Burada,

$x_{jk} = k$. gözlem değeri için j . bağımsız değişken

$y_k = k$. gözlem değeri için bağımlı değişken

(2.32) numaralı formül, h değerini karşılayacak tahminlenen y_i bağımlı değişkenindeki toplam bulanıklığı minimize etmeyi amaçlamaktadır.

2.4. Entropi ve Ağırlıklı Uzaklık Metriği Yöntemi

Entropi kavramı, ilk kez Rudolph Clausius tarafından tanımlanmış olup termodinamiğin ikinci yasası olarak kabul edilmektedir (Zhu vd., 2015: 2732). Fizik, matematik gibi alanlarda yoğunlukla kullanılmış, ilk olarak Shannon (1948) tarafından yayınlanan “A Mathematical Theory of Communication” makalesinde enformasyon teorisine adapte edilmiş olup günümüzde mühendislik ve yönetim gibi bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır (Wu vd., 2011: 5163; Zhang vd., 2011: 444).

Enformasyon teorisinin mantığına göre karar vericilerden elde edilen bilginin miktarı ve kalitesi, karar probleminin çözümünün doğruluğu ve güvenilirliğini etkileyen önemli faktörlerdendir. Entropi yararlı bilginin ölçülmesi yönünden kullanılabilir bir yöntemdir (Wu vd., 2011: 5163). Entropide sistem düzensizlik derecesi ve sistemin faydası hesaplanmaya çalışılmaktadır. Entropi değeri ne kadar düşükse, o kadar düşük sistem düzensizliğinden bahsedilebilmektedir (Li vd., 2011: 2087).

Entropi yönteminin adımları aşağıda gösterilmiştir (Alptekin ve Karsak, 2011: 2994; Li vd., 2011: 2087; Shemsadi vd., 2011: 12162);

ψ matrisinde m alternatif sayısını ($i=1,2,\dots,m$), n kriter sayısını ($j=1,2,\dots,n$) göstermektedir.

$$\psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} & \cdots & \psi_{1n} \\ \psi_{21} & \psi_{22} & \cdots & \psi_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \psi_{m1} & \psi_{m2} & \cdots & \psi_{mn} \end{bmatrix}$$

j . kriterin entropisi (E_j);

$$E_j = -\kappa \sum_i \frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}} \ln \frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}}, \forall_j \quad (2.33)$$

Burada;

$$\kappa = 1/\ln m \quad (2.34)$$

olarak hesaplanan Boltzman sabitidir ve $0 \leq E_j \leq 1$ eşitliği sağlanmaktadır.

Kriterlere göre farklılık derecesi δ_j aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$$\delta_j = 1 - E_j, \forall_j \quad (2.35)$$

δ_j değerine ne kadar büyükse o kadar yüksek önem arz etmektedir.

Her bir kriterin görelî ağırlığı aşağıdaki fomül yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$\lambda_j = \frac{\delta_j}{\sum_j \delta_j}, \forall_j \quad (2.36)$$

Entropi neticesinde kriterlerin ağırlıkları belirlenmektedir. En yüksek değer en önemli kriteri göstermektedir. Fakat alternatiflerin sıralanması için ise ağırlıklı uzaklık metriği kullanılmaktadır ve aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir.

$$d_p^k = \left\{ \sum_j (\max(0, (x_j^* - x_{jk})))^p \right\}^{1/p}, p = 1, 2; k = 1, 2, \dots, s \quad (2.37)$$

$\lambda_j = j$. kriterin ağırlığı

$x_j^* = j$. kriterin hedef değeri

$x_{jk} = k$. alternatif için j . kriterin değeri

$d_p^k = k$. alternatifin uzaklık metriği

Yöntemde en iyi alternatif olarak hedef değerlerden metrik uzaklığı en küçük olan tercih edilmektedir (Alptekin ve Karsak, 2011: 2995).

2.5. Hedef Programlama

Hedef Programlama ve türleri, Charnes ve Cooper (1961) tarafından geliştirilen, sağladığı model esnekliği ve kolaylığı nedeniyle karmaşık çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için en çok tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmiştir (Belton ve Stewart, 2002: 209; Fang ve Li, 2015: 759).

Hedef programlama modeli, doğrusal programlamaya dayandırıldığından model varsayımları ve modelleme notasyonlarında yeniden düzenleme yapılarak elde edilebilmektedir (Schniederjans, 1994: 2).

Hedef programlama, doğrusal programlamanın genişletilmiş halidir. Her ikisi de hedef ve kısıtlar doğrultusunda optimal çözümü elde ederken büyük ölçekli problemlerde hedef programlamanın daha avantajlı olduğu görülmektedir (Kosmidou ve Zopounidis, 2004: 86).

Üç farklı hedef türünden bahsedilebilmektedir (Hillier ve Lieberman, 2001: 332);

- Alt – Tek Yönlü hedef: Hedef için altına düşülmemesi gereken bir alt limit belirlenir. Amaç fonksiyonunun bu limiti negatif yönlü aşması halinde ceza verilir.
- Üst – Tek Yönlü hedef: Hedef için aşılmaması gereken bir üst limit belirlenir. Amaç fonksiyonunun bu limiti pozitif yönlü aşması ceza anlamına gelmektedir.

- Çift yönlü hedef: Hedefe iki yönde kaçırılmak istenmeyen limitler koyulur. Amaç fonksiyonu her iki yönde belirlenen limiti aşmamalıdır.

Doğrusal programlamada tek bir amaç üzerine modelleme yapılmaktadır. Ancak gerçek uygulamalarda çoğunlukla birden çok amaç bulunmaktadır. Örneğin politikacılar ulusal borcu düşürme hedefi koyarken aynı zamanda vergi oranının düşürülmesi gibi birbiriyle zıt hedefler ortaya koyabilmektedirler (Taha, 1997: 349). İşte buna benzer birden fazla amacın olduğu durumlarda hedef programlama, doğrusal programlamaya üstünlük kurmaktadır (Kim ve Emery, 2000: 1391).

Doğrusal programlamadan farklı olarak hedef programlama modeli, amaçları direkt olarak optimize etmek yerine, kısıtları göz önünde bulundurarak her bir amaçtan meydana gelen sapmaları minimize etmektedir (Jones vd., 2010: 16; Yousefi vd., 2015: 604). Başka bir deyişle hedef programlama modelinde uzaklık metriği kullanılarak amaçtan negatif veya pozitif sapmalar minimize edebilmektedir (Jayaraman vd., 2015: 448). Hedef programlamanın özünde amaçların önem sırasına göre sıralanması ve birden çok hedefin tek hedefe dönüştürülmesi bulunmaktadır (Yousefi v., 2015: 604; Taha, 1997: 349).

Hedef Programlama, muhasebe, finans yönetimi, pazarlama, kalite kontrol, insan kaynakları, üretim ve yöneylem araştırması gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır (Jayaraman vd., 2015: 448).

Hedef programlamanın yapısına bakıldığında ise dört tür bileşenden oluştuğu görülmektedir (Tripathy ve Biswal, 2007: 620; Öztürk, 2009: 276);

Karar değişkenleri: Karar vericiler tarafından hesaplanan değişkenlerdir. Ürün miktarı, işçi sayısı, girdi miktarı vb. örnek olarak gösterilebilir.

Sistem kısıtlayıcıları: Probleme özgü geliştirilen ve hiçbir sapmaya izin verilmeyen kısıtlardır.

Hedef kısıtlayıcıları: Karar vericinin ulaşmak istediği hedef değerlerini gösteren kısıtlardır. Bu kısıtlayıcılar sistem kısıtlarına göre daha esneklerdir.

Sapma değişkenleri: Hedeflerin altında veya üstündeki miktarı göstermektedir. Sapma değişkenleri hedef programlamada çoğunlukla d_i^+ ve d_i^- simgeleriyle gösterilmektedir. Değişkenler negatif değer alamaz ve hedefin hem altında hem üstünde değer alınamayacağından birinin değeri mutlaka sıfır olur.

Hedef kısıtlayıcılarına bağlı olarak sapma değişkenleri istenen veya istenmeyen olarak adlandırılmaktadır. Hedef kısıtlayıcısı “ \geq ” yönde ise d_i^+ istenen, d_i^- ise istenmeyen sapma değişkeni, “ \leq ” yönde ise d_i^+ istenmeyen, d_i^- ise istenen sapma değişkenidir. Ancak eşitlik söz konusu ise her iki değişken de istenmeyen sapma değişkenidir.

2.5.1. Hedef Programlama Türleri

Literatürde farklı yazarlar hedef programlamanın değişik türleri üzerinde durmuşlardır. Literatürde en çok kullanılmakta olan hedef programlama türleri aşağıda sıralanmıştır.

2.5.1.1. Tek Hedefli Programlama:

Hedef programlama modelini ifade edebilmek için öncelikle kısıtlayıcı kümesinin oluşturulması gerekmektedir.

Bu programlama türünde tek bir hedef vardır ve karar vericinin isteği bu hedefi karşılamaktır (Öztürk, 2009: 281). Amaç fonksiyonu bu hedeften sapmayı veya sapmaları minimize edecek şekilde oluşturulur.

2.5.1.2. Eşit Ağırlıklı Hedef Programlama:

Bu programlama türünde probleme ilişkin hedefler eşit ağırlıklıdır. İstenmeyen sapma değişkenlerinin toplamı minimize edilmeye çalışılır.

Eşit ağırlıklı hedef programlamaya özgü matematiksel model aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir (Öztürk, 2009: 285).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n (d_i^- + d_i^+) \quad (2.38)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

2.5.1.3. Öncelikli Hedef Programlama:

Öncelikli hedef programlamada hedeflerin arasındaki önceliklerin sıralanması gerekmektedir ve problem bu öncelik sırasına göre çözülmektedir (Rardin, 1998: 394).

Öncelikli hedef programlama için matematiksel model aşağıdaki şekilde oluşturulabilmektedir (Öztürk, 2009: 292).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n P_k (d_i^- + d_i^+) \quad (2.39)$$

s.t.

$$f_1(x) + d_1^+ - d_1^- = t_1$$

.

.

$$f_n(x) + d_n^+ - d_n^- = t_n$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0$$

$$x_i \geq 0$$

$$k = 1, 2, \dots, k$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

P_i : i . hedefin önceliği

d_i^+, d_i^- : sapma değişkenleri

t_n = hedef değeri

$f(x)$ = hedef fonksiyonu

2.5.1.4. Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama:

Ağırlıklandırılmış hedef programlamada amaç fonksiyonunun sapma değişkenlerinin ağırlık ortalaması ve hedeflerin önemleri ilgili sapmaların ağırlıklarıyla ifade edilmektedir. Literatürde öncelikli olmayan hedef programlama olarak da adlandırılmaktadır (Jones ve Tamiz, 2010: 15).

Ağırlıklandırılmış hedef programlama ile ilgili matematiksel model aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Öztürk, 2009: 290).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n w_i (d_i^- + d_i^+) \quad (2.40)$$

s.t.

$$f_1(x) + d_1^+ - d_1^- = t_1$$

.

.

$$f_n(x) + d_n^+ - d_n^- = t_n$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0$$

$$x_i \geq 0$$

$$k = 1, 2, \dots, k$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

w_i : i . hedefin ağırlığı

d_i^+, d_i^- : sapma değişkenleri

t_n = hedef değeri

$f(x)$ = hedef fonksiyonu

2.5.1.5. Ağırlıklı – Öncelikli Hedef Programlama:

Aynı hedefe ilişkin iki veya daha fazla sapma değişkeni, aynı öncelik düzeyinde amaç fonksiyonunda yer alabilmektedir (Rardin, 1998: 396). Bu durumda, sapma değişkenlerinin önceliği (p_i) aynı ise, sapma değişkenlerine ağırlık verilip hangi sapmanın daha önemli olduğu belirlenmektedir.

Amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenmiş olsun;

$$\text{Min } Z = p_1 d_1^- + p_2 (2d_2^- + 3d_3^- + 5d_3^+) \quad (2.41)$$

Bu durumda ikinci ve üçüncü değişkenin sapma değişkenlerinin önceliği (p_2) aynı fakat aralarında önem farklılığı vardır. Ağırlıklar ile gösterilen önem farklılığına göre ikinci öncelikli hedef değişkenlerinin önem sırası d_3^+ , d_3^- ve d_2^- şeklindedir.

2.5.1.6. Tam Sayılı Hedef Programlama:

Bu hedef programlama türünde diğerlerinden farklı olarak karar değişkenleri sadece tam sayı olacak şekilde sınırlandırılmaktadır (Jones ve Tamiz, 2010: 21).

Tam sayılı hedef programlama ile ilgili matematiksel model aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n P_k (w_i^+ d_i^- + w_i^- d_i^+) \quad (2.42)$$

s.t.

$$f_1(x) + d_1^+ - d_1^- = t_1$$

.

.

$$f_n(x) + d_n^+ - d_n^- = t_n$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0$$

$$x_i \geq 0 \text{ ve tam sayı}$$

$$k = 1, 2, \dots, k$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

2.5.1.7. 0-1 Hedef Programlama:

0-1 hedef programlama tam sayılı hedef programlamaya benzemekle birlikte bu türde karar değişkenleri sadece tam sayı olmakla değil aynı zamanda sadece 0 veya 1 değerini almakla da sınırlandırılır (Jones ve Tamiz, 2010: 21).

0-1 hedef programlamanın matematiksel gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Tripathy ve Biswal, 2007: 622).

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n P_k (w_i^+ d_i^- + w_i^- d_i^+) \quad (2.43)$$

s.t.

$$f_1(x) + d_1^+ - d_1^- = t_1$$

.

.

$$f_n(x) + d_n^+ - d_n^- = t_n$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0$$

$$x_i = 0 \text{ veya } 1$$

$$k = 1, 2, \dots, k$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. UYGULAMA: E-HİZMET KALİTESİ ÖLÇÜMÜ: UZAKTAN EĞİTİM HİZMETİ VEREN KAMU ÜNİVERSİTELERİ ÖRNEĞİ

Bu bölümde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim hizmeti veren otuz devlet üniversitesinin e-hizmet kalitesi yönünden değerlendirilmesi sağlanmış olup çalışmanın uygulama kısmına ilişkin aşamalar aktarılmıştır. Bu amaçla öncelikle yapılan araştırmanın kapsamına değinilmiş, araştırmanın veri seti, modeli ve değerlendirme kriterleri ile ilgili bilgiler verilerek uygulama adımları açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Kapsamı

Çalışmanın uygulama kısmında, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim hizmeti veren otuz devlet üniversitesi, e-hizmet kalitesi yönünden Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, Entropi – Uzaklık Metriği ve 0-1 Hedef Programlama yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bunun için Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın her sene yayımladığı Üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksine göre sıralanan elli üniversitenin devlet üniversitesi olan otuz tanesi çalışma kapsamına alınmıştır. Literatürde bu yöntemlere ait uygulamalar araştırılarak, e-hizmet kalitesinin değerlendirilmesindeki uygulanabilirliği araştırılmıştır. Araştırılan konunun ve söz konusu yöntemlerin bir arada kullanıldığı çalışmaya rastlanmadığından literatürdeki bu açığa katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamına alınan üniversiteler Tablo 4'te gösterilmiştir (Tablo alfabetik sıraya göre hazırlanmıştır).

Tablo 4: Araştırma Kapsamına Alınan Üniversiteler

1	Akdeniz Üniversitesi
2	Anadolu Üniversitesi
3	Ankara Üniversitesi
4	Atatürk Üniversitesi
5	Boğaziçi Üniversitesi
6	Çukurova Üniversitesi
7	Dokuz Eylül Üniversitesi
8	Düzce Üniversitesi
9	Ege Üniversitesi
10	Fırat Üniversitesi
11	Gazi Üniversitesi
12	Gaziantep Üniversitesi
13	Gaziosmanpaşa Üniversitesi
14	Hacettepe Üniversitesi
15	İnönü Üniversitesi
16	İstanbul Üniversitesi
17	İstanbul Teknik Üniversitesi
18	İzmir Yüksek Teknoloji
19	K.Sütçü İmam Üniversitesi
20	Karadeniz Teknik Üniversitesi
21	Kocaeli Üniversitesi
22	Marmara Üniversitesi
23	Mersin Üniversitesi
24	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
25	Osmangazi Üniversitesi
26	Sakarya Üniversitesi
27	Selçuk Üniversitesi
28	Süleyman Demirel Üniversitesi
29	Uludağ Üniversitesi
30	Yıldız Teknik Üniversitesi

Çalışmada öncelikle kullanılan kriterlerin puanlanması için Mart –Nisan 2015 tarihleri arasında uzaktan eğitim programında öğretim üyesi olarak görev yapan 15 kişilik uzman gruba EK-1’de gösterilen anketler uygulanmıştır. Uzman gruba yapılan anketler sonucunda Kalite Fonksiyon Göçerimi yönteminde kullanılabilmesi için kriterler azaltılmıştır. Bu amaçla kriterlerin anket yoluyla sağlanan bilgiler ile aldıkları puanlara göre Entropi yöntemi kullanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Nisan 2015 - Kasım 2015 tarihleri arasında söz konusu üniversitelerde öğrenim gören öğrencilere EK-2’de ve görev yapan öğretim üyelerine EK-3’te gösterilen anketler uygulanıp çalışmada kullanılacak verilere ulaşılmıştır.

Sonrasında uzaktan eğitim sisteminde önemli görülen kriterlere göre Kalite Evi hazırlanmıştır. Öğrenci gereksinimleri ve e-öğrenme sisteminin birbiriyle olan ilişkilerini değerlendirmek için Bulanık Regresyon yöntemi kullanılmıştır. Son olarak uzaktan eğitim hizmeti veren üniversitelerden en iyi olan üniversite 0-1 Hedef Programlama yöntemi ile belirlenmiş ve hedef değere olan uzaklığa göre sıralanmıştır.

3.2. Araştırmanın Veri Seti, Modeli ve Aşamaları

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim hizmeti veren otuz devlet üniversitesi araştırma kapsamına alınmıştır. Bu bağlamda kalite evinde kullanılması planlanan öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimlerin belirlenebilmesi için Tablo 4'te gösterilen üniversitelerdeki öğrenci ve öğretim üyelerine anket yaptırılmıştır. Yapılan anketler Microsoft Excel programında düzenlenmiş, aritmetik ortalaması alınarak Kalite Evi oluşturulmuştur. Sonrasında öğrenci gereksinimlerinin ağırlıkları Entropi yöntemiyle belirlenmiş ve Kalite Evine yerleştirilmiştir. KFG'deki öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimler arasındaki bağlantının belirlenmesi için Bulanık Regresyon yönteminden yararlanılmıştır. 0-1 Hedef Programlama yöntemi kullanılarak uzaktan eğitim veren ve e-hizmet kalitesi yönünden en başarılı olan üniversite belirlenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak hedefe en yakın değere göre üniversiteler için başarı sıralaması yapılmıştır. Son olarak Çalışmanın aşamaları Şekil 8'de özetlenmiştir.

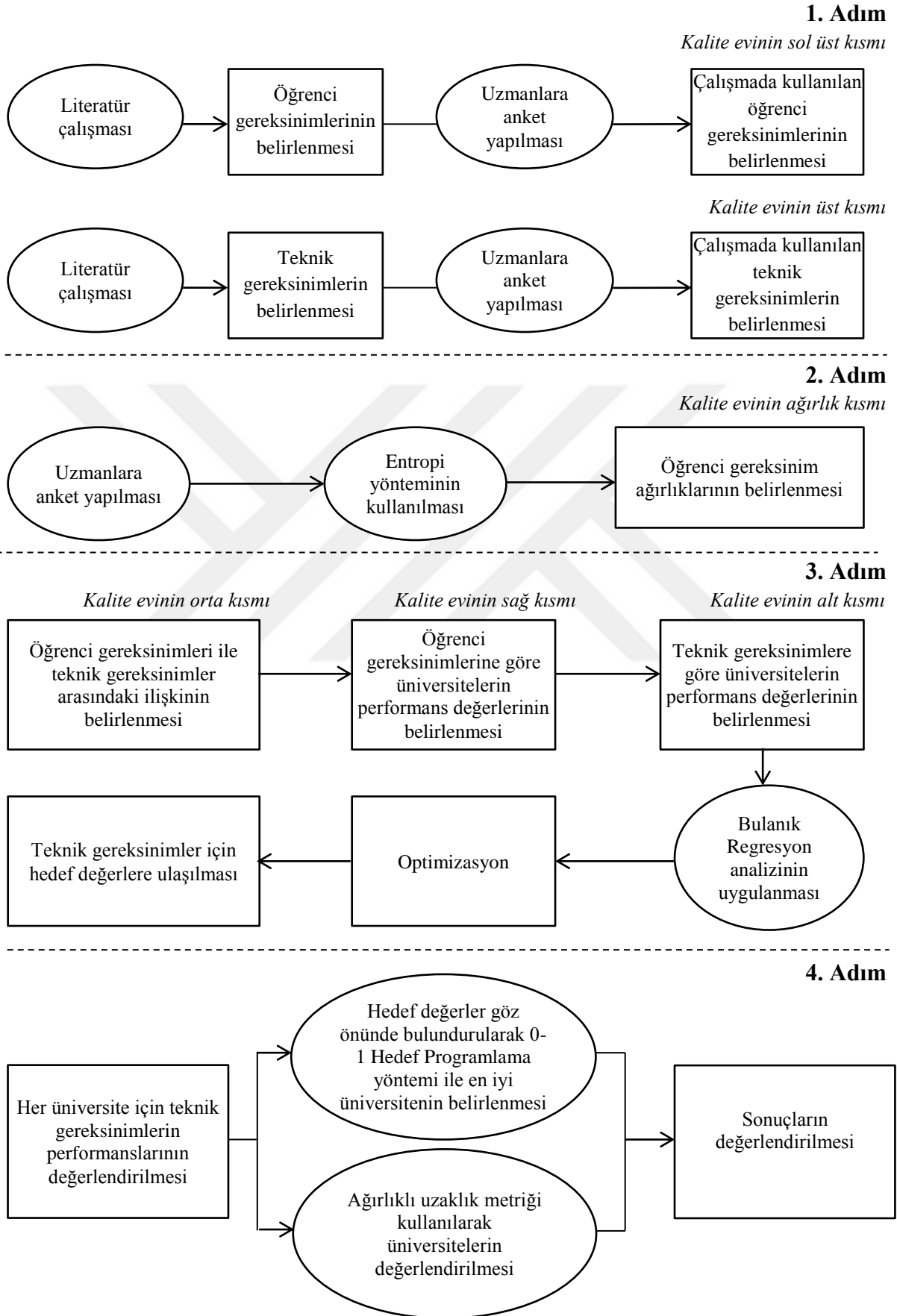
3.2.1. Kalite Evinin Oluşturulması

Uzaktan eğitim e-hizmet kalitesinin değerlendirilebilmesi için öncelikle esas olan öğrenci beklentilerinin karşılanması gerekmektedir. Bu bağlamda literatür araştırması yapılarak önceki çalışmalarda kullanılan kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Ancak kalite evinde çok fazla kriter olması çalışma zorluğu yarattığından öncelikle kriterler anketler yardımıyla azaltılmıştır. Literatüre bakıldığında Kalite evi oluşturulurken yedi kriter üzerinde yoğunlaşmanın daha iyi olduğu kanısına varılmıştır (Petrovi ve Corredoira, 2002: 648; Melemez ve diğerleri, 2013: 792; Mazur, 2015: 27). Bu bağlamda uzman gruba EK-1'deki anket öğrenci gereksinimlerine verilen puanların ortalamaları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Öğrenci Gereksinimlerine Verilen Puanların Ortalamaları

<i>Sıralama</i>	<i>Kriter</i>	<i>Aldığı puan</i>
1	İnternette hızlı ve kolay ulaşım	8.6
2	Teknik sorunların zamanında giderilmesi	8.3
3	Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	8.1
4	Ağ güvenilirliği	7.7
5	Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	7.7
6	E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	7.6
7	Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	7.6
8	Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	7.6
9	E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	7.6
10	E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	7.6
11	Teknik altyapının öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretici etkileşimine açık olması	7
12	Ders bileşenlerinin (e-ders, ödev, sınav) belli ve anlaşılır olması	7
13	Öğretim üyelerinin ders içerikleri geliştirmede yeterli bilgi ve donanıma sahip olması	7
14	Sistemde e-öğrenme bileşenlerinin kolay bulunması	6.9
15	Kullanıcılarla öğrenim tecrübesini paylaşmak	6.9
16	Ders içeriklerinin öğretim üyeleri tarafından güncellenmesi	6.9
17	Kullanıcılarla kolay iletişim sağlamak	6.9
18	Derslerde anlaşılmayan konu olduğunda öğretim üyesinden yardım alınabilmesi	6.8
19	Öğretim programının ödeme alternatifleri (peşin, kredi imkanı vb.) sunması	6.8
20	Öğretim üyeleri ile gerektiğinde e-posta veya telefonla iletişim sağlayabilmek	6.8
21	E-öğrenme sisteminde ihtiyaçları karşılayacak içeriğin sunulması	6.7
22	Sorun bildirme sisteminden sorulara cevap alabilmek	6.7
23	E-öğrenme sistemindeki materyallerin pratikliği	6.6
24	E-öğrenme sistemindeki materyallerin güncellenmesi	6.5
25	Öğrenme geçmişinin kayıt edilebilmesi	6.5
26	Öğrencinin bilgisayar kullanım düzeyi	6.2
27	Öğrenme seyrinin planlanabilmesi	5.9
28	Öğrenme içeriğinin esnekliği	5.8

Şekil 8: E-Öğrenmede Hizmet Kalitesinin Belirlenmesi İçin Oluşturulan Akış Şeması



Çalışmaya dahil edilecek öğrenci ve teknik gereksinimlerin belirlenmesi için uzmanlara kriterler için 1’den 9’a kadar puan vermeleri istenmiştir. Anketteki puanlara ait yargılar Tablo 6’daki gibidir.

Tablo 6: Puanlara Ait Yargılar

Puanlar	Yargılar
1	Önemli Değil
3	Biraz Önemli
5	Oldukça Önemli
7	Çok Önemli
9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

Kalite evinde yedi kritere odaklanılması gerektiğinden daha önce bahsedilmiştir. Ancak 7. kriter ile 10. kriter arasındaki ortalamalar aynı çıktığından çalışmada on kriterin kullanılmasına karar verilmiştir. Kalite evinde yer alacak kriterler belirlendikten sonra daha önce bahsedilen ve çalışma kapsamına alınan 30 üniversitede öğrenim gören öğrencilere Nisan 2015 - Kasım 2015 tarihleri arasında EK-2’de gösterilen anket yöneltilmiştir. Öğrencilerden öğrenim gördükleri üniversitelerine 1’den 5’e kadar puan vermeleri istenmiştir. Puanların ifadeleri Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Öğrenci Anketlerinde Kullanılan İfadeler

Puanlar	İfadeler
1	Çok Kötü
2	Kötü
3	Orta
4	İyi
5	Çok İyi

Öğrencilerden elde edilen cevapların aritmetik ortalaması alınarak kalite evine yerleştirilmiştir.

Benzer şekilde literatür araştırması yapılarak uzaktan eğitim e-hizmet kalitesini etkileyen teknik gereksinim kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen aynı üniversitelerde eğitim veren öğretim üyelerine Nisan 2015 – Kasım 2015 tarihleri arasında EK-3’te gösterilen anket uygulanmıştır. Anket, Tablo 6’da gösterilen ifadelerle dayalı olarak hazırlanmıştır. Anketlere verilen puanların ortalamaları Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Teknik Gereksinimlere Verilen Puanların Ortalamaları

<i>Sıralama</i>	<i>Kriter</i>	<i>Aldığı puan</i>
1	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması	7.9
2	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi	7.8
3	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi	7.7
4	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi	7.6
5	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması	7.5
6	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması	7.2
7	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması	7.2
8	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi	7.2
9	Uygulama performansı için denetim ve gözden geçirme mekanizmasına sahip olunması	6.7
10	Öğrencilere materyaller ve öğrenim programı hakkında destek sağlanması	6.7
11	Öğrencilerin öğrenme süreci ve performansı hakkında kayıt tutulması	6.3
12	Etkili öğrenme sağlanması için, eğitim araçları ve estetiğin ön planda tutulması	5.8

Öğrenci gereksinimlerinde olduğu gibi teknik gereksinim kriterleri için yedi kriterle çalışılması planlanmıştır. Fakat 7. kriter ile 8.kriter aynı puanı aldığı için ilk sekiz kriter çalışmaya dahil edilmiştir. Öğretim üyelerinden elde edilen cevapların aritmetik ortalaması alınarak kalite evine yerleştirilmiştir.

Teknik gereksinimlerin birbirleriyle olan ilişkileri ise kalite evinin çatısında gösterilmiştir. Burada uzman grup görüşlerine dayandırılarak birbiri ile ilişkisi olan kriterlere “X” yazılmıştır.

KFG’ye göre oluşturulan kalite evi Tablo 9’da gösterilmiştir. Kalite evinde öğrenci gereksinimleri satırları, teknik gereksinimler ise sütunları oluşturmaktadır. Öğrenci gereksinim kriterlerinin önem ağırlıkları ise 3.2.2. numaralı bölümde gösterildiği üzere Entropi yöntemiyle belirlenip kalite evinde “Ağırlık” sütununa yazılmıştır.

Tablo 9: Üniversitelerde E-Hizmet Performansının Belirlenmesi İçin Oluşturulan Kalite Evi

	Ağırlıklar	Kalite Evi								Akdeniz Üniversitesi	Anadolu Üniversitesi	Ankara Üniversitesi	Atatürk Üniversitesi	Boğaziçi Üniversitesi
		Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyalleri sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)					
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği (y ₁)	0,1169					X		X		2,556	2,130	3,148	2,315	3,333
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği(y ₂)	0,1494				X	X				1,889	2,685	2,963	1,667	3,056
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi(y ₃)	0,0716	X	X	X			X	X		3,556	2,870	3,519	2,870	3,333
Ağ güvenilirliği(y ₄)	0,0936		X					X		3,778	2,222	3,611	3,426	3,148
İnternette hızlı ve kolay ulaşım(y ₅)	0,0150	X		X		X		X		4,333	3,426	4,167	3,611	3,981
Teknik sorunların zamanında giderilmesi(y ₆)	0,0320	X						X		3,222	1,944	3,704	2,685	3,333
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı(y ₇)	0,0836	X					X	X		3,667	3,519	3,796	3,148	3,426
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, araştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi(y ₈)	0,1492				X	X			X	3,556	2,500	4,074	2,685	3,704
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi(y ₉)	0,0901					X		X		4,444	2,407	4,074	3,704	3,704
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi(y ₁₀)	0,1986	X						X		2,778	3,519	3,981	3,056	3,981
Akdeniz Üniversitesi		4,630	4,259	4,259	4,259	4,630	4,074	4,444	4,630					
Anadolu Üniversitesi		4,074	4,444	4,259	3,889	3,889	4,074	4,630	4,444					
Ankara Üniversitesi		4,630	3,704	3,704	4,259	4,074	4,815	4,074	4,259					
Atatürk Üniversitesi		4,444	3,611	4,167	4,167	4,444	4,444	4,167	4,722					
Boğaziçi Üniversitesi		4,074	3,889	4,074	4,444	3,704	3,704	4,630	4,259					

Tablo 9 (Devamı)

	Ağırlıklar	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)	Çukurova Üniversitesi	Dokuz Eylül Üniversitesi	Düzce Üniversitesi	Ege Üniversitesi	Fırat Üniversitesi				
															X			X
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	0,1169					X		X		2,870	2,857	2,778	2,500	1,111				
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	0,1494				X	X				2,500	2,778	2,222	2,847	1,389				
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	0,0716	X	X	X			X	X		2,778	3,413	3,444	2,639	1,111				
Ağ güvenilirliği	0,0936		X					X		2,870	3,413	2,889	3,403	1,944				
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	0,0150	X		X		X		X		2,593	3,333	2,667	3,681	1,389				
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	0,0320	X						X		1,852	3,016	2,667	2,917	2,778				
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	0,0836	X					X	X		3,056	3,016	2,667	3,125	0,833				
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	0,1492				X	X			X	2,778	2,857	3,222	1,944	1,944				
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	0,0901					X		X		3,519	3,333	3,778	3,750	3,056				
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	0,1986	X						X		3,426	2,937	3,333	2,431	2,500				
Çukurova Üniversitesi		4,630	4,259	4,074	4,630	4,444	4,074	4,815	4,815									
Dokuz Eylül Üniversitesi		4,259	4,815	3,889	4,074	4,259	4,259	4,259	4,444									
Düzce Üniversitesi		4,444	4,259	4,444	4,444	4,074	4,444	5,000	4,630									
Ege Üniversitesi		3,889	4,167	3,611	4,167	4,167	4,444	4,444	4,722									
Fırat Üniversitesi		4,259	4,259	4,259	4,259	4,630	4,259	4,630	4,815									

Tablo 9 (Devamı)

	Ağırlıklar	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyallerin sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)					
										Gazi Üniversitesi	Gaziantep Üniversitesi	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Hacettepe Üniversitesi	İnönü Üniversitesi
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	0,1169					X		X		3,796	3,222	3,333	3,222	3,611
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	0,1494				X	X				3,796	3,444	2,083	3,111	3,426
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	0,0716	X	X	X			X	X		3,981	3,111	2,778	3,667	4,444
Ağ güvenilirliği	0,0936		X					X		4,722	4,000	2,083	3,000	4,074
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	0,0150	X		X		X		X		4,537	3,111	3,611	4,000	4,074
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	0,0320	X						X		4,074	2,667	1,250	3,222	3,796
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	0,0836	X					X	X		4,352	3,222	1,667	3,333	3,796
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	0,1492				X	X			X	4,074	3,556	2,222	3,111	3,056
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	0,0901					X		X		4,167	3,889	3,889	3,556	3,796
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	0,1986	X						X		3,796	3,333	2,778	3,556	3,426
Gazi Üniversitesi		4,259	4,259	4,074	3,889	3,704	4,259	4,630	4,074					
Gaziantep Üniversitesi		4,167	4,167	4,722	4,444	4,167	4,722	4,444	4,722					
Gaziosmanpaşa Üniversitesi		4,444	3,889	4,259	3,704	4,630	4,074	4,444	4,259					
Hacettepe Üniversitesi		4,074	4,630	4,259	4,167	4,630	4,259	4,074	3,704					
İnönü Üniversitesi		4,630	4,259	4,259	4,444	4,444	4,630	5,000	4,074					

Tablo 9 (Devamı)

	Ağırlıklar	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyallerin sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)					
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	0,1169					X		X		1,889	3,778	3,254	3,519	2,556
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	0,1494				X	X				1,556	3,889	3,095	3,519	2,333
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	0,0716	X	X	X			X	X		3,000	4,222	3,730	3,704	2,444
Ağ güvenilirliği	0,0936		X					X		2,778	3,222	3,810	3,148	3,000
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	0,0150	X		X		X		X		3,111	4,333	3,651	3,611	2,889
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	0,0320	X						X		1,778	3,111	3,810	3,333	2,333
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	0,0836	X					X	X		2,222	3,333	3,889	3,426	2,111
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	0,1492				X	X			X	2,000	3,778	3,175	3,426	2,333
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	0,0901					X		X		2,889	3,556	3,810	4,722	2,556
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	0,1986	X						X		2,444	4,556	3,492	3,611	2,444
İstanbul Üniversitesi		3,889	3,889	4,722	3,611	4,722	4,444	4,722	4,722					
İstanbul Teknik Üniversitesi		4,444	4,630	4,444	4,444	4,630	4,630	4,259	4,630					
İzmir Yüksek Teknoloji Ens.		4,306	4,444	4,583	4,444	4,444	4,167	4,444	4,444					
K.Sütçü İmam Üniversitesi		4,074	4,444	4,444	4,815	4,815	4,074	4,630	4,630					
Karadeniz Teknik Üniversitesi		4,167	4,167	3,889	3,889	4,167	4,444	5,000	4,444					

Tablo 9 (Devamı)

	Ağırlıklar	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)	Kocaeli Üniversitesi	Marmara Üniversitesi	Mersin Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Osmangazi Üniversitesi					
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	0,1169					X		X		2,889	2,556	3,000	2,593	3,333					
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	0,1494				X	X				2,778	2,333	3,111	2,685	3,500					
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	0,0716	X	X	X			X	X		3,667	2,222	3,000	3,333	3,944					
Ağ güvenilirliği	0,0936		X					X		4,333	3,667	2,889	3,056	4,056					
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	0,0150	X		X		X		X		4,556	3,556	3,667	3,519	4,222					
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	0,0320	X						X		3,667	2,222	2,333	3,056	2,722					
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	0,0836	X					X	X		4,333	3,222	3,111	3,333	3,556					
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	0,1492				X	X			X	3,000	2,111	2,889	3,519	3,111					
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	0,0901					X		X		3,333	3,222	2,778	3,056	4,167					
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	0,1986	X						X		3,333	2,667	3,556	2,870	4,000					
Kocaeli Üniversitesi		4,722	4,444	4,167	4,722	4,167	3,889	5,000	5,000										
Marmara Üniversitesi		3,056	3,333	4,167	3,056	4,722	4,444	4,722	4,167										
Mersin Üniversitesi		3,472	3,889	4,306	4,167	4,167	4,583	4,306	4,722										
Orta Doğu Teknik Üniversitesi		4,815	3,704	4,074	4,259	4,259	4,444	5,000	4,259										
Osmangazi Üniversitesi		4,630	4,259	4,815	4,630	4,259	4,259	4,630	4,630										

Tablo 9 (Devamı)

	Ağırlıklar	Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması(x1)	Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi(x2)	Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi (x3)	Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması (x4)	Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması (x5)	Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi (x6)	Gerekli teknolojik altyapının sağlanması(x7)	E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi (x8)	Sakarya Üniversitesi	Selçuk Üniversitesi	Süleyman Demirel Üniversitesi	Uludağ Üniversitesi	Yıldız Teknik Üniversitesi
E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	0,1169					X		X		3,384	2,130	4,167	2,889	3,889
E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	0,1494				X	X				3,535	2,315	3,750	1,889	3,889
E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	0,0716	X	X	X			X	X		3,838	3,426	3,889	3,222	3,333
Ağ güvenilirliği	0,0936		X					X		3,485	3,704	3,889	4,000	3,472
İnternette hızlı ve kolay ulaşım	0,0150	X		X		X		X		4,091	3,704	4,444	4,111	3,819
Teknik sorunların zamanında giderilmesi	0,0320	X						X		3,737	2,963	4,028	3,667	2,708
Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	0,0836	X					X	X		3,535	3,519	4,583	3,000	3,194
Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	0,1492				X	X			X	3,333	2,963	4,306	2,333	3,681
Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	0,0901					X		X		4,293	3,148	4,583	3,778	4,306
Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	0,1986	X						X		4,495	1,667	3,611	1,889	3,472
Sakarya Üniversitesi		4,444	4,259	4,444	4,815	4,815	4,259	4,815	4,815					
Selçuk Üniversitesi		4,630	4,444	4,444	4,444	4,444	4,444	5,000	4,259					
Süleyman Demirel Üniversitesi		4,444	4,074	3,889	3,704	3,519	3,889	4,074	3,704					
Uludağ Üniversitesi		4,444	4,167	4,444	3,889	4,167	4,722	5,000	4,444					
Yıldız Teknik Üniversitesi		3,889	3,519	2,778	3,519	4,074	3,889	4,444	3,519					

3.2.2. Entropi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kalite Evi oluşturulduktan sonra Entropi yöntemi kullanılarak öğrenci gereksinimlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanması için onu öğretim üyesi beşi öğrenci olmak üzere on beş uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Öncelikle EK-2’de gösterilen hazırlanan anketler uzman ekibe yöneltilmiştir ve öğrenci gereksinimleri için kriterlere puan vermeleri istenmiştir.

Uzmanlardan belirlenen kriterlere 1’den 9’a kadar puan vermeleri istenmiştir. Anketteki puanlara ait yargılar Tablo 10’deki gibidir.

Tablo 10: Puanlara Ait Yargılar

Puanlar	Yargılar
1	Önemli Değil
3	Biraz Önemli
5	Oldukça Önemli
7	Çok Önemli
9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

Sonrasında bu puanlar kullanılarak Entropi yöntemi adımları uygulanmıştır. İlk adım olan karar matrisi bir başka deyişle uzman grubun öğrenci gereksinimlerine vermiş olduğu puanlar Tablo 11’de gösterilmiştir.

Sonraki adımda Eşitlik (2.33)’e göre Entropi değerlerinin (E_j) hesaplanması gerekmektedir. Bunun için öncelikle formülasyonun $\frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}} \ln \frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}}$ kısmının 1. uzmanın y_j kriterine verdiği puana göre hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$\frac{4}{109} \ln \frac{4}{109} = -0,121$$

Aynı formülle uzmanların diğer kriterler için verdiği puanlara göre hesaplanan değerleri Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 11: Öğrenci Gereksinimlerine Verilen Puanlar

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀
Uzman1	4	7	4	8	8	6	4	3	8	8
Uzman2	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8
Uzman3	8	8	8	9	9	8	7	6	6	6
Uzman4	7	7	7	6	8	8	9	7	9	9
Uzman5	7	8	7	8	7	7	7	7	7	7
Uzman6	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8
Uzman7	6	8	8	9	9	9	8	9	9	9
Uzman8	9	5	9	5	9	9	7	9	5	9
Uzman9	9	5	9	5	9	9	7	9	5	9
Uzman10	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8
Uzman11	8	7	8	8	9	9	9	8	8	8
Uzman12	5	5	8	9	8	9	8	8	8	4
Uzman13	6	5	8	8	8	8	8	7	8	4
Uzman14	7	5	8	7	9	8	8	6	8	4
Uzman15	8	9	8	9	9	9	9	9	9	8
Toplam	109	106	117	117	128	125	117	113	116	107

Tablo 12: Entropi Değerleri

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀
Uzman1	-0,121	-0,179	-0,115	-0,183	-0,173	-0,146	-0,115	-0,096	-0,184	-0,194
Uzman2	-0,192	-0,209	-0,183	-0,197	-0,187	-0,189	-0,197	-0,202	-0,198	-0,194
Uzman3	-0,192	-0,195	-0,183	-0,197	-0,187	-0,176	-0,168	-0,156	-0,153	-0,162
Uzman4	-0,176	-0,179	-0,168	-0,152	-0,173	-0,176	-0,197	-0,172	-0,198	-0,208
Uzman5	-0,176	-0,195	-0,168	-0,183	-0,159	-0,161	-0,168	-0,172	-0,169	-0,178
Uzman6	-0,192	-0,209	-0,183	-0,197	-0,187	-0,189	-0,197	-0,202	-0,198	-0,194
Uzman7	-0,160	-0,195	-0,183	-0,197	-0,187	-0,189	-0,183	-0,202	-0,198	-0,208
Uzman8	-0,206	-0,144	-0,197	-0,135	-0,187	-0,189	-0,168	-0,202	-0,136	-0,208
Uzman9	-0,206	-0,144	-0,197	-0,135	-0,187	-0,189	-0,168	-0,202	-0,136	-0,208
Uzman10	-0,206	-0,209	-0,197	-0,183	-0,173	-0,176	-0,183	-0,172	-0,184	-0,162
Uzman11	-0,192	-0,179	-0,183	-0,183	-0,187	-0,189	-0,197	-0,187	-0,184	-0,194
Uzman12	-0,141	-0,144	-0,183	-0,197	-0,173	-0,189	-0,183	-0,187	-0,184	-0,123
Uzman13	-0,160	-0,144	-0,183	-0,183	-0,173	-0,176	-0,183	-0,172	-0,184	-0,123
Uzman14	-0,176	-0,144	-0,183	-0,168	-0,187	-0,176	-0,183	-0,156	-0,184	-0,123
Uzman15	-0,192	-0,209	-0,183	-0,197	-0,187	-0,189	-0,197	-0,202	-0,198	-0,194
Toplam	-2,687	-2,681	-2,695	-2,691	-2,705	-2,702	-2,693	-2,681	-2,692	-2,672

E_j değerinin hesaplanması için k değerine ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci bölümde anlatıldığı üzere (2.34) numaralı eşitlikle k değeri;

$$\frac{1}{\ln(15)} = 0,369 \text{ olarak hesaplanmıştır. Buradan } E_j \text{ değeri } y_1 \text{ kriteri için;}$$

$E_1 = -0,369 * -2,687 = 0,9923$ olmuştur. Aynı şekilde diğer kriterler için hesaplanan değerler Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo 13: Kriterler İçin Entropi Değerleri (E_j)

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
0,9923	0,9901	0,9953	0,9938	0,9990	0,9979	0,9945	0,9901	0,9940	0,9869

Diğer adımda Farklılık Derecelerinin (δ_j) hesaplanması gerekmektedir. Eşitlik (2.35)’e göre y_1 kriteri için farklılık derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\delta_1 = 1 - 0,9923 = 0,0077$$

Aynı formül yardımıyla hesaplanan diğer kriterlere ait farklılık dereceleri Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14: Farklılık Dereceleri

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	Toplam
0,0077	0,0099	0,0047	0,0062	0,0010	0,0021	0,0055	0,0099	0,0060	0,0131	0,0661

En son aşama olarak kriterlerin görelî ağırlıkları hesaplanmalıdır. Eşitlik (2.36)’ya göre y_1 için görelî ağırlık değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\lambda_1 = \frac{0,0077}{0,0661} = 0,1169$$

Benzer şekilde herbir kriterin görelî ağırlığı λ_j Tablo 15'teki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 15: Kriterlerin Görelî Ağırlıkları

y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}
0,1169	0,1494	0,0716	0,0936	0,0150	0,0320	0,0836	0,1492	0,0901	0,1986

Entropi yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarına bakılacak olursa en önemli kriterin 0,1986 ile y_{10} (Derslerin animasyon, resim, ses görüntü vb. araçlarla desteklenmesi) olarak ölçüldüğü, onu ise 0,1494 ile y_2 (E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği) kriterinin takip ettiği görülmektedir. En az önemli kriter ise 0,0150 ile y_5 (internetten hızlı ve kolay ulaşım) olarak belirlenmiştir.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra Kalite evindeki ilgili bölüme eklenmiştir. Belirlenen ağırlıklar ilerleyen bölümde kullanılacaktır.

3.2.3. Öğrenci Gereksinimleri ile Teknik Gereksinimler Arasındaki İlişkinin Bulanık Regresyon Yöntemi ile Belirlenmesi

E-öğrenme sisteminde öğrenciler ve öğretim üyeleri için önemli olan kriterler belirlendikten sonra bu kriterler arasındaki ilişkinin derecelendirilmesi için Bulanık Regresyon yöntemine başvurulmuştur. Bulanık doğrusal regresyon modelinin uygulanmasında klasik regresyondaki gibi normallik varsayımı, durağanlık testleri vb. gerekmediği gibi verilerin doğrusal olmaları yeterli olmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler doğrusal olduğundan değişkenler analizde doğrudan yer almıştır. Araştırmanın sonraki kısımlarında gerekli olacak e-öğrenme öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimlere ait merkez ve yayılım değerleri Bulanık Regresyon yöntemi ile belirlenmiştir. Analizde 30 üniversiteye ait verinin sadece tek öğrenci gereksinimi kriteri için 60 adet kısıt oluşturulmuştur. Kısıtlar her bir gözlem için merkez ve yayılım değerlerini elde etmek için büyük eşit (\geq) ve küçük eşit (\leq) formunda denklem yazılarak oluşturulmuştur. Bulanık regresyon modelinde bulunan yayılımların minimizasyonunu sağlayan doğrusal programlama amaç denklemi (2.32) eşitliği kullanılarak; $x_{jk} = k$. gözlem değeri için j . bağımsız değişken (k . uzaktan eğitim hizmeti veren üniversite için j . teknik gereksinim puanı) olacak şekilde aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 129,259 c_5 + 137,731 c_7$$

Bulanık doğrusal regresyon modelinde kısıtlar belirlenirken gözlemlerin bulanıklığını ifade eden uygun bir h seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında araştırmacıların genellikle bu seviyeyi 0,5 olarak belirlediği görülmektedir (Tanaka, 1982: 382; Kim ve Moskowitz, 2000: 510).

Örnek olarak, kalite evine bakıldığında y_1 kriterinin x_5 ve x_7 kriterlerinden etkilendiği görülmektedir. $y_k = k$. gözlem değeri için bağımlı değişken (k . uzaktan eğitim hizmeti veren üniversite için öğrencilerin memnuniyet derecesi) olacak şekilde (2.32) numaralı eşitlik, $h = 0.5$ değeri ve 30 üniversite için 60 kısıtı gösteren aşağıdaki model kurulmuştur;

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 2,556 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,944 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 2,130 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 3,148 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,083 c_7 &\geq 2,315 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 2,870 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 2,857 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 2,500 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 1,111 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,611 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 1,889 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 3,778 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,254 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,556 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,889 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 2,556 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,306 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,153 c_7 &\geq 3,000 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,593 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 3,384 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,130 \\
\alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,759 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,889 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 2,556 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,944 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 2,130 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 3,148 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,083 c_7 &\leq 2,315 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 2,870 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 2,857 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,778 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 2,500 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 1,111 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,796 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,222 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 3,222 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,611 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 1,889 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 3,778 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,254 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,519 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,556 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,889 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 2,556 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,306 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,153 c_7 &\leq 3,000
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,593 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 3,384 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,130 \\
\alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,759 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,889 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,889 \\
c_0, c_5, c_7 &\geq 0
\end{aligned}$$

Bütün kriterler için oluşturulan modeller EK 4-12'de gösterilmiştir. y_1 kriteri için kurulan bulanık modelin doğrusal programlama ile çözümü WinQSB programı kullanılarak yapılmış ve çıktısı Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16: y_1 kriteri için WinQSB Program Çıktısı

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c _j)	Allowable Max. (c _j)
1	α_0	8,3261	0	0	0	basic	0	0,4562
2	α_5	-0,9023	0	0	0	at bound	0	M
3	α_7	-0,3834	0	0	0	at bound	0	M
4	c_0	0	30,000	0	2,0813	at bound	27,9187	M
5	c_5	0,5453	129,259	70,4853	0	basic	0	137,7211
6	c_7	0	137,731	0	8,4627	at bound	129,2683	M
Objective Function			(Min)=	70,4853				

Uygulamada kullanılacak değerler merkez ve yayılım değerleri olduğu için çözüm değerlerine (solution value) bakılmalıdır. Program çıktısından da görüldüğü üzere bulanık parametrelere ait merkezi değerler ve yayılım değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$a_0 = 8,3261$$

$$a_5 = -0,9023$$

$$a_7 = -0,3834$$

$$c_5 = 0,5453$$

h değerinin farklı alınması durumunda oluşabilecek değişiklikleri görebilmek için farklı h değerleriyle y_1 kriteri çözülmüş ve Tablo 17'de gösterilmiştir. Bulanık regresyon için; h değeri, üyelik fonksiyonu ve bulanık parametreler arasında ilişki olduğu

tartışılmıştır (Moskowitz ve Kim, 1993). Sonuçlara bakıldığında farklı h değerlerine göre merkez değerlerin hemen hemen aynı olduğu fakat yayılım değerlerinin farklılık gösterdiği görülmüştür. Farklı h değerlerinin merkez değerini etkilememesi öğrenci gereksinimleri hedef değerinde değişiklik yapmayacağını göstermektedir. Eğer bulanık regresyon analizinde bulanık sayılar veya simetrik olmayan bulanık katsayılar kullanılmış olsaydı h değeri seçimi daha büyük önem arz edecektir (Alptekin ve Karsak, 2011: 2996).

Tablo 17: y_1 Kriterinin Çözümü İçin h Değerinin Etkisi

h	α_0	α_5	α_7	c_0	c_5	c_7	Z
0,1	8,3087	-0,9004	-0,3815	0	2,7273	0	352,5284
0,3	8,3232	-0,9020	-0,3831	0	0,9089	0	117,4812
0,5	8,3261	-0,9023	-0,3834	0	0,5453	0	70,4853
0,7	8,3274	-0,9024	-0,3836	0	0,3895	0	50,3456
0,9	8,3281	-0,9025	-0,3836	0	0,3029	0	39,1573

Kalite evinin çatısını oluşturan Teknik Gereksinimlerin Birbiriyle Bağımlılığı kısmının çözümü için aynı adımlar uygulanmıştır. Örnek olarak x_1 kriteri x_2 kriteriyle ilişkili olarak görülmektedir. Benzer şekilde (2.32) numaralı eşitlik;

$x_{jk} = k$. gözlem değeri için j . bağımsız değişken (k . uzaktan eğitim hizmeti veren üniversite için j . teknik gereksinim puanı)

$y_k = k$. gözlem değeri için bağımlı değişken (k . uzaktan eğitim hizmeti veren üniversite için teknik gereksinim puanı)

olacak şekilde, $h = 0,5$ değeri ve 30 üniversite için 60 kısıtı gösteren aşağıdaki model kurulmuştur;

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 124,537 c_2$$

s.t.

$$\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 \geq 4,630$$

$$\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,222 c_2 \geq 4,074$$

$$\alpha_0 + 3,704 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,852 c_2 \geq 4,630$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 3,611 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,806 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,944 c_2 &\geq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,407 c_2 &\geq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,083 c_2 &\geq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,083 c_2 &\geq 4,167 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,944 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,315 c_2 &\geq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,630 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,944 c_2 &\geq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,315 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,222 c_2 &\geq 4,306 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,222 c_2 &\geq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,083 c_2 &\geq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,222 c_2 &\geq 4,722 \\
\alpha_0 + 3,333 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,667 c_2 &\geq 3,056 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,944 c_2 &\geq 3,472 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,852 c_2 &\geq 4,815 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,130 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,222 c_2 &\geq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,037 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 2,083 c_2 &\geq 4,444 \\
\alpha_0 + 3,519 \alpha_2 + 0,500 c_0 + 1,759 c_2 &\geq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,222 c_2 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,852 c_2 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 3,611 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,806 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,944 c_2 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,630
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,815 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,407 c_2 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,083 c_2 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,083 c_2 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,944 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,315 c_2 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,944 c_2 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,315 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,222 c_2 &\leq 4,306 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,222 c_2 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,083 c_2 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,222 c_2 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 3,333 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,667 c_2 &\leq 3,056 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,944 c_2 &\leq 3,472 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,852 c_2 &\leq 4,815 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,130 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,222 c_2 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,037 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 2,083 c_2 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 3,519 \alpha_2 - 0,500 c_0 - 1,759 c_2 &\leq 3,889 \\
c_0, c_2 &\geq 0
\end{aligned}$$

x_1 kriteri için kurulan bulanık modelin doğrusal programlama ile çözümü WinQSB programı kullanılarak yapılmış olup çıktısı Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18: x_1 Kriteri için WinQSB Program Çıktısı

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c _j)	Allowable Max. (c _j)
1	α_0	1,3030	0	0	0	basic	0	1,4619
2	α_2	0,7482	0	0	0	basic	0	11,1300
3	c_0	1,4814	30,000	44,4425	0	basic	0	33,6238
4	c_2	0	124,5370	0	13,4220	at bound	111,1150	M
Objective Function			(Min)=	44,4425				

Bir sonraki adımda merkez ve yayılım ölçüleri kullanılacağı için çözüm değerlerine (solution value) bakılması yeterli olacaktır. Bulanık parametrelere ait merkezi değerler ve yayılım değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\alpha_0 = 1,3030$$

$$\alpha_2 = 0,7482$$

$$c_0 = 1,4814$$

Bütün kriterler için kurulan modeller EK 14-19'da gösterilmiştir. Modellerin çözümü sonucunda elde edilen değerleri gösteren Tablo 19 aşağıda gösterilmiştir.

Öğrenci memnuniyetini artırmaya yönelik öğrenci gereksinimleri verileri ve bulanık regresyon yönteminden elde edilen sonuçlar ve (2.28) numaralı eşitlik yardımıyla kurulan amaç fonksiyonu aşağıdaki gibidir;

$$\max z (y_1, y_2, \dots, y_m) \quad (3.1)$$

$$= \sum_{i=1}^m \frac{w_i (y_i - y_i^{\min})}{(y_i^{\max} - y_i^{\min})} \quad (3.2)$$

$$y_i = f_i (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad i= 1, 2, \dots, m$$

$$x_j = g_j (x_1, x_2, \dots, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_n), \quad j= 1, 2, \dots, n$$

$$y_i^{\min} \leq y_i \leq y_i^{\max}, \quad i= 1, 2, \dots, m$$

Burada;

$y_i = i$. öğrenci gereksinimi için öğrenci algısını

$x_j = j$. teknik gereksinim için hedef değerini

$f_i = i$. öğrenci gereksinimi ve teknik gereksinim arasındaki fonksiyonel ilişkiyi

$g_j = j$. teknik gereksinim ile diğer teknik gereksinimler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi

$y_i^{\max} = i$. öğrenci gereksinimi için maksimum değeri,

$y_i^{\min} = i$. öğrenci gereksinimi için minimum değeri,

$0 \leq w_i \leq 1$ ve $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ olmak üzere w_i , i . öğrenci gereksiniminin önem ağırlığını göstermektedir.

Tablo 19: $h = 0,5$ için Bulanık Regresyon Merkez ve Yayılm Değerleri (α_j, c_j)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
y_1	8,3261				-0,9023 (0,5453)		-0,3834	
y_2	5,4851			0,4898	-1,0750 (0,5204)			
y_3	-3,4286	0,9291	0,3429	-0,4138		0,4095	0,1160	
y_4	1,7511 (0,5477)		0,5044 (0,4000)				0,6597	-0,8242
y_5	5,7856	0,3653		0,4830	-1,1465 (0,5951)		-0,2859	
y_6	4,0255	-0,3725 (0,6304)					0,0631	
y_7	6,5331					-,2186	-0,6500 (0,7600)	
y_8	4,8516 (1,5121)			1,2000	-0,2754			-1,2716
y_9	5,2244 (1,9099)				0,4375		-0,7697	
y_{10}	9,0747	0,2641					-1,4605 (0,5313)	

Tablo 19 (Devamı)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_1	1,3030 (1,4814)	0,7482						
x_2	3,3414 (1,2411)	0,2003						
x_3	-0,2775 (1,6670)					1,0000		
x_5	2,7189 (1,1110)						0,3327	
x_6	4,6148 (1,0772)		-0,0914					
x_7	3,5960 (0,9045)				0,1116 (0,0002)		0,1117	
x_8	2,6836 (1,2954)						0,3337	

$$\text{Max } Z = 0,0234 y_1 + 0,0373 y_2 + 0,0143 y_3 + 0,0234 y_4 + 0,0075 y_5 + 0,0107 y_6 + 0,0167 y_7 + 0,0249 y_8 + 0,0225 y_9 + 0,0397 y_{10} - 0,2205$$

s.t.

$$y_1 + 0,9023 x_5 + 0,3840 x_7 = 8,3261$$

$$y_2 - 0,4898 x_4 + 1,0750 x_5 = 5,4851$$

$$y_3 - 0,9291 x_1 - 0,3429 x_2 + 0,4138 x_3 - 0,4095 x_6 - 0,1160 x_7 = -3,4286$$

$$y_4 - 0,5044 x_2 - 0,6597 x_7 + 0,8242 x_8 = 1,7511$$

$$y_5 - 0,3653 x_1 - 0,4830 x_3 + 1,1465 x_5 + 0,2859 x_7 = 5,7856$$

$$y_6 + 0,3725 x_1 - 0,0631 x_7 = 4,0255$$

$$y_7 + 0,2186 x_6 + 0,6500 x_7 = 6,5331$$

$$y_8 - 1,2000 x_4 + 0,2754 x_5 + 1,2716 x_8 = 4,8516$$

$$y_9 - 0,4375 x_5 + 0,7697 x_7 = 5,2244$$

$$y_{10} - 0,2641 x_1 + 1,4605 x_7 = 9,0747$$

$$x_1 - 0,7482 x_2 = 1,3030$$

$$x_2 - 0,2003 x_1 = 3,3414$$

$$x_3 - x_6 = -0,2775$$

$$x_5 - 0,3327 x_7 = 2,7189$$

$$x_6 + 0,0914 x_3 = 4,6148$$

$$x_7 - 0,1116 x_5 - 0,1117 x_8 = 3,5960$$

$$x_8 - 0,3337 x_7 = 2,6836$$

$$1 \leq x_j \leq 5$$

$$1 \leq y_i \leq 5$$

Örnek olarak y_1 'in katsayısı Entropi yöntemi yardımıyla elde edilen y_1 kriterinin ağırlığının Tablo 9' daki y_1 kriterine verilen maksimum ve minimum değerlerin farkına bölünmesiyle elde edilmiştir.

$$\frac{0,1169}{9 - 4} = 0,0234$$

Kurulan model WinQSB programı yardımıyla çözülmüş olup program çıktısı Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20: Doğrusal Programlama Modeline İlişkin WinQSB Çözümü

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c _j)	Allowable Max. (c _j)
1	y ₁	2,7715	0,0234	0,0649	0	basic	-M	M
2	y ₂	3,3887	0,0373	0,1264	0	basic	-0,0610	M
3	y ₃	2,8035	0,0143	0,0401	0	basic	-M	M
4	y ₄	3,4218	0,0234	0,0801	0	basic	-M	M
5	y ₅	3,1945	0,0075	0,0240	0	basic	-M	M
6	y ₆	2,6454	0,0107	0,0283	0	basic	-M	M
7	y ₇	2,6548	0,0167	0,0443	0	basic	-M	M
8	y ₈	4,3496	0,0249	0,1083	0	basic	-0,0152	M
9	y ₉	3,5823	0,0225	0,0806	0	basic	-M	M
10	y ₁₀	3,6302	0,0397	0,1441	0	basic	-M	M
11	x ₁	4,4734	0	0	0	basic	-M	M
12	x ₂	4,2374	0	0	0	basic	-M	M
13	x ₃	3,9741	0	0	0	basic	-M	M
14	x ₄	5,0000	0	0	0	basic	-0,0481	M

Tablo 20 (Devamı)

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (c _j)	Allowable Max. (c _j)
15	x ₅	4,2283	0	0	0	basic	-M	M
16	x ₆	4,2516	0	0	0	basic	-M	M
17	x ₇	4,5367	0	0	0	basic	-M	M
18	x ₈	4,1975	0	0	0	basic	-M	M
Objective Function			(Max)=	0,7410				

WinQSB programı yardımıyla elde edilen çözümlere bakıldığında Solution value sütunundaki değerler ulaşılmaması gereken hedef değerleri göstermektedir.

(3.1) ve (3.2) numaralı eşitlikler yardımıyla çözülen modele ilişkin sonuçlar Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21: Doğrusal Programlama Çözümü

y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈	y ₉	y ₁₀
2,7715	3,3887	2,8035	3,4218	3,1945	2,6454	2,6548	4,3496	3,5823	3,6302
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈		
4,4734	4,2374	3,9741	5,000	4,2283	4,2516	4,5367	4,1975		

Burada elde edilen sonuçlar kriterler için hedef değerleri göstermektedir ve bir sonraki adımda kullanılacaktır.

3.2.4. Entropi - Ağırlıklı Uzaklık Metriği ile Üniversitelerin Sıralanması

Bu bölümde üniversite öğretim üyelerinin teknik gereksinimlere vermiş oldukları puanlar kullanılarak üniversitelerin başarılarına göre sıralama yapılacaktır. Önceki bölüme benzer şekilde entropi ile çözüm yapılabilmesi için üniversitede görev yapan öğretim üyelerinin teknik gereksinimler için vermiş olduğu puanlar Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22: Teknik Gereksinim Puanları

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Akdeniz Üniversitesi	4,444	4,167	4,444	3,889	4,167	4,722	5	4,444
Anadolu Üniversitesi	4,63	4,259	4,259	4,259	4,63	4,074	4,444	4,63
Ankara Üniversitesi	4,259	4,815	3,889	4,074	4,259	4,259	4,259	4,444
Atatürk Üniversitesi	3,889	4,167	3,611	4,167	4,167	4,444	4,444	4,722
Boğaziçi Üniversitesi	4,167	4,167	3,889	3,889	4,167	4,444	5	4,444
Çukurova Üniversitesi	4,63	4,259	4,074	4,63	4,444	4,074	4,815	4,815
Dokuz Eylül Üniversitesi	4,259	4,259	4,259	4,259	4,63	4,259	4,63	4,815
Düzce Üniversitesi	3,889	3,889	4,722	3,611	4,722	4,444	4,722	4,722
Ege Üniversitesi	4,444	4,259	4,444	4,444	4,074	4,444	5	4,63
Fırat Üniversitesi	3,056	3,333	4,167	3,056	4,722	4,444	4,722	4,167
Gazi Üniversitesi	4,63	4,444	4,444	4,444	4,444	4,444	5	4,259
Gaziantep Üniversitesi	4,259	4,259	4,074	3,889	3,704	4,259	4,63	4,074
Gaziosmanpaşa Üni.	4,444	4,074	3,889	3,704	3,519	3,889	4,074	3,704
Hacettepe Üniversitesi	4,444	4,63	4,444	4,444	4,63	4,63	4,259	4,63
İnönü Üniversitesi	3,472	3,889	4,306	4,167	4,167	4,583	4,306	4,722
İstanbul Teknik Üniversitesi	4,63	4,259	4,815	4,63	4,259	4,259	4,63	4,63
İstanbul Üniversitesi	4,444	3,611	4,167	4,167	4,444	4,444	4,167	4,722
İzmir Yüksek Tek. Ens.	4,815	3,704	4,074	4,259	4,259	4,444	5	4,259
K. Sütçü İmam Üni.	4,074	4,444	4,259	3,889	3,889	4,074	4,63	4,444
Karadeniz Teknik Üniversitesi	4,63	3,704	3,704	4,259	4,074	4,815	4,074	4,259
Kocaeli Üniversitesi	4,074	3,889	4,074	4,444	3,704	3,704	4,63	4,259
Marmara Üniversitesi	4,306	4,444	4,583	4,444	4,444	4,167	4,444	4,444
Mersin Üniversitesi	4,074	4,63	4,259	4,167	4,63	4,259	4,074	3,704
Orta Doğu Teknik Üni.	4,444	3,889	4,259	3,704	4,63	4,074	4,444	4,259
Osmangazi Üniversitesi	4,167	4,167	4,722	4,444	4,167	4,722	4,444	4,722
Sakarya Üniversitesi	4,444	4,259	4,444	4,815	4,815	4,259	4,815	4,815
Selçuk Üniversitesi	4,722	4,444	4,167	4,722	4,167	3,889	5	5
Süleyman Demirel Üni.	3,889	3,519	2,778	3,519	4,074	3,889	4,444	3,519
Uludağ Üniversitesi	4,074	4,444	4,444	4,815	4,815	4,074	4,63	4,63
Yıldız Teknik Üni.	4,63	4,259	4,259	4,444	4,444	4,63	5	4,074
Toplam	128,333	124,537	125,926	125,648	129,259	129,120	137,731	132,963

Sonraki adımda Eşitlik (2.33)'e göre Entropi değerlerinin (E_j) hesaplanması

gerekmektedir. Bunun için öncelikle formülasyonun $\frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}} \ln \frac{\psi_{ij}}{\sum_{i=1}^m \psi_{ij}}$ kısmının Akdeniz

Üniversitesi'nde okuyan öğrencinin x_1 kriterine verdiği puana göre hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$\frac{4,444}{128,333} \ln \frac{4,444}{128,333} = -0,116$$

Benzer şekilde hesaplanan diğer değerler Tablo 23'te gösterilmiştir.

Tablo 23: Entropi Değerleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
Akdeniz Üniversitesi	-0,116	-0,114	-0,118	-0,108	-0,111	-0,121	-0,120	-0,114
Anadolu Üniversitesi	-0,120	-0,115	-0,115	-0,115	-0,119	-0,109	-0,111	-0,117
Ankara Üniversitesi	-0,113	-0,126	-0,107	-0,111	-0,112	-0,113	-0,107	-0,114
Atatürk Üniversitesi	-0,106	-0,114	-0,102	-0,113	-0,111	-0,116	-0,111	-0,119
Boğaziçi Üniversitesi	-0,111	-0,114	-0,107	-0,108	-0,111	-0,116	-0,120	-0,114
Çukurova Üniversitesi	-0,120	-0,115	-0,111	-0,122	-0,116	-0,109	-0,117	-0,120
Dokuz Eylül Üniversitesi	-0,113	-0,115	-0,115	-0,115	-0,119	-0,113	-0,114	-0,120
Düzce Üniversitesi	-0,106	-0,108	-0,123	-0,102	-0,121	-0,116	-0,116	-0,119
Ege Üniversitesi	-0,116	-0,115	-0,118	-0,118	-0,109	-0,116	-0,120	-0,117
Fırat Üniversitesi	-0,089	-0,097	-0,113	-0,090	-0,121	-0,116	-0,116	-0,109
Gazi Üniversitesi	-0,120	-0,119	-0,118	-0,118	-0,116	-0,116	-0,120	-0,110
Gaziantep Üniversitesi	-0,113	-0,115	-0,111	-0,108	-0,102	-0,113	-0,114	-0,107
Gaziosmanpaşa Üni.	-0,116	-0,112	-0,107	-0,104	-0,098	-0,105	-0,104	-0,100
Hacettepe Üniversitesi	-0,116	-0,122	-0,118	-0,118	-0,119	-0,119	-0,107	-0,117
İnönü Üniversitesi	-0,098	-0,108	-0,115	-0,113	-0,111	-0,118	-0,108	-0,119
İstanbul Teknik Üniversitesi	-0,120	-0,115	-0,125	-0,122	-0,112	-0,113	-0,114	-0,117
İstanbul Üniversitesi	-0,116	-0,103	-0,113	-0,113	-0,116	-0,116	-0,106	-0,119
İzmir Yüksek Tek. Ens.	-0,123	-0,105	-0,111	-0,115	-0,112	-0,116	-0,120	-0,110
K. Sütçü İmam Üni.	-0,110	-0,119	-0,115	-0,108	-0,105	-0,109	-0,114	-0,114
Karadeniz Teknik Üniversitesi	-0,120	-0,105	-0,104	-0,115	-0,109	-0,123	-0,104	-0,110
Kocaeli Üniversitesi	-0,110	-0,108	-0,111	-0,118	-0,102	-0,102	-0,114	-0,110
Marmara Üniversitesi	-0,114	-0,119	-0,121	-0,118	-0,116	-0,111	-0,111	-0,114
Mersin Üniversitesi	-0,110	-0,122	-0,115	-0,113	-0,119	-0,113	-0,104	-0,100
Orta Doğu Teknik Üni.	-0,116	-0,108	-0,115	-0,104	-0,119	-0,109	-0,111	-0,110
Osmangazi Üniversitesi	-0,111	-0,114	-0,123	-0,118	-0,111	-0,121	-0,111	-0,119
Sakarya Üniversitesi	-0,116	-0,115	-0,118	-0,125	-0,123	-0,113	-0,117	-0,120
Selçuk Üniversitesi	-0,122	-0,119	-0,113	-0,123	-0,111	-0,105	-0,120	-0,123
Süleyman Demirel Üni.	-0,106	-0,101	-0,084	-0,100	-0,109	-0,105	-0,111	-0,096
Uludağ Üniversitesi	-0,110	-0,119	-0,118	-0,125	-0,123	-0,109	-0,114	-0,117
Yıldız Teknik Üni.	-0,120	-0,115	-0,115	-0,118	-0,116	-0,119	-0,120	-0,107
Toplam	-3,397	-3,398	-3,397	-3,396	-3,398	-3,399	-3,399	-3,398

E_j değerinin hesaplanması için k değerine ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci bölümde anlatıldığı üzere (2.34) numaralı eşitlikle k değeri;

$$\frac{1}{\ln(30)} = 0,294 \text{ olarak hesaplanmıştır. Buradan } E_j \text{ değeri } x_j \text{ kriteri için;}$$

$E_1 = -0,294 * -0,116 = 0,999$ olmuştur. Aynı şekilde diğer kriterler için hesaplanan değerler Tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24: Kriterler İçin Entropi Değerleri (E_j)

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
0,9988	0,9990	0,9987	0,9986	0,9991	0,9994	0,9994	0,9990

Diğer adımda Farklılık Derecelerinin (δ_j) hesaplanması gerekmektedir. Eşitlik (2.35)' e göre y_1 kriteri için farklılık derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\delta_1 = 1 - 0,9988 = 0,0012$$

Aynı formül yardımıyla hesaplanan diğer kriterlere ait farklılık dereceleri Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25: Farklılık Dereceleri

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	Toplam
0,0012	0,0010	0,0013	0,0014	0,0009	0,0006	0,0006	0,0010	0,0079

En son aşama olarak kriterlerin görelî ağırlıkları hesaplanmalıdır. Eşitlik (2.36)'ya göre x_1 için görelî ağırlık değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\lambda_1 = \frac{0,0012}{0,0079} = 0,1483$$

Benzer şekilde herbir kriterin görelî ağırlığı λ_j Tablo 26'daki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 26: Kriterlerin Görelî Ağırlıkları

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
0,1483	0,1260	0,1643	0,1751	0,1107	0,0746	0,0801	0,1209

Sonraki adımda Tablo 21'deki Doğrusal programlama çözümlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Uzaklık metriği ölçümünde kriter ağırlıkları ile hedef değerler arasındaki

uzaklığa bakılmaktadır. (2.37) numaralı formül yardımıyla hedefe en yakından en uzağa doğru üniversiteler sıralanmıştır. Hedefe en yakın olan değer, 0'a en yakın değerdir.

Bu bağlamda öncelikle Tablo 20'deki hedef değerler ile Tablo 22'deki Teknik Gereksinim Puanları arasındaki farkın bulunması gerekmektedir. Uzaklık hesaplaması yapılırken negatif değer olması istenmediği için negatif değerler yerine 0 değeri verilmiştir. Örnek olarak Akdeniz Üniversitesi, x_1 kriteri değeri için fark aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$$4,4734 - 4,4440 = 0,0294$$

Benzer şekilde diğer kriterler için yapılan hesaplamalar aşağıdaki Tablo 27'de gösterilmiştir.

Tablo 27: Hedef Değerden Uzaklıkların Ölçümü

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
Akdeniz Üniversitesi	0,0294	0,0704	0,0000	1,1110	0,0613	0,0000	0,0000	0,0000
Anadolu Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,7410	0,0000	0,1776	0,0927	0,0000
Ankara Üniversitesi	0,2144	0,0000	0,0851	0,9260	0,0000	0,0000	0,2777	0,0000
Atatürk Üniversitesi	0,5844	0,0704	0,3631	0,8330	0,0613	0,0000	0,0927	0,0000
Boğaziçi Üniversitesi	0,3064	0,0704	0,0851	1,1110	0,0613	0,0000	0,0000	0,0000
Çukurova Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,3700	0,0000	0,1776	0,0000	0,0000
Dokuz Eylül Üniversitesi	0,2144	0,0000	0,0000	0,7410	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Düzce Üniversitesi	0,5844	0,3484	0,0000	1,3890	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ege Üniversitesi	0,0294	0,0000	0,0000	0,5560	0,1543	0,0000	0,0000	0,0000
Fırat Üniversitesi	1,4174	0,9044	0,0000	1,9440	0,0000	0,0000	0,0000	0,0305
Gazi Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,5560	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Gaziantep Üniversitesi	0,2144	0,0000	0,0000	1,1110	0,5243	0,0000	0,0000	0,1235
Gaziosmanpaşa Üni.	0,0294	0,1634	0,0851	1,2960	0,7093	0,3626	0,4627	0,4935
Hacettepe Üniversitesi	0,0294	0,0000	0,0000	0,5560	0,0000	0,0000	0,2777	0,0000
İnönü Üniversitesi	1,0014	0,3484	0,0000	0,8330	0,0613	0,0000	0,2307	0,0000
İstanbul Teknik Üni.	0,0000	0,0000	0,0000	0,3700	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
İstanbul Üniversitesi	0,0294	0,6264	0,0000	0,8330	0,0000	0,0000	0,3697	0,0000
İzmir Yüksek Tek. Ens.	0,0000	0,5334	0,0000	0,7410	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K. Sütçü İmam Üni.	0,3994	0,0000	0,0000	1,1110	0,3393	0,1776	0,0000	0,0000
Karadeniz Teknik Üni.	0,0000	0,5334	0,2701	0,7410	0,1543	0,0000	0,4627	0,0000
Kocaeli Üniversitesi	0,3994	0,3484	0,0000	0,5560	0,5243	0,5476	0,0000	0,0000
Marmara Üniversitesi	0,1674	0,0000	0,0000	0,5560	0,0000	0,0846	0,0927	0,0000
Mersin Üniversitesi	0,3994	0,0000	0,0000	0,8330	0,0000	0,0000	0,4627	0,4935

Tablo 27 (Devamı)

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Orta Doğu Teknik Üni.	0,0294	0,3484	0,0000	1,2960	0,0000	0,1776	0,0927	0,0000
Osmangazi Üniversitesi	0,3064	0,0704	0,0000	0,5560	0,0613	0,0000	0,0927	0,0000
Sakarya Üniversitesi	0,0294	0,0000	0,0000	0,1850	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Selçuk Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,2780	0,0613	0,3626	0,0000	0,0000
Süleyman Demirel Üni.	0,5844	0,7184	1,1961	1,4810	0,1543	0,3626	0,0927	0,6785
Uludağ Üniversitesi	0,3994	0,0000	0,0000	0,1850	0,0000	0,1776	0,0000	0,0000
Yıldız Teknik Üni.	0,0000	0,0000	0,0000	0,5560	0,0000	0,0000	0,0000	0,1235

Sonraki adımda (2.37) numaralı formülü Akdeniz Üniversitesi için 1. dereceden yazmak yazmak gerekirse;

$$d_1^{11} = \left\{ \lambda_j \sum_j \left(\max(0, (x_j^* - x_{j1})) \right) \right\}^{1/1}$$

$\lambda_j = j$. kriterin ağırlığı

$x_j^* = j$. kriterin hedef değeri

$x_{11j} = Akdeniz \text{ Üniversitesi için } j$. kriterin değeri

$d_1^{11} = Akdeniz \text{ Üniversitesi için } 1$. dereceden uzaklık metriği

Rakamları formülde yerine koyarak daha açık olarak yazmak gerekirse;

$$0,0294 * 0,1483 + 0,0704 * 0,1260 + 0 * 0,1643 + 0,1110 * 0,1751 + 0,0613 * 0,1107 + 0 * 0,0746 + 0 * 0,0810 + 0 * 0,1209 = 0,214$$

Bütün üniversiteler için aynı formül yardımıyla 1. dereceden hesaplanan uzaklık metriği değerleri Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28: 1. Dereceden Hesaplanan Uzaklık Değerleri

Üniversite	Uzaklık	Sıra	Üniversite	Uzaklık	Sıra
Akdeniz Üniversitesi	0,214	15	İstanbul Teknik Üniversitesi	0,065	2
Anadolu Üniversitesi	0,150	11	İstanbul Üniversitesi	0,259	17
Ankara Üniversitesi	0,230	16	İzmir Yüksek Tek. Ens.	0,197	14
Atatürk Üniversitesi	0,315	25	K. Sütçü İmam Üniversitesi	0,305	24
Boğaziçi Üniversitesi	0,270	18	Karadeniz Teknik Üniversitesi	0,295	19
Çukurova Üniversitesi	0,078	3	Kocaeli Üniversitesi	0,299	22
Dokuz Eylül Üni.	0,162	12	Marmara Üniversitesi	0,136	10
Düzce Üniversitesi	0,374	27	Mersin Üniversitesi	0,302	23
Ege Üniversitesi	0,119	8	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	0,296	20
Fırat Üniversitesi	0,668	29	Osmangazi Üniversitesi	0,166	13
Gazi Üniversitesi	0,097	5	Sakarya Üniversitesi	0,037	1
Gaziantep Üniversitesi	0,299	21	Selçuk Üniversitesi	0,083	4
Gaziosmanpaşa Üni.	0,468	28	Süleyman Demirel Üniversitesi	0,766	30
Hacettepe Üniversitesi	0,124	9	Uludağ Üniversitesi	0,105	6
İnönü Üniversitesi	0,364	26	Yıldız Teknik Üniversitesi	0,112	7

1. dereceden hesaplanan değerlere göre hedefe en yakın değere sahip olanın Sakarya Üniversitesi olduğu görülmektedir. Onu İstanbul Teknik Üniversitesi ve Çukurova Üniversitesi takip etmektedir. En kötü değere sahip olan ise Süleyman Demirel Üniversitesi olarak belirlenmiştir.

Aradaki farkı daha iyi görebilmek için 2. dereceden uzaklık metriği hesaplanabilmektedir. 2. dereceden uzaklık metriğini hesaplamak için Tablo 27'de gösterilen hedef değerden olan uzaklık ölçümlerinin kareleri alınmalıdır. Örnek olarak Ankara Üniversitesi'nin x_3 kriteri için değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$$0,0851 * 0,0851 = 0,0072$$

Aynı şekilde tüm üniversiteler için hazırlanan Tablo 29 aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 29: 2. Dereceden Hedef Değerden Olan Uzaklığın Ölçümü

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
Akdeniz Üniversitesi	0,0009	0,0050	0,0000	1,2343	0,0038	0,0000	0,0000	0,0000
Anadolu Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,5491	0,0000	0,0315	0,0086	0,0000
Ankara Üniversitesi	0,0460	0,0000	0,0072	0,8575	0,0000	0,0000	0,0771	0,0000
Atatürk Üniversitesi	0,3415	0,0050	0,1318	0,6939	0,0038	0,0000	0,0086	0,0000
Boğaziçi Üniversitesi	0,0939	0,0050	0,0072	1,2343	0,0038	0,0000	0,0000	0,0000
Çukurova Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,1369	0,0000	0,0315	0,0000	0,0000
Dokuz Eylül Üniversitesi	0,0460	0,0000	0,0000	0,5491	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Düzce Üniversitesi	0,3415	0,1214	0,0000	1,9293	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ege Üniversitesi	0,0009	0,0000	0,0000	0,3091	0,0238	0,0000	0,0000	0,0000
Fırat Üniversitesi	2,0090	0,8179	0,0000	3,7791	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009
Gazi Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,3091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Gaziantep Üniversitesi	0,0460	0,0000	0,0000	1,2343	0,2749	0,0000	0,0000	0,0153
Gaziosmanpaşa Üni.	0,0009	0,0267	0,0072	1,6796	0,5031	0,1315	0,2141	0,2435
Hacettepe Üniversitesi	0,0009	0,0000	0,0000	0,3091	0,0000	0,0000	0,0771	0,0000
İnönü Üniversitesi	1,0028	0,1214	0,0000	0,6939	0,0038	0,0000	0,0532	0,0000
İstanbul Teknik Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,1369	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
İstanbul Üniversitesi	0,0009	0,3924	0,0000	0,6939	0,0000	0,0000	0,1367	0,0000
İzmir Yüksek Tek. Ens.	0,0000	0,2845	0,0000	0,5491	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
K. Sütçü İmam Üni.	0,1595	0,0000	0,0000	1,2343	0,1151	0,0315	0,0000	0,0000
Karadeniz Teknik Üniversitesi	0,0000	0,2845	0,0730	0,5491	0,0238	0,0000	0,2141	0,0000
Kocaeli Üniversitesi	0,1595	0,1214	0,0000	0,3091	0,2749	0,2999	0,0000	0,0000
Marmara Üniversitesi	0,0280	0,0000	0,0000	0,3091	0,0000	0,0072	0,0086	0,0000
Mersin Üniversitesi	0,1595	0,0000	0,0000	0,6939	0,0000	0,0000	0,2141	0,2435
Orta Doğu Teknik Üni.	0,0009	0,1214	0,0000	1,6796	0,0000	0,0315	0,0086	0,0000
Osmangazi Üniversitesi	0,0939	0,0050	0,0000	0,3091	0,0038	0,0000	0,0086	0,0000
Sakarya Üniversitesi	0,0009	0,0000	0,0000	0,0342	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Selçuk Üniversitesi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0773	0,0038	0,1315	0,0000	0,0000
Süleyman Demirel Üni.	0,3415	0,5161	1,4307	2,1934	0,0238	0,1315	0,0086	0,4604
Uludağ Üniversitesi	0,1595	0,0000	0,0000	0,0342	0,0000	0,0315	0,0000	0,0000
Yıldız Teknik Üni.	0,0000	0,0000	0,0000	0,3091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0153

Benzer şekilde (2.37) numaralı formülü Akdeniz Üniversitesi için 2. dereceden yazmak yazmak gerekirse;

$$d_2^{11} = \left\{ \lambda_j \sum_j \left(\max(0, (x_j^* - x_{j11})) \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$\lambda_j = j.$ kriterin ağırlığı

$x_j^* = j.$ kriterin hedef değeri

x_{11j} = Akdeniz Üniversitesi için j . kriterin değeri

d_2^{11} = Akdeniz Üniversitesi için 2. dereceden uzaklık metriği

$$0,0009 * 0,1483 + 0,0050 * 0,1260 + 0 * 0,1643 + 1,2343 * 0,1751 + 0,0038 * 0,1107 + 0 * 0,0746 + 0 * 0,0801 + 0 * 0,1209 = 0,2172$$

$$\sqrt{0,2172} = 0,466 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Bütün üniversiteler için hesaplanan 2. dereceden uzaklık metrikleri ve sıralamalar Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30: 2. Dereceden Hesaplanan Uzaklık Değerleri

Üniversite	Uzaklık	Sıra	Üniversite	Uzaklık	Sıra
Akdeniz Üniversitesi	0,466	21	İstanbul Teknik Üniversitesi	0,155	3
Anadolu Üniversitesi	0,315	12	İstanbul Üniversitesi	0,427	18
Ankara Üniversitesi	0,405	17	İzmir Yüksek Tek. Ens.	0,363	14
Atatürk Üniversitesi	0,442	20	K. Sütçü İmam Üniversitesi	0,505	23
Boğaziçi Üniversitesi	0,482	22	Karadeniz Teknik Üni.	0,405	16
Çukurova Üniversitesi	0,162	4	Kocaeli Üniversitesi	0,382	15
Dokuz Eylül Üni.	0,321	13	Marmara Üniversitesi	0,244	9
Düzce Üniversitesi	0,635	27	Mersin Üniversitesi	0,438	19
Ege Üniversitesi	0,238	8	Orta Doğu Teknik Üni.	0,559	26
Fırat Üniversitesi	1,031	30	Osmangazi Üniversitesi	0,264	11
Gazi Üniversitesi	0,233	6	Sakarya Üniversitesi	0,078	1
Gaziantep Üniversitesi	0,505	24	Selçuk Üniversitesi	0,154	2
Gaziosmanpaşa Üni.	0,641	28	Süleyman Demirel Üni.	0,896	29
Hacettepe Üniversitesi	0,246	10	Uludağ Üniversitesi	0,179	5
İnönü Üniversitesi	0,539	25	Yıldız Teknik Üniversitesi	0,237	7

Sıralamaya göre en iyi değere sahip olan Sakarya Üniversitesi olmuştur. Onu Selçuk Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi takip etmektedir. En kötü değere sahip olan ise Fırat Üniversitesi olarak belirlenmiştir.

3.2.5. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi ile En İyi Üniversitenin Seçilmesi

Öğrenci gereksinimlerini en iyileyen değerler Tablo 20’de gösterilmiştir. Bir başka deyişle bu değerler ulaşılması gereken hedef değerleri göstermektedir. Hedef değerlere ulaşıldıktan sonra 0-1 Hedef Programlama yardımıyla e-hizmet kalitesi bakımından en iyi olan üniversite bulunmuştur. Hedef programlamada amaç fonksiyonunda;

λ_j üniversite alternatifleri,
 w_j entropi ile belirlenen ağırlıklar ve
 d_i^- negatif sapmayı gösterirken,
amaç fonksiyonu, hedef kısıtların negatif sapmalarını minimize edecek şekilde yazılmaktadır.

(2.42) numaralı eşitlik yardımıyla amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılmıştır;

$$\text{Min } 0,1483 d_1^- + 0,1260 d_2^- + 0,1643 d_3^- + 0,1751 d_4^- + 0,1107 d_5^- + 0,0746 d_6^- + 0,0801 d_7^- + 0,1209 d_8^-$$

Amaç fonksiyonu yazıldıktan sonra hedef kısıtlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için Tablo 22’deki Teknik Gereksinim Puanları kullanılarak Tablo 21’de bulunan hedef değişkenlerine eşitlenerek aşağıdaki şekilde hedef kısıtları yazılmıştır.

$$4,630 \lambda_1 + 4,074 \lambda_2 + 4,630 \lambda_3 + 4,444 \lambda_4 + 4,074 \lambda_5 + 4,630 \lambda_6 + 4,259 \lambda_7 + 4,444 \lambda_8 + 3,889 \lambda_9 + 4,259 \lambda_{10} + 4,259 \lambda_{11} + 4,167 \lambda_{12} + 4,444 \lambda_{13} + 4,074 \lambda_{14} + 4,630 \lambda_{15} + 3,889 \lambda_{16} + 4,444 \lambda_{17} + 4,306 \lambda_{18} + 4,074 \lambda_{19} + 4,167 \lambda_{20} + 4,722 \lambda_{21} + 3,056 \lambda_{22} + 3,472 \lambda_{23} + 4,815 \lambda_{24} + 4,630 \lambda_{25} + 4,444 \lambda_{26} + 4,630 \lambda_{27} + 4,444 \lambda_{28} + 4,444 \lambda_{29} + 3,889 \lambda_{30} - d_1^+ + d_1^- = 4,4734$$

$$4,259 \lambda_1 + 4,444 \lambda_2 + 3,704 \lambda_3 + 3,611 \lambda_4 + 3,889 \lambda_5 + 4,259 \lambda_6 + 4,815 \lambda_7 + 4,259 \lambda_8 + 4,167 \lambda_9 + 4,259 \lambda_{10} + 4,259 \lambda_{11} + 4,167 \lambda_{12} + 3,889 \lambda_{13} + 4,630 \lambda_{14} + 4,259 \lambda_{15} + 3,889 \lambda_{16} + 4,630 \lambda_{17} + 4,444 \lambda_{18} + 4,444 \lambda_{19} + 4,167 \lambda_{20} + 4,444 \lambda_{21} + 3,333 \lambda_{22} + 3,889 \lambda_{23} + 3,704 \lambda_{24} + 4,259 \lambda_{25} + 4,259 \lambda_{26} + 4,444 \lambda_{27} + 4,074 \lambda_{28} + 4,167 \lambda_{29} + 3,519 \lambda_{30} - d_2^+ + d_2^- = 4,2374$$

$$4,259 \lambda_1 + 4,259 \lambda_2 + 3,704 \lambda_3 + 4,167 \lambda_4 + 4,074 \lambda_5 + 4,074 \lambda_6 + 3,889 \lambda_7 + 4,444 \lambda_8 + 3,611 \lambda_9 + 4,259 \lambda_{10} + 4,074 \lambda_{11} + 4,722 \lambda_{12} + 4,259 \lambda_{13} + 4,259 \lambda_{14} + 4,259 \lambda_{15} + 4,722 \lambda_{16} + 4,444 \lambda_{17} + 4,583 \lambda_{18} + 4,444 \lambda_{19} + 3,889 \lambda_{20} + 4,167 \lambda_{21} + 4,167 \lambda_{22} + 4,306 \lambda_{23} + 4,074 \lambda_{24} + 4,815 \lambda_{25} + 4,444 \lambda_{26} + 4,444 \lambda_{27} + 3,889 \lambda_{28} + 4,444 \lambda_{29} + 2,778 \lambda_{30} - d_3^+ + d_3^- = 3,9741$$

$$4,259 \lambda_1 + 3,889 \lambda_2 + 4,259 \lambda_3 + 4,167 \lambda_4 + 4,444 \lambda_5 + 4,630 \lambda_6 + 4,074 \lambda_7 + 4,444 \lambda_8 + 4,167 \lambda_9 + 4,259 \lambda_{10} + 3,889 \lambda_{11} + 4,444 \lambda_{12} + 3,704 \lambda_{13} + 4,167 \lambda_{14} + 4,444 \lambda_{15} + 3,611 \lambda_{16} + 4,444 \lambda_{17} + 4,444 \lambda_{18} + 4,815 \lambda_{19} + 3,889 \lambda_{20} + 4,722 \lambda_{21} + 3,056 \lambda_{22} + 4,167 \lambda_{23} + 4,259 \lambda_{24} + 4,630 \lambda_{25} + 4,815 \lambda_{26} + 4,444 \lambda_{27} + 3,704 \lambda_{28} + 3,889 \lambda_{29} + 3,519 \lambda_{30} - d_4^+ + d_4^- = 5$$

$$4,630 \lambda_1 + 3,889 \lambda_2 + 4,074 \lambda_3 + 4,444 \lambda_4 + 3,704 \lambda_5 + 4,444 \lambda_6 + 4,259 \lambda_7 + 4,074 \lambda_8 + 4,167 \lambda_9 + 4,630 \lambda_{10} + 3,704 \lambda_{11} + 4,167 + 4,630 \lambda_{13} + 4,630 \lambda_{14} + 4,444 \lambda_{15} + 4,722 \lambda_{16} + 4,630 \lambda_{17} + 4,444 \lambda_{18} + 4,815 \lambda_{19} + 4,167 \lambda_{20} + 4,167 \lambda_{21} + 4,722 \lambda_{22} + 4,167 \lambda_{23} + 4,259 \lambda_{24} + 4,259 \lambda_{25} + 4,815 \lambda_{26} + 4,444 \lambda_{27} + 3,519 \lambda_{28} + 4,167 \lambda_{29} + 4,074 \lambda_{30} - d_5^+ + d_5^- = 4,2283$$

$$4,074 \lambda_1 + 4,074 \lambda_2 + 4,815 \lambda_3 + 4,444 \lambda_4 + 3,704 \lambda_5 + 4,074 \lambda_6 + 4,259 \lambda_7 + 4,444 \lambda_8 + 4,444 \lambda_9 + 4,259 \lambda_{10} + 4,259 \lambda_{11} + 4,722 \lambda_{12} + 4,074 \lambda_{13} + 4,259 \lambda_{14} + 4,630 \lambda_{15} + 4,444 \lambda_{16} + 4,630 \lambda_{17} + 4,167 \lambda_{18} + 4,074 \lambda_{19} + 4,444 \lambda_{20} + 3,889 \lambda_{21} + 4,444 \lambda_{22} + 4,583 \lambda_{23} + 4,444 \lambda_{24} + 4,259 \lambda_{25} + 4,259 \lambda_{26} + 4,444 \lambda_{27} + 3,889 \lambda_{28} + 4,722 \lambda_{29} + 3,889 \lambda_{30} - d_6^+ + d_6^- = 4,2516$$

$$4,444 \lambda_1 + 4,630 \lambda_2 + 4,074 \lambda_3 + 4,167 \lambda_4 + 4,630 \lambda_5 + 4,815 \lambda_6 + 4,259 \lambda_7 + 5,000 \lambda_8 + 4,444 \lambda_9 + 4,630 \lambda_{10} + 4,630 \lambda_{11} + 4,444 \lambda_{12} + 4,444 \lambda_{13} + 4,074 \lambda_{14} + 5,000 \lambda_{15} + 4,722 \lambda_{16} + 4,259 \lambda_{17} + 4,444 \lambda_{18} + 4,630 \lambda_{19} + 5,000 \lambda_{20} + 5,000 \lambda_{21} + 4,722 \lambda_{22} + 4,306 \lambda_{23} + 5,000 \lambda_{24} + 4,630 \lambda_{25} + 4,815 \lambda_{26} + 5,000 \lambda_{27} + 4,074 \lambda_{28} + 5,000 \lambda_{29} + 4,444 \lambda_{30} - d_7^+ + d_7^- = 4,5367$$

$$4,630 \lambda_1 + 4,444 \lambda_2 + 4,259 \lambda_3 + 4,722 \lambda_4 + 4,259 \lambda_5 + 4,815 \lambda_6 + 4,444 \lambda_7 + 4,630 \lambda_8 + 4,722 \lambda_9 + 4,815 \lambda_{10} + 4,074 \lambda_{11} + 4,722 \lambda_{12} + 4,259 \lambda_{13} + 3,704 \lambda_{14} + 4,074 \lambda_{15} + 4,722 \lambda_{16} + 4,630 \lambda_{17} + 4,444 \lambda_{18} + 4,630 \lambda_{19} + 4,444 \lambda_{20} + 5,000 \lambda_{21} + 4,167 \lambda_{22} + 4,722$$

$$\lambda_{23} + 4,259 \lambda_{24} + 4,630 \lambda_{25} + 4,815 \lambda_{26} + 4,259 \lambda_{27} + 3,704 \lambda_{28} + 4,444 \lambda_{29} + 3,519 \lambda_{30} - d_8^+ + d_8^- = 4,1975$$

$$\sum_{i=1}^{30} \lambda_i = 1 \quad \lambda_i = \{0,1\}, i = 1,2,\dots,30$$

Çalışmada karar vericiler tarafından belirlenen hedeflerden olan toplam sapma en küçüklemeye çalışıldığından Hedef Programlama (HP) modeli oluşturulurken ağırlıklandırılmış 0-1 HP modeli kullanılması tercih edilmiştir. Dolayısıyla modelde belirtilen tüm hedeflerden olan toplam ağırlıklandırılmış sapmayı en küçükleyen bir amaç fonksiyonu oluşturularak tüm hedefleri eş zamanlı olarak göz önünde bulundurmak istenmiştir.

Önerilen ağırlıklandırılmış 0-1 HP modeli var olan kısıtları karşılarken en iyi üniversite alternatifini seçebilmek için WinQSB yazılımı yardımıyla çözülmüştür ve Program çıktısı Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 31: Hedef Programlama için WinQSB Program Çıktısı

	Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost
1	G1	Akdeniz Üniversitesi	0	0	0	0,11
2	G1	Anadolu Üniversitesi	0	0	0	0,04
3	G1	Ankara Üniversitesi	0	0	0	0,11
4	G1	Atatürk Üniversitesi	0	0	0	0,15
5	G1	Boğaziçi Üniversitesi	0	0	0	0,15
6	G1	Çukurova Üniversitesi	0	0	0	0
7	G1	Dokuz Eylül Üniversitesi	0	0	0	0,09
8	G1	Düzce Üniversitesi	0	0	0	0,22
9	G1	Ege Üniversitesi	0	0	0	0,04
10	G1	Fırat Üniversitesi	0	0	0	0,4
11	G1	Gazi Üniversitesi	0	0	0	0,02
12	G1	Gaziantep Üniversitesi	0	0	0	0,14
13	G1	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	0	0	0	0,13
14	G1	Hacettepe Üniversitesi	0	0	0	0,04
15	G1	İnönü Üniversitesi	0	0	0	0,21
16	G1	İstanbul Üniversitesi	0	0	0	0,08

Tablo 31 (Devamı)

Goal Level	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (c _j)	Total Contribution	Reduced Cost	
17	G1	İstanbul Teknik Üniversitesi	0	0	0	0
18	G1	İzmir Yüksek Teknoloji	0	0	0	0,02
19	G1	K.Sütçü İmam Üniversitesi	0	0	0	0,16
20	G1	Karadeniz Teknik Üniversitesi	0	0	0	0,04
21	G1	Kocaeli Üniversitesi	0	0	0	0,09
22	G1	Marmara Üniversitesi	0	0	0	0,06
23	G1	Mersin Üniversitesi	0	0	0	0,13
24	G1	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	0	0	0	0,13
25	G1	Osmangazi Üniversitesi	0	0	0	0,08
26	G1	Sakarya Üniversitesi	1,00	0	0	0
27	G1	Selçuk Üniversitesi	0	0	0	0,03
28	G1	Süleyman Demirel Üniversitesi	0	0	0	0,23
29	G1	Uludağ Üniversitesi	0	0	0	0,05
30	G1	Yıldız Teknik Üniversitesi	0	0	0	0,02
G1	Goal Value		(Min)= 0,03			

0-1 Hedef Programlamada çözüm değerleri sadece 0 veya 1 değerini almaktadır. Tablo 31'deki çözüm değerlerine bakıldığında diğer üniversitelerden farklı olarak 1,00 değerini alan Sakarya Üniversitesi olarak belirlenmiştir.

Öne sürülen 0-1 HP modelinin WINQSB programı kullanılarak çözülmesiyle elde edilen sonuçlara göre en iyi alternatif Entropi-Ağırlıklı Uzaklık Metriği yönteminde bulunduğu gibi Sakarya Üniversitesi olarak belirlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Teknoloji ve eğitim alanında yaşanan gelişmelerle yeni bir anlayış olarak karşımıza çıkan e-öğrenme, son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok tercih edilmektedir. E-öğrenmenin zaman ve mekandan bağımsız eğitime olanak sağlayan, yaşam boyu öğrenme kavramını destekleyen yapısı, öğrenci merkezli eğitim anlayışı, yeni nesil eğitim ortamlarının hızlı gelişimini desteklemektedir.

E-öğrenme programları sadece okullarda ders amaçlı olmamakla beraber iş dünyasında, ticaretle, sağlık sektöründe uzaktaki kişileri eğitebilmek için de kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle lisans ve lisansüstü seviyesindeki eğitim programlarında birçok dersin e-öğrenme sistemlerine dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Bu kuruluşların sayısı hızla artmakta, zaman ve mekan kısıtı olan kişilerin hizmetine sunulmaktadır. Bu sistemin hızlı yükselişi, bu alanda yatırımların artırılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla yatırımın artırıldığı bu sektörde diğer hizmet sektörlerinde olduğu gibi önemli olan müşterinin yani öğrencinin memnuniyetidir. Çünkü sistemi kullanan kurum sayısı gün geçtikçe artmaktadır ve bu sistemin müşterisi olan öğrenci memnun edilmezse başka kurumu tercih edebilecektir.

E-öğrenme hayatımızda daha fazla yer almaya başlarken etkinliğini artırma çalışmaları devam etmektedir. E-öğrenme sistemlerinin etkinliğinin artırılabilmesi için e-öğrenme sisteminin asıl kullanıcıları olan öğrencilerin sistemden memnun kalmaları gerekmektedir. Memnuniyetin yanı sıra e-öğrenme sisteminin en önemli faktörlerinden diğeri ise sistemin teknik gereksinimleridir. Bu bağlamda literatür çalışması yapıp e-öğrenme sistemini kullanan öğrencilerin memnuniyet kriterleri ve sistemin teknik gereksinimleri belirlenmiştir.

Çalışmada ülkemizde uzaktan eğitim faaliyeti gösteren otuz devlet üniversitesinin e-hizmet kalitesi yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üç bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde; hizmet, kalite, hizmet kalitesi, e-hizmet kalitesi, e-

öğrenme ve gereksinimlerinden bahsedilmiş ve literatür çalışmasına yer verilmiştir. İkinci bölümde ise çalışmada kullanılan yöntemler aşamalarıyla beraber açıklanmıştır. Üçüncü bölüm ise çalışmanın uygulama kısmını oluşturmaktadır. Bu kapsamda, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Üniversitelerarası Yenilikçilik ve Girişimcilik Endeksi sıralamasına giren ve uzaktan eğitim hizmeti veren otuz devlet üniversitesi e-hizmet kalitesi bakımından değerlendirilmiştir. Çalışmada Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, Entropi – Uzaklık Metriği ve 0-1 Hedef Programlama yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için öncelikle literatür araştırması yapıp kalite evinde kullanılması gereken kriterler belirlenmiştir. Çok fazla sayıda kriter olduğundan yöntemin kullanılabilmesi için kriterlerle ilgili hazırlanan anket formu öncelikle uzaktan eğitim konusunda deneyimli 30 kişilik uzman ekibe sunulmuştur. Anketten elde edilen sonuçlar doğrultusunda kriterler azaltılmıştır. Son duruma göre e-öğrenme öğrenci gereksinimleri ve teknik gereksinimler kalite evine yerleştirilmiştir. Anketlerden elde edilen verilere göre Entropi yöntemi ile öğrenci gereksinimlerinin ağırlıkları belirlenip aynı şekilde kalite evine yerleştirilmiştir.

Ağırlık değerlerine bakıldığında en önemli kriterin derslerin animasyon, resim, ses, görüntü gibi araçlarla desteklenmesi olduğu onu ise e-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği ve kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi olarak belirlenmiştir. Ağırlık değerleri belirlendikten sonra kriterler arasındaki ilişkinin kurulması gerekmektedir.

Kriterler arasındaki ilişkinin kurulabilmesi için Bulanık Regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bulanık regresyon yönteminin nasıl kullanıldığı birer kriter için örnek açıklanarak uygulama kısmında verilmiştir. Modeller doğrultusunda WinQSB programı yardımıyla çözüme ulaşılmıştır. Bulanık regresyon sonucunda ulaşılan veriler sistemde olması gereken hedef değerleri göstermektedir. Bu nedenle en iyi üniversitenin belirlenmesi için 0-1 Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem aracılığıyla e-öğrenme sistemi performans açısından en iyi olan üniversitenin Sakarya Üniversitesi olduğu sonucuna varılmıştır.

En iyi üniversiteye ulaşıldıktan sonra ise diğer üniversitelerin durumlarının incelenmesi için Entropi – Uzaklık Metriği yöntemi kullanılmış ve hedef değerden uzaklıklara göre üniversiteler performansları açısından sıralanmıştır. Bu yöntemle göre de en iyi üniversite olarak Sakarya Üniversitesi belirlenmiş ikinci en iyi üniversite olarak Selçuk Üniversitesi belirlenmiştir. Performans açısından sıralamanın sonunda ise Fırat Üniversitesi ile Süleyman Demirel Üniversitesi yer almıştır. Her iki yöntemin birbirini desteklediği görülmektedir.

Çalışmanın uygulama alanı ve kullanılan yöntemler açısından literatüre katkıda bulunması amaçlanmıştır. Kalite Fonksiyon Göçerimi, Bulanık Regresyon, Entropi – Uzaklık Metriği ve 0-1 Hedef Programlama yöntemlerinin beraber kullanılarak literatürdeki benzer çalışmalardan farklı olması amaçlanmıştır. Çalışmada hem en iyi üniversite 0-1 Hedef Programlama yöntemi ile belirlenmiş olup hem de Entropi – Uzaklık Metriği yöntemi ile üniversitelerin performansları açısından sıralanması sağlanmıştır. Aynı zamanda çalışmanın bir başka katkısı da uygulama alanı olarak ülkemizde uzaktan eğitim sektöründe faaliyet gösteren üniversitelerin alınmış olmasıdır.

Değerlendirmeye konu olan üniversiteler hem öğrencileri hem de öğretim üyeleri tarafından performans açısından değerlendirildiği için gün geçtikçe daha da önemi artan e-öğrenme sistemlerinin geliştirilip iyileştirilmesi için çalışmanın yol gösterici nitelikte olması hedeflenmiştir.

Türkçe literatüre bakıldığında sadece bir çalışmada tek bir üniversitenin e-öğrenme sisteminin istatistiksel yöntemler aracılığıyla değerlendirildiği görülmüştür. Yabancı literatürde ise e-öğrenme sistemleri performans açısından yine istatistiksel yöntemlerle ölçülmüştür. Bu çalışmaya en yakın çalışmada ise ülkemizde faaliyet gösteren altı özel üniversite e-hizmet kalitesi açısından Kalite Fonksiyon Göçerimi ile değerlendirilmiştir. Türkiye ve yurtdışında söz konusu alanda belirtilen yöntemlerin bir arada kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmada yer alan veri seti ve yöntemler açısından bazı kısıtlarla karşılaşmıştır. Öncelikle literatürdeki tüm çalışmalar incelendiğinden çok fazla sayıda kritere ulaşılmıştır. Objektif olunabilmesi için tüm ulaşılan kriterleri içeren anket formu düzenlenip 30 kişilik

uzman gruba yaptırılmıştır. Kullanılan yöntemde çok fazla sayıda kriterle çalışılmadığı için kriterler anket sonuçlarına göre azaltılmıştır. Uzman grup değişikliğine gidildiğinde kriter ağırlıklarında değişiklik oluşabilecektir. Sonrasında uygulanan anketlere bakıldığında ise öğrenci gereksinim kriterleri için 423 öğrenciye, teknik gereksinim kriterleri için 152 öğretim üyesine ulaşılabilmektedir. Ulaşılan kişiler değiştiği takdirde sonuçlarda farklılık oluşabilecektir.

Bu çalışmada söz konusu yöntemlerin kullanılmasının uygun olduğu görülmüştür. İleride yapılacak çalışmalarda kullanılan yöntemler açısından farklılıklar yaratarak alternatif uygulamalar yapılabilecektir. Aynı şekilde bu çalışmada kullanılan yöntemler farklı alanlara ya da sektörlerle uygulanarak etkin bir karar verme süreci izlenmesi sağlanabilecektir. Bu çalışmada daha önce belirtildiği üzere 30 devlet üniversitesi araştırma kapsamına alınmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda uzaktan eğitim faaliyeti gösteren bütün devlet üniversiteleri veya özel üniversitelere ulaşılarak daha kapsamlı bir çalışma hazırlanabilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akao, Yoji ve Mazur, Glenn H. (2003), “The Leading Edge in QFD: Past, Present and Future”, **International Journal of Quality & Reliability Management**, 20 (1), 20 – 35.
- Al-Mushasha, N. B. ve Nassuora, A. B. (2012), “Factors Determining E-Learning Service Quality in Jordanian Higher Education Environment”, **Journal of Applied Sciences**, 12 (14), 1474 – 1480.
- Alba-Elias, F ve diğ erleri (2014), “A New Device For Dosing Additives In The Food Industry Using Quality Function Deployment”, **Journal of Food Process Engineering**, 37, 387 – 395.
- Alexander, Shirley (2001), “E-Learning Developments and Experiences”, **Education & Training**, 43 (4/5), 240 – 248.
- Alexandris, Konstantinos ve diğ erleri (2002), “Can Perceptions of Service Quality Predict Behavioral Intentions? An Exploratory Study in the Hotel Sector in Greece”, **Managing Service Quality**, 12 (4), 224 – 231.
- Ali, Afzaal ve Ahmad, Israr (2011), “Key Factors for Determining Students’ Satisfaction in Distance Learning Courses: A Study of Allama Iqbal Open University”, **Contemporary Educational Technology**, 2 (2), 118 – 134.
- Alptekin, S. Emre ve Karsak, E. Ertuğ rül (2011), “An Integrated Decision Framework for Evaluating and Selecting E-Learning Products”, **Applied Soft Computing**, 11, 2990 – 2998.
- Alsabawy, Ahmed Younis ve diğ erleri (2011), “Measuring E-Learning System Success”, **Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)**, 1 – 15.
- Arbaugh, J. B. (2000), “Virtual Classroom Characteristics and Student Satisfaction with Internet-Based MBA Couses”, **Journal of Management Education**, 24, 32 – 54.

- Arbaugh, J. B. (2002), "Managing The On-Line Classroom: A Study of Technological and Behavioral Characteristics of Web-Based MBA Courses", **Journal of High Technology Management Research**, 13, 203 – 223.
- Arbaugh, J. B. ve Duray Rebecca (2002), "Technological and Structural Characteristics, Student Learning and Satisfaction with Web-Based Courses: An Exploratory Study of Two On-Line MBA Programs", **Management Learning**, 33 (3), 331 – 347.
- Ardito, C. ve diğerleri (2006), "An Approach to Usability Evaluation of E-Learning Applications", **Univ Access Inf Soc**, 4, 270 – 283.
- Azman, I. ve diğerleri (2009), "Effect of Service Quality and Perceive Value on Customer Satisfaction", **International Business and Tourism Society**, 3 (1), 29 – 44.
- Barker, Kathryn Chang (2007), "E-Learning Quality Standards for Consumer Protection and Consumer Confidence: A Canadian Case Study in E-Learning Quality Assurance", **Educational Technology & Society**, 10 (2), 109 – 119.
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004), **Bulanık Mantık İlke ve Temelleri**, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Baylor, Amy L. ve Ritchie, Donn (2002), "What Factors Facilitate Teacher Skill, Teacher Morale and Perceived Student Learning in Technology-Using Classrooms?", **Computers & Education**, 39, 395 – 414.
- Beam, P. ve Cameron, B. (1998), "But What Did We Learn...? Evaluating Online Learning as a Process", **Proceedings on the Sixteenth Annual Conference on Computer Documentation**, Eylül 24-26, Kanada, 258 – 264.
- Belton, Valerie ve Stewart, Theodor J. (2002), **Multiple Criteria Decision Analysis An Integrated Approach**, Kluwer Academic Publishes, United Kingdom.
- Bojadziev, George ve Bojadziev, Maria (2007), **Fuzzy Logic for Business, Finance and Management**, World Scientific Publishing Co., USA.
- Buckley, James J. ve Eslami Esfandiar (2002), **Advances in Soft Computing: An Introduction to Fuzzy Logic and Fuzzy Sets**, Physica – Verlag, A Springer – Verlag Company, Heidelberg, New York.
- Buckley, James J. ve Jowers, Leonard, J. (2006), **Simulating Continuous Fuzzy Systems**, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg.

- Cantoni, Virginio ve diğerleri (2004), “Perspectives and Challenges in E-Learning: Towards Natural Interaction Paradigms”, **Journal of Visual Languages and Computing**, 15, 333 – 345.
- Carman, James M. (1990), “Consumer Perceptions Of Service Quality: An Assessment Of The Servqual Dimensions”, **Journal Of Retailing**, 66 (1), 33-55.
- Carshawell, Alan D. ve Venkatesh, Viswanath (2002), “Learner Outcomes in an Asynchronous Distance Education Environment”, **Int. J. Human-Computer Studies**, 56, 475 – 494.
- Carshawell, L. (1998), “The Virtual University: Toward an Internet Paradigm?”, **Proceedings of 6th Annual Conference on the Teaching of Computing/ 3rd Annual Conference on Integrating Technology into Computer Science Education on Changing the Delivery of Computer Science Education**, 30 (3), 46 – 50.
- Chachi, J., Taheri, S. M. ve Arghami, N. R. (2014), “A Hybrid Fuzzy Regression Model and Its Application in Hydrology Engineering”, **Applied Soft Computing**, 25, 149-158.
- Chan, Lai-Kow ve Wu, Ming-Lu (2002), “Quality Function Deployment: A Literature Review”, **European Journal of Operational Research**, 143, 463 – 497.
- Chan, Lai-Kow ve Wu, Ming-Lu (2005), “A Systematic Approach to Quality Function Deployment with a Full Illustrative Example”, **The International Journal of Management Science**, 33, 119 – 139.
- Chang, Hsin Hsin ve diğerleri (2009), “The Impact of E-Service Quality, Customer Satisfaction and Loyalty on E-Marketing: Moderating Effect of Perceived Value”, **Total Quality Management & Business Excellence**, 20 (4), 423 – 443.
- Chang, Su-Chao ve Tung, Feng-Cheng (2008), “An Empirical Investigation of Students’ Behavioural Intentions to Use The Online Learning Course Websites”, **British Journal of Educational Technology**, 39 (1), 71 – 83.
- Chang, Yun-Hsi O. Ve Ayyub, Bilal M. (2001), “Fuzzy Regression Methods – A Comparative Assessment”, **Fuzzy Sets and Systems**, 119, 187-203.

- Chao, Ru-Jen ve Chen Yueh-Hsiang (2009), "Evaluation of the Criteria and Effectiveness of Distance E-Learning with Consistent Fuzzy Preference Relations", **Expert Systems with Applications**, 36, 10657 – 10662.
- Chen, Chee-Cheng (2009), "Integration of the Quality Function Deployment and Process Management in the Semiconductor Industry", **International Journal of Production Research**, 1469 – 1484.
- Chen, Chung-Yang ve diğerleri (2004), "Methods for Processing and Prioritizing Customer Demands in Variant Product Design", **IIE Transactions**, 36 (3), 203 – 219.
- Chen, Fangning ve diğerleri (2016), "Optimizing h Value for Fuzzy Linear Regression with Asymmetric Triangular Fuzzy Coefficients", **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, 47, 16 – 24.
- Chen, Guanrong ve Pham, Trung Tat (2001), **Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems**, CRC Press, LLC.
- Chen, Hsiu-Ju (2010), "Linking Employees' E-Learning System Use To Their Overall Job Outcomes: An Empirical Study Based on the IS Success Model", **Computers & Education**, 55, 1628 – 1639.
- Chen, Ling-Hsiu ve Kuo, Ying-Feng (2011), "Understanding E-Learning Service Quality of a Commercial Banks by Kano's Model", **Total Quality Management**, 22 (1), 99 – 116.
- Chen, Shun-Hsing (2014), "Determining the Service Demands of an Aging Population by Integrating QFD and FMEA Method", **Quality & Quantity**, 1 – 17.
- Chen, Y. ve diğerleri(2004), "Fuzzy Regression-Based Mathematical Programming Model For Quality Function Deployment", **International Journal of Production Research**, 42 (5), 1009 – 1027.
- Chou, Shih-Wei ve Liu, Chien-Hung (2005), "Learning Effectiveness in an Web-Based Virtual Learning Environment: A Learner Control Perspective", **Journal of Computer Assisted Learning**, 21, 65 – 76.
- Cook, David P. ve diğerleri (1999), "Service Typologies: A State of the Art Survey", **Production and Operations Management**, 8 (3), 318 – 338.

- Cox, J. ve Dale, B. G. (2001), "Service Quality and E-Commerce: An Exploratory Analysis", **Managing Service Quality**, 11 (2), 121 – 131.
- Cronin, J. Joseph ve Taylor, Steven A. (1992), "Measuring Service Quality: A Reexamination and Extension", **Journal of Marketing**, 56, 55 – 68.
- Dubois, Didier ve Prade, Henri (1980), **Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications**, Academic Press Inc., New York.
- Durukan, Banu ve Kapucugil İkiz Aysun (2007), "Denetim Kalitesi, Kalite Ve Hizmet Kalitesine İlişkin Modeller: Kavramsal Çerçeve", **Mali Çözüm**, 82, 29-56.
- Elmas, Çetin (2003), **Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık)**, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Fang, Lei ve Li, Hecheng (2015), "Multi Criteria Decision Analysis for Efficient Location – Allocation Problem Combining DEA and Goal Programming", **RAIRO Operations Research**, 49, 753 – 772.
- Ferman, Murat (1998), "Hizmet Pazarlaması Üzerine Genel Değerlendirmeler", **Pazarlama Dünyası**, 2 (7), 25-31.
- Franceschini, Fiorenzo ve diğerleri (2015), "Customer Requirement Prioritization on QFD: A New Proposal Based on the Generalized Yager's Algorithm", **Res. Eng. Design**, 26, 171 – 187.
- Gadalla, Eman, Keeling, Kathy ve Abosag, İbrahim (2013), "Metaverse-Retail Service Quality: A Future Framework for Retail Service Quality in the 3D Internet", **Journal of Marketing Management**, 29 (13-14), 1493 – 1517.
- Gargione, Luiz Antonio (1999), "Using Quality Function Deployment (QFD) in the Design Phase of an Apartment Construction Project", **Proceedings IGLC-7**, 357 – 368.
- Garvin, David A. (1984), "What Does "Product Quality" Really Mean?", **Sloan Management Review**, 26 (1), 25 – 43.
- Garvin, David A. (1987), "Competing On The Eight Dimensions Of Quality", **Harvard Business Review**, 65 (6), 101 – 109.
- Garvin, David A. (1988), **Managing Quality**, New York: The Free Pres.

- Ghobadian, A. ve diğerleri (1994), "Service Quality Concepts And Models", **International Journal Of Quality & Reliability Management**, 11 (9), 43-66.
- Ghobadian, A. ve Terry, AJ (1995), "How Alitalia improves service quality through quality function deployment", **Managing Service Quality**, 5 (5), 25-30.
- Ghosh, Sid ve diğerleri (2004), "Optimisation of the Determinants of E-Service Operations", **Business Process Management Journal**, 10 (6), 616 – 635.
- Gilbert, Jennifer (2007), "e-Learning: The Student Experience", **British Journal of Educational Technology**, 38 (4), 560 – 573.
- Gilmore, Audrey (2003), **Services, Marketing and Management**, SAGE Publications, London.
- Ginns, Paul ve Ellis, Rob A. (2009), "Evaluating the Quality of E-Learning at the Degree Level in the Student Experience of Blended Learning", **British Journal of Educational Technology**, 40 (4), 652 – 663.
- Govindasamy, Thavamalar (2002), "Successful Implementation of E-Learning Pedagogical Considerations", **Internet and Higher Education**, 4, 287 – 299.
- Grönroos, Christian (2001), "The perceived service quality concept – a mistake?", **Managing Service Quality**, 11 (3), 150-152.
- Hair, Joseph F. ve diğerleri (2010), **Multivariate Data Analysis**, 7th Edition, Pearson, Prentice Hall.
- Herington, Carmel ve Weaven, Scott (2008), "E-Retailing by Banks: E-Service Quality and Its Importance to Customer Satisfaction", **European Journal of Marketing**, 43 (9/10), 1220 – 1231.
- Hillier, Frederick ve Lieberman, Gerald J. (2001), **Introduction to Operations Research, Seventh Edition**, McGraw Hill, Singapore.
- Hiltz, S. R. ve Wellman, B. (1997), "Asynchronous Learning Networks As a Virtual Classroom", **Communications of the ACM**, 40 (9), 44 – 49.
- HO, C. C. (2012), "Construct Factor Evaluation Model of Health Management Center Selected By Customers With Fuzzy Analytic Hierarchy Process", **Expert Systems with Applications**, 39, 954-959.

- Hoffman, Douglas ve Bateson John (2001), **Essentials Of Services Marketing: Concepts, Strategies And Cases**, Second Edition, Usa: South-Western Thomson Learning.
- Hogston R. (1995), “Quality Nursing Care: A Qualitative Enquiry”, **Journal of Advanced Nursing**, 21 (1), 116-124.
- Holsapple, Clyde W. ve Lee-Post, Anita (2006), “Defining, Assessing and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective”, **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, 4 (1), 67 – 85.
- Hong, Kian-Sam (2002), “Relationships Between Students’ and Instructional Variables with Satisfaction and Learning from a Web-Based Course”, **Internet and Higher Education**, 5, 267 – 281.
- Ismail, Johan (2002), “The Design of an E-Learning System: Beyond the Hype”, **Internet and Higher Education**, 4, 329 – 336.
- Jang, J. ve diğ erleri (1997), **Neuro Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence**, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Ji, Ping ve diğ erleri (2014), “Quantification and Integration of Kano’s Model Into QFD for Optimising Product Design”, **International Journal of Production Research**, 52 (21), 6335 – 6348.
- Jiang, Jui-Chin ve diğ erleri (2007), “Quality Function Deployment (QFD) Technology Designed for Contract Manufacturing”, **The TQM Magazine**, 19 (4), 291 – 307.
- Jones, Dylan ve Tamiz Mehrdad (2010), **Practical Goal Programming**, Springer, New York.
- Jung, Insung (2011), “The Dimensions of E-Learning Quality: From Learner’s Perspective”, **Educational Tech Research Dev**, 59, 445 – 464.
- Juwaheer, Thanika Devi ve Ross, Darren Lee (2003), “A Study of Hotel Guest Perceptions in Mauritius”, **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, 15 (2), 105 – 115.
- Kantoğ lu, Barış (2012), **E-Öğ renmede Öğ renci Memnuniyeti Öl çümü**, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Kanwal, F. ve Rehman, M. (2016), “Measuring Information, System and Service Qualities For The Evaluation of E-Learning Systems in Pakistan”, **Pakistan Journal of Science**, 68 (3), 302 – 307.
- Kao, Chiang ve Chyu, Chin-Lu (2002), “A Fuzzy Linear Regression Model With Better Explanatory Power”, **Fuzzy Sets and Systems**, 126, 401-409.
- Karsak, E. E. (2008), “Robot Selection Using an Integrated Approach Based on Quality Function Deployment and Fuzzy Regression”, **International Journal of Production Research**, 46 (3), 723 – 738.
- Kartalopolous, Stamatios V. (1995), **Understanding Neural Networks And Fuzzy Logic: Basic Concepts and Applications**, The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York.
- Kaynama, Shohreh ve Black, Christine I. (2000), “A Proposal to Assess the Service Quality of Online Travel Agencies: An Exporatory Study”, **Journal of Professional Services Marketing**, 21 (1), 63 – 88.
- Kim, Gyu C. ve Emery, John (2000), “An Application of Zero-One Goal Programming in Project Selection and Resource Planning – A Case Study From the Woodward Governor Company”, **Computers & Operations Research**, 27, 1389 – 1408.
- Klir, George J. ve Yuan Bo (1995), **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications**, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Kogure, Masao ve Akao, Yoji (1983), “Quality Function Deployment and CWQC in Japan”, **Quality Progress**, 16 (10), 25 – 29.
- Kosmidou, Kyriaki ve Zopounidis, Constantin (2004), **Goal Programming Techniques for Bank Asset Liability Management**, Kluwer Academic Publishes, Boston.
- Lee, Gwo-Guang ve Lin, Hsiu-Fen (2005), “Customer Perceptions of E-Service Quality in Online Shopping”, **International Journal of Retail & Distribution Management**, 33 (2), 161 – 176.
- Lee, S. K. ve diğerleri (2010), “Econometric Analysis of the R&D Performance in the National Hydrogen Energy Technology Development For Measuring Relative Efficiency: The Fuzzy AHP/DEA Integrated Model Approach”, **International Journal of Hydrogen Energy**, 35, 2236 – 2246.

- Li, Xiangxin ve diğerleri (2011), “Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines”, **Procedia Engineering**, 26, 2085 – 2091.
- Liaw, Shu-Sheng ve diğerleri (2007), “Surveying Instructors and Learner Attitudes Toward E-Learning”, **Computers & Education**, 49, 1066 – 1080.
- Lin, Cathy S. ve Wu, Sheng (2002), “Exploring the Impact of Online Service Quality on Portal Site Usage”, **Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences**.
- Loiacono, Eleanor T. ve diğerleri (2002), “WEBQUAL: A Measure of Website Quality”, **American Marketing Association**, 13, 432 – 438.
- Lovelock, Christopher ve Gummesson, Evert (2004), “Whither Services Marketing? In Search of a New Paradigm and Fresh Perspectives”, **Journal of Service Research**, 7 (1), 20-41.
- Lovelock, Christian ve Wright, Lauren (1999), **Principles of Service Marketing**, Prentice Hall.
- Madu, Christian N. ve Madu, Assumpta A. (2002), “Dimensions of Quality”, **International Journal of Quality & Reliability Management**, 19 (3), 246 – 258.
- Markovic, Suzana ve Jovanovic, Nenad (2012), “Learning Style as a Factor Which Affects the Quality of E-Learning”, **Artificial Intelligence Review**, 38 (4), 303 – 312.
- Martinez-Argüelles, Maria ve diğerleri (2010), “How Do Students Measure Service Quality in e-Learning? A Case Regarding an Internet-Based University”, **Electronic Journal of e-Learning**, 8 (2), 151 – 160.
- Martinez-Argüellez, M. ve Batalla-Busquets, J. (2016), “Perceived Service Quality and Student Loyalty in an Online University”, **International Review of Research in Open Distributed Learning**, 17 (4), 264 – 279.
- Masoumi, D. Ve Lindström, B. (2012), “Quality in E-Learning: A Framework for Promoting and Assuring Quality in Virtual Institutions”, **Journal of Computer Assisted Learning**, 28, 27 – 41.
- Mazur, Glenn H. (2015), “Quality Function Deployment – Voice of Customer Meets Voice of Process”, **The Journal for Quality & Participation**, 24 – 29.

- McAllister, Nancy C. ve McAllister, David F. (1996), "Providing Education Electronically to Nontraditional Sites: New Delivery to a New Audience", **SIGDOC '96 Proceedings Of The 14th Annual International Conference On Systems Documentation: Marshaling New Technological Forces: Building A Corporate, Academic, And User-Oriented Triangle**, 187 – 193.
- Melemez, Kenan ve diğ erleri (2013), "Concept Design in Virtual Reality of a Forestry Trailer Using a QFD – TRIZ Based Approach", **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 37, 789 – 801.
- Moskowitz, Herbert ve Kim, Kwangjae (1993), "On Assessing the H Value in Fuzzy Linear Regression", **Fuzzy Sets and Fuzzy Systems**, 58 (3), 303 – 327.
- Muzzidi, S. ve De Baets, B. (2013), "A Comparative Assessment of Different Fuzzy Regression Methods", **Fuzzy Optim. Decis. Making**, 12, 433-450.
- Muzzioli, S. ve De Baets, B. (2013), "A Comparative Assessment of Different Fuzzy Regression Methods For Volatility Forecasting", **Fuzzy Optimization Decision Making**, 12, 433 – 450.
- Myint, San (2003), "A Framework of an Intelligent Quality Function Deployment (IQFD) For Discrete Assembly Environment", **Computers & Industrial Engineering**, 45, 269 – 283.
- Özkan, Mustafa M (2003), **Bulanık Hedef Programlama**, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Öztürk, Ahmet (2009), **Yöneylem Araştırması**, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Öztürk, A. Sevgi (1998), **Hizmet Pazarlaması**, İstanbul: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Paechter, Manuela ve diğ erleri (2010), "Students' Expectations of, and Experiences in E-Learning: Their Relation to Learning Achievements and Course Satisfaction", **Computers & Education**, 54, 222 – 229.
- Parasuraman A. ve diğ erleri (2005), "E-S-QUAL, A Multiple-Item Scale for Assessing Electronic Service Quality", **Journal of Service Research**, 7 (10), 1 – 21.
- Parasuraman, A. ve diğ erleri (1985), "A Conceptual Model Of Service Quality And It's Implications For Future Research", **Journal Of Marketing**, 49, 41-50.

- Partovi, Fariborz Y. ve Corredoira, Rafael A. (2002), “Quality Function Deployment for the Good of Soccer”, **European Journal of Operational Research**, 137, 642 – 656.
- Pelletier, Francis Jefry (2000), “Mathematics of Fuzzy Logic by Petr Hajek”, **The Bulletin Of Symbolic Logic**, 6 (3), 342 – 346.
- Perçin, S. ve Min, H. (2013a), “Optimal Machine Tools Selection Using Quality Function Deployment and Fuzzy Multiple Objective Decision Making Approach”, **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, 24, 163 – 174.
- Perçin, Selçuk ve Min, Hokey (2013b), A Hybrid Quality Function Deployment and Fuzzy Decision-Making Methodology for the Optimal Selection of Third-Party Logistics Service Providers, **International Journal of Logistics Research and Applications**, 16 (5), 380 – 397.
- Piccoli, Gabriele ve diğerleri (2001), “Web-Based Virtual Learning Environments: A Research Framework and A Preliminary Assessment of Effectiveness”, **Miss Quarterly**, 25 (4), 401 – 426.
- Rardin, Ronald L. (1998), **Optimization in Operations Research**, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Ross, Timothy J. (2010), **Fuzzy Logic with Engineering Application**, John Wiley & Sons, United Kingdom.
- Rowley, Jennifer (2006), “An Analysis of the E-Service Literature: Towards a Research Agenda”, **Internet Research**, 16 (3), 339 – 359.
- Rust, Roland T. ve Lemon, Katherine N. (2001), “E- Service and the Consumer”, **International Journal of Electronic Commerce**, 5 (3), 85 – 101.
- Santos, Jessica (2003), “E-Service Quality: A Model of Virtual Service Quality Dimensions”, **Managing Service Quality**, 13 (3), 233 – 246.
- Schniederjans, Marc J. (1995), **Goal Programming: Methodology and Applications**, Springer, New York.
- Selim, Hassan M. (2007), “Critical Success Factors for E-Learning Acceptance: Confirmatory Factor Models”, **Computers & Education**, 49, 396 – 413.

- Shee, Daniel Y. ve Wang, Yi-Shun (2008), “Multi-Criteria Evaluation of the Web-Based E-Learning System: A Methodology Based on Learner Satisfaction and Its Applications”, **Computers & Education**, 50, 894 – 905.
- Shemsadi, Ali ve diğ erleri (2011), “A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting”, **Expert Systems with Applications**, 38, 12160 – 12167.
- Shemwell, Donald J. ve diğ erleri (1998), “Customer-Service Provider Relationships: An Empirical Test of a Model of Service Quality, Satisfaction and Relationship-Oriented Outcomes”, **International Journal of Service Industry Management**, 9 (2), 155 – 168.
- Soong, M. H. Benson ve diğ erleri (2001), “Critical Success Factors for On-Line Course Resources”, **Computers & Education**, 36, 101 – 120.
- Sun, Pei-Chen ve diğ erleri (2008), “What Drives a Successful E-Learning? An Empirical Investigation of the Critical Factors Influencing Learner Satisfaction”, **Computers & Education**, 50, 1183 – 1202.
- Ş en, Zekai (2001), **Bulanık (Fuzzy) Mantık ve Modelleme İlkeleri**, Bilge Kùltür Sanat, İstanbul.
- Ş en, Zekai (2009), **Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme (Mühendislik ve Sosyal Bilimler)**, Su Vakfı, İstanbul.
- Taha, Hamdy A. (1997), **Operations Research An Introduction**, Prentice Hall International, Inc., Upper Saddle River, NJ.
- Tanaka, H. ve diğ erleri (1982), “Linear Regression Analysis With Fuzzy Model”, **Institute of Electrical and Electronics Engineers, Transactions on Systems, Man and Cybernetics**, 12, 903 – 907.
- Tanaka, H. ve Watada, J. (1988), “Possibilistic Linear Systems and Their Application to the Linear Regression Model”, **Fuzzy Sets and Systems**, 27, 275 – 289.
- Tanaka, Kazuo (1997), **An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications**, Springer-Verlag Newyork.
- Thurmond, Veronica A. ve diğ erleri (2002), “Evaluation of Student Satisfaction: Determining the Impact of a Web-Based Environment by Controlling for Student

- Characteristics”, **The American Journal of Distance Education**, 16 (3), 169 – 189.
- Tripathy, B. B. ve Biswal, M. P. (2007), “A Zero-One Goal Programming Approach For Project Selection”, **Journal of Information and Optimization Sciences**, 28 (4), 619 – 626.
- Tzeng, Gwo-Hshiung ve diğerleri (2007), “Evaluating Intertwined Effects in E-Learning Programs: A Novel Hybrid MCDM Model Based on Factor Analysis and DEMATEL”, **Expert Systems with Applications**, 32, 1028 – 1044.
- Udo, Godwin J. ve diğerleri (2011), “Using SERVQUAL to Assess The Quality of E-Learning Experience”, **Computers in Human Behaviour**, 27, 1272 – 1283.
- Vargo S.L. ve Lusch R.F. (2004), “The Four Service Marketing Myths Remnants Of A Goods-Based, Manufacturing Model”, **Journal Of Service Research**, 6(4): 324-335.
- Wang, Hsiao-Fan ve Tsaur, Ruey-Chyn (2000a), “Insight of a Fuzzy Regression Model”, **Fuzzy Sets and Systems**, 112, 355-369.
- Wang, Hsiao-Fan ve Tsaur, Ruey-Chyn (2000b), “Resolution of Fuzzy Regression Model”, **European Journal of Operational Research**, 126, 637 – 650.
- Wang, Li Xin (1997), **A Course in Fuzzy Systems and Control**, Prentice Hall Int. Inc.
- Wang, Ming ve Huarng, Adam S. (2002), “An Empirical Study of Internet Store Customer Post – Shopping Satisfaction”, **IACIS**, 632 – 638.
- Wang, Yi-Shun (2003), “Assessment of Learner Satisfaction with Asynchronous Electronic Learning Systems”, **Information & Management**, 41, 75 – 86.
- Wang, Yi-Shun ve diğerleri (2007), “Measuring E-Learning Systems Success in an Organizational Context: Scale Development and Validation”, **Computers in Human Behavior**, 23, 1792 – 1808.
- Wu, Jen-Her ve diğerleri (2010), “A Study of Student Satisfaction in a Blended E-Learning System Environment”, **Computers & Education**, 55, 155 – 164.
- Wu, J. ve diğerleri (2011), “Determination of Weights For Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy”, **Expert Systems With Applications**, 38, 5162 – 5165.

- Wu, Hung-Yi ve Lin, Hsin-Yu (2012), “A Hybrid Approach to Develop an Analytical Model for Enhancing the Service Quality of E-Learning”, **Computers & Education**, 58, 1318 – 1338.
- Yang, Zhilin ve diğerleri (2001), “Taking the Pulse of the Internet Pharmacies Online Shoppers Speak Out On Pharmacy Service Issues”, **Marketing Health Services**, 5 – 10.
- Yang, Zhilin ve Jun, Minjoon (2002), “Consumer Perception of E-Service Quality: From Internet Purchaser and Non-Purchaser Perspectives”, **Journal of Business Strategies**, 19 (1), 19 – 41.
- Yen, John ve Langari Reza (1999), **Fuzzy Logic: Intelligence, Control and Information**, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.
- Yoo, Boonghee ve Donthu, Naveen (2001), “Developing a Scale to Measure the Perceived Quality of An Internet Shopping Site (SITEQUAL)”, **Quarterly Journal of Electronic Commerce**, 2 (1), 31 – 47.
- Yousefi, Saeed ve diğerleri (2015), “Selecting The Best Supply Chain By Goal Programming and Network Data Envelopment Analysis”, **RAIRO Operations Research**, 49, 601 – 617.
- Zadeh, L. A. (1965), “Fuzzy Sets”, **Information and Control**, 8, 338 – 353.
- Zairi, Mohamed ve Youssef, Mohamed A. (1995), “Quality Function Deployment – A Main Pillar for Successful Total Quality Management and Product Development”, **International Journal of Quality & Reliability Management**, 12 (6), 9 – 23.
- Zeithaml V.A. ve diğerleri (1988), “Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality”, **Journal of Marketing**, 52, 35-48.
- Zeithaml, V. A. (2002), “Service Excellence in Electronic Channels”, **Managing Service Quality**, 12 (3), 135 – 138.
- Zhang, Aiwu (2014), “Statistical Diagnostics of Fuzzy Linear Regression Model Based on Case Deletion”, **Pak. J. Statist.**, 30 (4), 499-512.
- Zhang, Dongsong ve Nunamaker, Jay, F. (2003), “Powering E-Learning In The Millennium: An Overview of E-Learning and Enabling Technology”, **Information Systems Frontiers**, 5 (2), 207 – 218.

Zhang, Hong ve diğlerleri (2011), “The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS & Information Entropy – A Case in the Yangtze River Delta of China”, **Tourism Management**, 32, 443 – 451.

Zhu, Q., Shen, L. ve diğlerleri (2015), “Evolution of the Water Resources System Based on Synergetic and Entropy Theory”, **Polish Journal of Environmental Studies**, 24 (6), 2727 – 2738.

Zimmermann, Hans – Jürgen (1996), **Fuzzy Set Theory and Its Applications**, Kluwer Academic Publishers, Massachusets, USA.





EKLER

EK-1: Değerlendirme Kriterleri için Yapılan Anket Örneği

Değerli Katılımcı,

Bu anket formu e-öğrenme sisteminde memnuniyet kriterlerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Elde edilecek bilgiler, bilimsel bir çalışmaya temel oluşturacak ve başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Zaman ayırıp bu formu doldurarak, çalışmamıza yapacağınız önemli destek ve katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

Arş. Gör. Pelin ÇELİK

1	Önemli Değil
3	Biraz Önemli
5	Oldukça Önemli
7	Çok Önemli
9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

Öğrenci Memnuniyeti Kriterleri	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. E-öğrenme sistemindeki materyallerin güncellenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. E-öğrenme sistemindeki materyallerin pratikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ağ güvenilirliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sistemde e-öğrenme bileşenlerinin kolay bulunması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Teknik altyapının öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretici etkileşimine açık olması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. İnternette hızlı ve kolay ulaşım	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Teknik sorunların zamanında giderilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Kullanıcılarla kolay iletişim sağlamak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Kullanıcılarla öğrenim tecrübesini paylaşmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Öğretim üyeleri ile gerektiğinde e-posta veya telefonla iletişim sağlayabilmek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Sorun bildirme sisteminden sorulara cevap alabilmek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Öğrenme geçmişinin kayıt edilebilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Öğrenme seyrinin planlanabilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Öğrenme içeriğinin esnekliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Ders bileşenlerinin (e-ders, ödev, sınav) belli ve anlaşılır olması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Ders içeriklerinin öğretim üyeleri tarafından güncellenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Derslerde anlaşılmayan konu olduğunda öğretim üyesinden yardım alınabilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Öğretim üyelerinin ders içerikleri geliştirmede yeterli bilgi ve donanımına sahip olması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Öğretim programının ödeme alternatifi (peşin, kredi imkanı vs.) sunması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. E-öğrenme sisteminde ihtiyaçları karşılayacak içeriğin sunulması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Öğrencinin bilgisayar kullanım düzeyi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teknik Gereksinimler									
1. Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Uygulama performansı için denetim ve gözden geçirme mekanizmasına sahip olunması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Öğrencilerin öğrenme süreci ve performansı hakkında kayıt tutulması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Etkili öğrenme sağlanması için, eğitim araçları ve estetiğin ön planda tutulması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Öğrencilere materyaller ve öğrenim programı hakkında destek sağlanması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Gerekli teknolojik altyapının sağlanması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK-2: E-Öğrenme Öğrenci Gereksinimleri için Yapılan Anket Örneği

Değerli Katılımcı,

Bu anket formu e-öğrenme sisteminde memnuniyet kriterlerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Elde edilecek bilgiler, bilimsel bir çalışmaya temel oluşturacak ve başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Zaman ayırıp bu formu doldurarak, çalışmamıza yapacağınız önemli destek ve katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

Arş. Gör. Pelin ÇELİK

1	Önemli Değil
3	Biraz Önemli
5	Oldukça Önemli
7	Çok Önemli
9	Son Derece Önemli

Öğrenci Memnuniyeti Kriterleri	1	2	3	4	5
1. E-öğrenme sistemindeki materyallerin kullanılabilirliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. E-öğrenme sistemindeki materyallerin çeşitliliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. E-öğrenme işlemlerinin basit ve kolay biçimde gerçekleşmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ağ güvenilirliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. İnternette hızlı ve kolay ulaşım	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Teknik sorunların zamanında giderilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Kullanıcılarla kolay bilgi/veri paylaşımı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Kısa sınavlar, ödevler, ara sınavlar, alıştırılmalar gibi çeşitli araçlarla öğrenme seviyesinin ölçülmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Derslerin zaman ve yer kavramı olmaksızın işlenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Derslerin animasyon, resim, ses, görüntü vb. araçlarla desteklenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK-3: E-Öğrenme Teknik Gereksinimler için Yapılan Anket Örneği

Değerli Katılımcı,

Bu anket formu e-öğrenme sisteminde memnuniyet kriterlerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Elde edilecek bilgiler, bilimsel bir çalışmaya temel oluşturacak ve başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Zaman ayırıp bu formu doldurarak, çalışmamıza yapacağınız önemli destek ve katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Selçuk PERÇİN

Arş. Gör. Pelin ÇELİK

1	Önemli Değil
2	Biraz Önemli
3	Oldukça Önemli
4	Çok Önemli
5	Son Derece Önemli

Teknik Gereksinimler	1	2	3	4	5
1. Gerekli yetenek ve kaliteye sahip insanlarla çalışılması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kapsamlı hizmet ve yönetim süreci geliştirilebilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Öğrenci için kapsamlı öğrenme hizmeti/süreç bilgisi verilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Programın hedeflerini inceleyerek kurs programının yapılandırılması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Öğrencilerin elde etmek istediği bilgi ve yeteneklere uygun materyaller sağlanması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Eğitim tasarımı yaparken öğrenme hedefleri, kapsamı, stratejileri, değerlendirme ve geri dönüş konularında öğrencilerin desteklenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Gerekli teknolojik altyapının sağlanması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. E-öğrenme sisteminin değerlendirilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

EK-4: y_2 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 125,648 c_4 + 129,259 c_5$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 3,704 \alpha_4 + 3,519 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,852 c_4 + 1,759 c_5 &\geq 3,750 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,130 c_4 + 2,315 c_5 &\geq 1,889 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,315 c_5 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 3,889 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,944 c_4 + 1,944 c_5 &\geq 2,685 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,130 c_4 + 2,037 c_5 &\geq 2,963 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,083 c_4 + 2,222 c_5 &\geq 1,667 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_4 + 4,815 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,407 c_4 + 2,407 c_5 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,130 c_4 + 2,130 c_5 &\geq 2,685 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,315 c_4 + 2,222 c_5 &\geq 2,500 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,222 c_5 &\geq 3,426 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,037 c_4 + 2,130 c_5 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,037 c_5 &\geq 2,222 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,083 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 2,847 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,130 c_4 + 2,315 c_5 &\geq 1,389 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 3,704 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,944 c_4 + 1,852 c_5 &\geq 3,796 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,083 c_4 + 2,315 c_5 &\geq 3,111 \\ \alpha_0 + 3,611 \alpha_4 + 4,722 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,806 c_4 + 2,361 c_5 &\geq 1,556 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 3,444 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,944 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 2,333 \\ \alpha_0 + 3,519 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,759 c_4 + 2,037 c_5 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 3,056 \alpha_4 + 4,722 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,528 c_4 + 2,361 c_5 &\geq 2,333 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,361 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,852 c_4 + 2,315 c_5 &\geq 2,083 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 3,704 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 1,852 c_5 &\geq 3,056 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,315 c_4 + 2,130 c_5 &\geq 3,500 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,083 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 3,111 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_4 + 4,815 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,407 c_4 + 2,407 c_5 &\geq 3,535 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,222 c_5 &\geq 2,315 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 2,222 c_4 + 2,222 c_5 &\geq 3,095 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 + 0,500 c_0 + 1,944 c_4 + 2,083 c_5 &\geq 1,889 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_4 + 3,519 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,852 c_4 - 1,759 c_5 &\leq 3,750 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,130 c_4 - 2,315 c_5 &\leq 1,889 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,315 c_5 &\leq 3,889 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 3,889 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,944 c_4 - 1,944 c_5 &\leq 2,685 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,130 c_4 - 2,037 c_5 &\leq 2,963 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,083 c_4 - 2,222 c_5 &\leq 1,667 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_4 + 4,815 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,407 c_4 - 2,407 c_5 &\leq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,130 c_4 - 2,130 c_5 &\leq 2,685 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,315 c_4 - 2,222 c_5 &\leq 2,500 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,222 c_5 &\leq 3,426 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,037 c_4 - 2,130 c_5 &\leq 2,778 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,037 c_5 &\leq 2,222 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,083 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 2,847 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,130 c_4 - 2,315 c_5 &\leq 1,389 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 3,704 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,944 c_4 - 1,852 c_5 &\leq 3,796 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,083 c_4 - 2,315 c_5 &\leq 3,111 \\
\alpha_0 + 3,611 \alpha_4 + 4,722 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,806 c_4 - 2,361 c_5 &\leq 1,556 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 3,444 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,944 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 2,333 \\
\alpha_0 + 3,519 \alpha_4 + 4,074 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,759 c_4 - 2,037 c_5 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 3,056 \alpha_4 + 4,722 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,528 c_4 - 2,361 c_5 &\leq 2,333 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,361 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 2,778 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_4 + 4,630 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,852 c_4 - 2,315 c_5 &\leq 2,083 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 3,704 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 1,852 c_5 &\leq 3,056 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_4 + 4,259 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,315 c_4 - 2,130 c_5 &\leq 3,500 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,083 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 3,111 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_4 + 4,815 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,407 c_4 - 2,407 c_5 &\leq 3,535 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,222 c_5 &\leq 2,315 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_4 + 4,444 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 2,222 c_4 - 2,222 c_5 &\leq 3,095 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_4 + 4,167 \alpha_5 - 0,500 c_0 - 1,944 c_4 - 2,083 c_5 &\leq 1,889 \\
c_0, c_4, c_5 &\geq 0
\end{aligned}$$

EK-5: y_3 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1 + 124,537 c_2 + 125,926 c_3 + 129,120 c_6 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0+4,444\alpha_1+4,074\alpha_2+3,889\alpha_3+3,889\alpha_6+4,074\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+2,037c_2+1,944c_3+1,944c_6+2,037c_7 &\geq 3,889 \\ \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+2,130c_2+2,130c_3+2,037c_6+2,222c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0+4,444\alpha_1+4,630\alpha_2+4,444\alpha_3+4,630\alpha_6+4,259\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+2,315c_2+2,222c_3+2,315c_6+2,130c_7 &\geq 4,222 \\ \alpha_0+4,074\alpha_1+4,444\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,037c_1+2,222c_2+2,130c_3+2,037c_6+2,315c_7 &\geq 2,870 \\ \alpha_0+4,630\alpha_1+3,704\alpha_2+3,704\alpha_3+4,815\alpha_6+4,074\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+1,852c_2+1,852c_3+2,407c_6+2,037c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0+4,444\alpha_1+3,611\alpha_2+4,167\alpha_3+4,444\alpha_6+4,167\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+1,806c_2+2,083c_3+2,222c_6+2,083c_7 &\geq 2,870 \\ \alpha_0+4,074\alpha_1+4,444\alpha_2+4,444\alpha_3+4,074\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,037c_1+2,222c_2+2,222c_3+2,037c_6+2,315c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0+4,815\alpha_1+3,704\alpha_2+4,074\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,407c_1+1,852c_2+2,037c_3+2,222c_6+2,500c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,074\alpha_3+4,074\alpha_6+4,815\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+2,130c_2+2,037c_3+2,037c_6+2,407c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,630\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+2,130c_2+2,130c_3+2,315c_6+2,500c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0+4,259\alpha_1+4,815\alpha_2+3,889\alpha_3+4,259\alpha_6+4,259\alpha_7+0,500c_0+2,130c_1+2,407c_2+1,944c_3+2,130c_6+2,130c_7 &\geq 3,413 \\ \alpha_0+4,444\alpha_1+4,259\alpha_2+4,444\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+2,130c_2+2,222c_3+2,222c_6+2,500c_7 &\geq 3,444 \\ \alpha_0+3,889\alpha_1+4,167\alpha_2+3,611\alpha_3+4,444\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+1,944c_1+2,083c_2+1,806c_3+2,222c_6+2,222c_7 &\geq 2,639 \\ \alpha_0+4,259\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,130c_1+2,130c_2+2,130c_3+2,130c_6+2,315c_7 &\geq 1,111 \\ \alpha_0+4,259\alpha_1+4,259\alpha_2+4,074\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,130c_1+2,130c_2+2,037c_3+2,130c_6+2,315c_7 &\geq 3,981 \\ \alpha_0+4,074\alpha_1+4,630\alpha_2+4,259\alpha_3+4,259\alpha_6+4,074\alpha_7+0,500c_0+2,037c_1+2,315c_2+2,130c_3+2,130c_6+2,037c_7 &\geq 3,667 \\ \alpha_0+3,889\alpha_1+3,889\alpha_2+4,722\alpha_3+4,444\alpha_6+4,722\alpha_7+0,500c_0+1,944c_1+1,944c_2+2,361c_3+2,222c_6+2,361c_7 &\geq 3,000 \\ \alpha_0+4,167\alpha_1+4,167\alpha_2+4,722\alpha_3+4,722\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+2,083c_1+2,083c_2+2,361c_3+2,361c_6+2,222c_7 &\geq 3,111 \\ \alpha_0+4,167\alpha_1+4,167\alpha_2+3,889\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,083c_1+2,083c_2+1,944c_3+2,222c_6+2,500c_7 &\geq 2,444 \\ \alpha_0+3,889\alpha_1+3,519\alpha_2+2,778\alpha_3+3,889\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+1,944c_1+1,759c_2+1,389c_3+1,944c_6+2,222c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+3,056\alpha_1+3,333\alpha_2+4,167\alpha_3+4,444\alpha_6+4,722\alpha_7+0,500c_0+1,528c_1+1,667c_2+2,083c_3+2,222c_6+2,361c_7 &\geq 2,222 \\ \alpha_0+4,722\alpha_1+4,444\alpha_2+4,167\alpha_3+3,889\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,361c_1+2,222c_2+2,083c_3+1,944c_6+2,500c_7 &\geq 3,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \alpha_0+4,444\alpha_1+3,889\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+1,944c_2+2, \\
& 130c_3+2,037c_6+2,222c_7 \geq 2,778 \\
& \alpha_0+4,074\alpha_1+3,889\alpha_2+4,074\alpha_3+3,704\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,037c_1+1,944c_2+2, \\
& 037c_3+1,852c_6+2,315c_7 \geq 3,333 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,815\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+2,130c_2+2, \\
& 407c_3+2,130c_6+2,315c_7 \geq 3,944 \\
& \alpha_0+3,472\alpha_1+3,889\alpha_2+4,306\alpha_3+4,583\alpha_6+4,306\alpha_7+0,500c_0+1,736c_1+1,944c_2+2, \\
& 153c_3+2,292c_6+2,153c_7 \geq 3,000 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,259\alpha_2+4,444\alpha_3+4,259\alpha_6+4,815\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+2,130c_2+2, \\
& 222c_3+2,130c_6+2,407c_7 \geq 3,838 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,444\alpha_2+4,444\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,315c_1+2,222c_2+2, \\
& 222c_3+2,222c_6+2,500c_7 \geq 3,426 \\
& \alpha_0+4,306\alpha_1+4,444\alpha_2+4,583\alpha_3+4,167\alpha_6+4,444\alpha_7+0,500c_0+2,153c_1+2,222c_2+2, \\
& 292c_3+2,083c_6+2,222c_7 \geq 3,730 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,167\alpha_2+4,444\alpha_3+4,722\alpha_6+5,000\alpha_7+0,500c_0+2,222c_1+2,083c_2+2, \\
& 222c_3+2,361c_6+2,500c_7 \geq 3,222 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,074\alpha_2+3,889\alpha_3+3,889\alpha_6+4,074\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-2,037c_2- \\
& 1,944c_3-1,944c_6-2,037c_7 \leq 3,889 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-2,130c_2- \\
& 2,130c_3-2,037c_6-2,222c_7 \leq 3,556 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,630\alpha_2+4,444\alpha_3+4,630\alpha_6+4,259\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-2,315c_2- \\
& 2,222c_3-2,315c_6-2,130c_7 \leq 4,222 \\
& \alpha_0+4,074\alpha_1+4,444\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,037c_1-2,222c_2- \\
& 2,130c_3-2,037c_6-2,315c_7 \leq 2,870 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+3,704\alpha_2+3,704\alpha_3+4,815\alpha_6+4,074\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-1,852c_2- \\
& 1,852c_3-2,407c_6-2,037c_7 \leq 3,519 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+3,611\alpha_2+4,167\alpha_3+4,444\alpha_6+4,167\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-1,806c_2- \\
& 2,083c_3-2,222c_6-2,083c_7 \leq 2,870 \\
& \alpha_0+4,074\alpha_1+4,444\alpha_2+4,444\alpha_3+4,074\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,037c_1-2,222c_2- \\
& 2,222c_3-2,037c_6-2,315c_7 \leq 3,704 \\
& \alpha_0+4,815\alpha_1+3,704\alpha_2+4,074\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,407c_1-1,852c_2- \\
& 2,037c_3-2,222c_6-2,500c_7 \leq 3,333 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,074\alpha_3+4,074\alpha_6+4,815\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-2,130c_2- \\
& 2,037c_3-2,037c_6-2,407c_7 \leq 2,778 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,630\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-2,130c_2- \\
& 2,130c_3-2,315c_6-2,500c_7 \leq 4,444 \\
& \alpha_0+4,259\alpha_1+4,815\alpha_2+3,889\alpha_3+4,259\alpha_6+4,259\alpha_7-0,500c_0-2,130c_1-2,407c_2- \\
& 1,944c_3-2,130c_6-2,130c_7 \leq 3,413 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,259\alpha_2+4,444\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-2,130c_2- \\
& 2,222c_3-2,222c_6-2,500c_7 \leq 3,444 \\
& \alpha_0+3,889\alpha_1+4,167\alpha_2+3,611\alpha_3+4,444\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-1,944c_1-2,083c_2- \\
& 1,806c_3-2,222c_6-2,222c_7 \leq 2,639 \\
& \alpha_0+4,259\alpha_1+4,259\alpha_2+4,259\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,130c_1-2,130c_2- \\
& 2,130c_3-2,130c_6-2,315c_7 \leq 1,111 \\
& \alpha_0+4,259\alpha_1+4,259\alpha_2+4,074\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,130c_1-2,130c_2- \\
& 2,037c_3-2,130c_6-2,315c_7 \leq 3,981 \\
& \alpha_0+4,074\alpha_1+4,630\alpha_2+4,259\alpha_3+4,259\alpha_6+4,074\alpha_7-0,500c_0-2,037c_1-2,315c_2- \\
& 2,130c_3-2,130c_6-2,037c_7 \leq 3,667
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \alpha_0+3,889\alpha_1+3,889\alpha_2+4,722\alpha_3+4,444\alpha_6+4,722\alpha_7-0,500c_0-1,944c_1-1,944c_2- \\
& 2,361c_3-2,222c_6-2,361c_7 \leq 3,000 \\
& \alpha_0+4,167\alpha_1+4,167\alpha_2+4,722\alpha_3+4,722\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-2,083c_1-2,083c_2- \\
& 2,361c_3-2,361c_6-2,222c_7 \leq 3,111 \\
& \alpha_0+4,167\alpha_1+4,167\alpha_2+3,889\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,083c_1-2,083c_2- \\
& 1,944c_3-2,222c_6-2,500c_7 \leq 2,444 \\
& \alpha_0+3,889\alpha_1+3,519\alpha_2+2,778\alpha_3+3,889\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-1,944c_1-1,759c_2- \\
& 1,389c_3-1,944c_6-2,222c_7 \leq 3,333 \\
& \alpha_0+3,056\alpha_1+3,333\alpha_2+4,167\alpha_3+4,444\alpha_6+4,722\alpha_7-0,500c_0-1,528c_1-1,667c_2- \\
& 2,083c_3-2,222c_6-2,361c_7 \leq 2,222 \\
& \alpha_0+4,722\alpha_1+4,444\alpha_2+4,167\alpha_3+3,889\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,361c_1-2,222c_2- \\
& 2,083c_3-1,944c_6-2,500c_7 \leq 3,667 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+3,889\alpha_2+4,259\alpha_3+4,074\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-1,944c_2- \\
& 2,130c_3-2,037c_6-2,222c_7 \leq 2,778 \\
& \alpha_0+4,074\alpha_1+3,889\alpha_2+4,074\alpha_3+3,704\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,037c_1-1,944c_2- \\
& 2,037c_3-1,852c_6-2,315c_7 \leq 3,333 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,259\alpha_2+4,815\alpha_3+4,259\alpha_6+4,630\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-2,130c_2- \\
& 2,407c_3-2,130c_6-2,315c_7 \leq 3,944 \\
& \alpha_0+3,472\alpha_1+3,889\alpha_2+4,306\alpha_3+4,583\alpha_6+4,306\alpha_7-0,500c_0-1,736c_1-1,944c_2- \\
& 2,153c_3-2,292c_6-2,153c_7 \leq 3,000 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,259\alpha_2+4,444\alpha_3+4,259\alpha_6+4,815\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-2,130c_2- \\
& 2,222c_3-2,130c_6-2,407c_7 \leq 3,838 \\
& \alpha_0+4,630\alpha_1+4,444\alpha_2+4,444\alpha_3+4,444\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,315c_1-2,222c_2- \\
& 2,222c_3-2,222c_6-2,500c_7 \leq 3,426 \\
& \alpha_0+4,306\alpha_1+4,444\alpha_2+4,583\alpha_3+4,167\alpha_6+4,444\alpha_7-0,500c_0-2,153c_1-2,222c_2- \\
& 2,292c_3-2,083c_6-2,222c_7 \leq 3,730 \\
& \alpha_0+4,444\alpha_1+4,167\alpha_2+4,444\alpha_3+4,722\alpha_6+5,000\alpha_7-0,500c_0-2,222c_1-2,083c_2- \\
& 2,222c_3-2,361c_6-2,500c_7 \leq 3,222 \\
& c_0, c_1, c_2, c_3, c_6, c_7 \geq 0
\end{aligned}$$

EK-6:y₄ Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 124,537 c_2 + 137,731 c_7 + 132,963 c_8$$

$\alpha_0+4,074 \alpha_2+4,074 \alpha_7+3,704 \alpha_8+0,500 c_0+2,037 c_2+2,037 c_7+1,852 c_8$	$\geq 3,889$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,630 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,222 c_7+2,315 c_8$	$\geq 3,778$
$\alpha_0+4,630 \alpha_2+4,259 \alpha_7+4,630 \alpha_8+0,500 c_0+2,315 c_2+2,130 c_7+2,315 c_8$	$\geq 3,222$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,444 \alpha_8+0,500 c_0+2,222 c_2+2,315 c_7+2,222 c_8$	$\geq 2,222$
$\alpha_0+3,704 \alpha_2+4,074 \alpha_7+4,259 \alpha_8+0,500 c_0+1,852 c_2+2,037 c_7+2,130 c_8$	$\geq 3,611$
$\alpha_0+3,611 \alpha_2+4,167 \alpha_7+4,722 \alpha_8+0,500 c_0+1,806 c_2+2,083 c_7+2,361 c_8$	$\geq 3,426$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,630 \alpha_8+0,500 c_0+2,222 c_2+2,315 c_7+2,315 c_8$	$\geq 3,148$
$\alpha_0+3,704 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,259 \alpha_8+0,500 c_0+1,852 c_2+2,500 c_7+2,130 c_8$	$\geq 3,056$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,815 \alpha_7+4,815 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,407 c_7+2,407 c_8$	$\geq 2,870$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,074 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,500 c_7+2,037 c_8$	$\geq 4,074$
$\alpha_0+4,815 \alpha_2+4,259 \alpha_7+4,444 \alpha_8+0,500 c_0+2,407 c_2+2,130 c_7+2,222 c_8$	$\geq 3,413$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,630 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,500 c_7+2,315 c_8$	$\geq 2,889$
$\alpha_0+4,167 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,722 \alpha_8+0,500 c_0+2,083 c_2+2,222 c_7+2,361 c_8$	$\geq 3,403$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,815 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,315 c_7+2,407 c_8$	$\geq 1,944$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,074 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,315 c_7+2,037 c_8$	$\geq 4,722$
$\alpha_0+4,630 \alpha_2+4,074 \alpha_7+3,704 \alpha_8+0,500 c_0+2,315 c_2+2,037 c_7+1,852 c_8$	$\geq 3,000$
$\alpha_0+3,889 \alpha_2+4,722 \alpha_7+4,722 \alpha_8+0,500 c_0+1,944 c_2+2,361 c_7+2,361 c_8$	$\geq 2,778$
$\alpha_0+4,167 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,722 \alpha_8+0,500 c_0+2,083 c_2+2,222 c_7+2,361 c_8$	$\geq 4,000$
$\alpha_0+4,167 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,444 \alpha_8+0,500 c_0+2,083 c_2+2,500 c_7+2,222 c_8$	$\geq 3,000$
$\alpha_0+3,519 \alpha_2+4,444 \alpha_7+3,519 \alpha_8+0,500 c_0+1,759 c_2+2,222 c_7+1,759 c_8$	$\geq 3,472$
$\alpha_0+3,333 \alpha_2+4,722 \alpha_7+4,167 \alpha_8+0,500 c_0+1,667 c_2+2,361 c_7+2,083 c_8$	$\geq 3,667$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+5,000 \alpha_7+5,000 \alpha_8+0,500 c_0+2,222 c_2+2,500 c_7+2,500 c_8$	$\geq 4,333$
$\alpha_0+3,889 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,259 \alpha_8+0,500 c_0+1,944 c_2+2,222 c_7+2,130 c_8$	$\geq 2,083$
$\alpha_0+3,889 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,259 \alpha_8+0,500 c_0+1,944 c_2+2,315 c_7+2,130 c_8$	$\geq 3,148$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,630 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,315 c_7+2,315 c_8$	$\geq 4,056$
$\alpha_0+3,889 \alpha_2+4,306 \alpha_7+4,722 \alpha_8+0,500 c_0+1,944 c_2+2,153 c_7+2,361 c_8$	$\geq 2,889$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,815 \alpha_7+4,815 \alpha_8+0,500 c_0+2,130 c_2+2,407 c_7+2,407 c_8$	$\geq 3,485$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,259 \alpha_8+0,500 c_0+2,222 c_2+2,500 c_7+2,130 c_8$	$\geq 3,704$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,444 \alpha_8+0,500 c_0+2,222 c_2+2,222 c_7+2,222 c_8$	$\geq 3,810$
$\alpha_0+4,167 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,444 \alpha_8+0,500 c_0+2,083 c_2+2,500 c_7+2,222 c_8$	$\geq 4,000$
$\alpha_0+4,074 \alpha_2+4,074 \alpha_7+3,704 \alpha_8-0,500 c_0-2,037 c_2-2,037 c_7-1,852 c_8$	$\leq 3,889$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,444 \alpha_7+4,630 \alpha_8-0,500 c_0-2,130 c_2-2,222 c_7-2,315 c_8$	$\leq 3,778$
$\alpha_0+4,630 \alpha_2+4,259 \alpha_7+4,630 \alpha_8-0,500 c_0-2,315 c_2-2,130 c_7-2,315 c_8$	$\leq 3,222$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,444 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_2-2,315 c_7-2,222 c_8$	$\leq 2,222$
$\alpha_0+3,704 \alpha_2+4,074 \alpha_7+4,259 \alpha_8-0,500 c_0-1,852 c_2-2,037 c_7-2,130 c_8$	$\leq 3,611$
$\alpha_0+3,611 \alpha_2+4,167 \alpha_7+4,722 \alpha_8-0,500 c_0-1,806 c_2-2,083 c_7-2,361 c_8$	$\leq 3,426$
$\alpha_0+4,444 \alpha_2+4,630 \alpha_7+4,630 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_2-2,315 c_7-2,315 c_8$	$\leq 3,148$
$\alpha_0+3,704 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,259 \alpha_8-0,500 c_0-1,852 c_2-2,500 c_7-2,130 c_8$	$\leq 3,056$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+4,815 \alpha_7+4,815 \alpha_8-0,500 c_0-2,130 c_2-2,407 c_7-2,407 c_8$	$\leq 2,870$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,074 \alpha_8-0,500 c_0-2,130 c_2-2,500 c_7-2,037 c_8$	$\leq 4,074$
$\alpha_0+4,815 \alpha_2+4,259 \alpha_7+4,444 \alpha_8-0,500 c_0-2,407 c_2-2,130 c_7-2,222 c_8$	$\leq 3,413$
$\alpha_0+4,259 \alpha_2+5,000 \alpha_7+4,630 \alpha_8-0,500 c_0-2,130 c_2-2,500 c_7-2,315 c_8$	$\leq 2,889$

$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_2 + 4,444$	$\alpha_7 + 4,722$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_2 - 2,222$	$c_7 - 2,361$	c_8	$\leq 3,403$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_2 + 4,630$	$\alpha_7 + 4,815$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_2 - 2,315$	$c_7 - 2,407$	c_8	$\leq 1,944$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_2 + 4,630$	$\alpha_7 + 4,074$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_2 - 2,315$	$c_7 - 2,037$	c_8	$\leq 4,722$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_2 + 4,074$	$\alpha_7 + 3,704$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,315$	$c_2 - 2,037$	$c_7 - 1,852$	c_8	$\leq 3,000$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_2 + 4,722$	$\alpha_7 + 4,722$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_2 - 2,361$	$c_7 - 2,361$	c_8	$\leq 2,778$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_2 + 4,444$	$\alpha_7 + 4,722$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_2 - 2,222$	$c_7 - 2,361$	c_8	$\leq 4,000$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_2 + 5,000$	$\alpha_7 + 4,444$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_2 - 2,500$	$c_7 - 2,222$	c_8	$\leq 3,000$
$\alpha_0 + 3,519$	$\alpha_2 + 4,444$	$\alpha_7 + 3,519$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,759$	$c_2 - 2,222$	$c_7 - 1,759$	c_8	$\leq 3,472$
$\alpha_0 + 3,333$	$\alpha_2 + 4,722$	$\alpha_7 + 4,167$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,667$	$c_2 - 2,361$	$c_7 - 2,083$	c_8	$\leq 3,667$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_2 + 5,000$	$\alpha_7 + 5,000$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_2 - 2,500$	$c_7 - 2,500$	c_8	$\leq 4,333$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_2 + 4,444$	$\alpha_7 + 4,259$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_2 - 2,222$	$c_7 - 2,130$	c_8	$\leq 2,083$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_2 + 4,630$	$\alpha_7 + 4,259$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_2 - 2,315$	$c_7 - 2,130$	c_8	$\leq 3,148$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_2 + 4,630$	$\alpha_7 + 4,630$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_2 - 2,315$	$c_7 - 2,315$	c_8	$\leq 4,056$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_2 + 4,306$	$\alpha_7 + 4,722$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_2 - 2,153$	$c_7 - 2,361$	c_8	$\leq 2,889$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_2 + 4,815$	$\alpha_7 + 4,815$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_2 - 2,407$	$c_7 - 2,407$	c_8	$\leq 3,485$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_2 + 5,000$	$\alpha_7 + 4,259$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_2 - 2,500$	$c_7 - 2,130$	c_8	$\leq 3,704$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_2 + 4,444$	$\alpha_7 + 4,444$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_2 - 2,222$	$c_7 - 2,222$	c_8	$\leq 3,810$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_2 + 5,000$	$\alpha_7 + 4,444$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_2 - 2,500$	$c_7 - 2,222$	c_8	$\leq 4,000$

$c_0, c_2, c_7, c_8 \geq 0$

EK-7: y_5 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1 + 125,926 c_3 + 129,259 c_5 + 137,731 c_7$$

$\alpha_0+4,444 \alpha_1+3,889 \alpha_3+3,519 \alpha_5+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+1,944 c_3+1,759 c_5+2,037 c_7$	$\geq 4,444$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,130 c_3+2,315 c_5+2,222 c_7$	$\geq 4,333$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_3+2,315 c_5+2,130 c_7$	$\geq 4,333$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,259 \alpha_3+3,889 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,130 c_3+1,944 c_5+2,315 c_7$	$\geq 3,426$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+3,704 \alpha_3+4,074 \alpha_5+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+1,852 c_3+2,037 c_5+2,037 c_7$	$\geq 4,167$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,167 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,083 c_3+2,222 c_5+2,083 c_7$	$\geq 3,611$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,815 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,222 c_3+2,407 c_5+2,315 c_7$	$\geq 3,611$
$\alpha_0+4,815 \alpha_1+4,074 \alpha_3+4,259 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,407 c_1+2,037 c_3+2,130 c_5+2,500 c_7$	$\geq 3,519$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,037 c_3+2,222 c_5+2,407 c_7$	$\geq 2,593$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,444 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,130 c_3+2,222 c_5+2,500 c_7$	$\geq 4,074$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+3,889 \alpha_3+4,259 \alpha_5+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+1,944 c_3+2,130 c_5+2,130 c_7$	$\geq 3,333$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,074 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_3+2,037 c_5+2,500 c_7$	$\geq 2,667$
$\alpha_0+3,889 \alpha_1+3,611 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+1,806 c_3+2,083 c_5+2,222 c_7$	$\geq 3,681$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,130 c_3+2,315 c_5+2,315 c_7$	$\geq 1,389$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,074 \alpha_3+3,704 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,037 c_3+1,852 c_5+2,315 c_7$	$\geq 4,537$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,130 c_3+2,315 c_5+2,037 c_7$	$\geq 4,000$
$\alpha_0+3,889 \alpha_1+4,722 \alpha_3+4,722 \alpha_5+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,361 c_3+2,361 c_5+2,361 c_7$	$\geq 3,111$
$\alpha_0+4,167 \alpha_1+4,722 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+2,361 c_3+2,083 c_5+2,222 c_7$	$\geq 3,111$
$\alpha_0+4,167 \alpha_1+3,889 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+1,944 c_3+2,083 c_5+2,500 c_7$	$\geq 2,889$
$\alpha_0+3,889 \alpha_1+2,778 \alpha_3+4,074 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+1,389 c_3+2,037 c_5+2,222 c_7$	$\geq 3,819$
$\alpha_0+3,056 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,722 \alpha_5+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,528 c_1+2,083 c_3+2,361 c_5+2,361 c_7$	$\geq 3,556$
$\alpha_0+4,722 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,361 c_1+2,083 c_3+2,083 c_5+2,500 c_7$	$\geq 4,556$

$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,130 c_3+2,315 c_5+2,222 c_7$	$\geq 3,611$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_3+3,704 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,037 c_3+1,852 c_5+2,315 c_7$	$\geq 3,981$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_3+4,259 \alpha_5+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,407 c_3+2,130 c_5+2,315 c_7$	$\geq 4,222$
$\alpha_0+3,472 \alpha_1+4,306 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,306 \alpha_7+0,500 c_0+1,736 c_1+2,153 c_3+2,083 c_5+2,153 c_7$	$\geq 3,667$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,815 \alpha_5+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_3+2,407 c_5+2,407 c_7$	$\geq 4,091$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,444 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,222 c_3+2,222 c_5+2,500 c_7$	$\geq 3,704$
$\alpha_0+4,306 \alpha_1+4,583 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,153 c_1+2,292 c_3+2,222 c_5+2,222 c_7$	$\geq 3,651$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_3+2,083 c_5+2,500 c_7$	$\geq 4,111$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+3,889 \alpha_3+3,519 \alpha_5+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-1,944 c_3-1,759 c_5-2,037 c_7$	$\leq 4,444$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,130 c_3-2,315 c_5-2,222 c_7$	$\leq 4,333$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_3-2,315 c_5-2,130 c_7$	$\leq 4,333$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,259 \alpha_3+3,889 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,130 c_3-1,944 c_5-2,315 c_7$	$\leq 3,426$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+3,704 \alpha_3+4,074 \alpha_5+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-1,852 c_3-2,037 c_5-2,037 c_7$	$\leq 4,167$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,167 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,083 c_3-2,222 c_5-2,083 c_7$	$\leq 3,611$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,815 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,222 c_3-2,407 c_5-2,315 c_7$	$\leq 3,611$
$\alpha_0+4,815 \alpha_1+4,074 \alpha_3+4,259 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,407 c_1-2,037 c_3-2,130 c_5-2,500 c_7$	$\leq 3,519$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,037 c_3-2,222 c_5-2,407 c_7$	$\leq 2,593$
$\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,444 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,130 c_3-2,222 c_5-2,500 c_7$	$\leq 4,074$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+3,889 \alpha_3+4,259 \alpha_5+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-1,944 c_3-2,130 c_5-2,130 c_7$	$\leq 3,333$
$\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,074 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_3-2,037 c_5-2,500 c_7$	$\leq 2,667$
$\alpha_0+3,889 \alpha_1+3,611 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-1,806 c_3-2,083 c_5-2,222 c_7$	$\leq 3,681$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,130 c_3-2,315 c_5-2,315 c_7$	$\leq 1,389$
$\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,074 \alpha_3+3,704 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,037 c_3-1,852 c_5-2,315 c_7$	$\leq 4,537$
$\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,130 c_3-2,315 c_5-2,037 c_7$	$\leq 4,000$

$$\begin{aligned}
& \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,722 \alpha_3+4,722 \alpha_5+4,722 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-2,361 c_3-2,361 c_5-2,361 c_7 \leq 3,111 \\
& \alpha_0+4,167 \alpha_1+4,722 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,083 c_1-2,361 c_3-2,083 c_5-2,222 c_7 \leq 3,111 \\
& \alpha_0+4,167 \alpha_1+3,889 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,083 c_1-1,944 c_3-2,083 c_5-2,500 c_7 \leq 2,889 \\
& \alpha_0+3,889 \alpha_1+2,778 \alpha_3+4,074 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-1,389 c_3-2,037 c_5-2,222 c_7 \leq 3,819 \\
& \alpha_0+3,056 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,722 \alpha_5+4,722 \alpha_7-0,500 c_0-1,528 c_1-2,083 c_3-2,361 c_5-2,361 c_7 \leq 3,556 \\
& \alpha_0+4,722 \alpha_1+4,167 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,361 c_1-2,083 c_3-2,083 c_5-2,500 c_7 \leq 4,556 \\
& \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,259 \alpha_3+4,630 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,130 c_3-2,315 c_5-2,222 c_7 \leq 3,611 \\
& \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_3+3,704 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,037 c_3-1,852 c_5-2,315 c_7 \leq 3,981 \\
& \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_3+4,259 \alpha_5+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,407 c_3-2,130 c_5-2,315 c_7 \leq 4,222 \\
& \alpha_0+3,472 \alpha_1+4,306 \alpha_3+4,167 \alpha_5+4,306 \alpha_7-0,500 c_0-1,736 c_1-2,153 c_3-2,083 c_5-2,153 c_7 \leq 3,667 \\
& \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,815 \alpha_5+4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_3-2,407 c_5-2,407 c_7 \leq 4,091 \\
& \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,444 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,222 c_3-2,222 c_5-2,500 c_7 \leq 3,704 \\
& \alpha_0+4,306 \alpha_1+4,583 \alpha_3+4,444 \alpha_5+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,153 c_1-2,292 c_3-2,222 c_5-2,222 c_7 \leq 3,651 \\
& \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_3+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_3-2,083 c_5-2,500 c_7 \leq 4,111 \\
& c_0, c_1, c_3, c_5, c_7 \geq 0
\end{aligned}$$

EK-8: y_6 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,037 c_7 &\geq 4,028 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,222 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,130 c_7 &\geq 3,111 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,315 c_7 &\geq 1,944 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,037 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,167 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,083 c_7 &\geq 2,685 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,315 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+4,815 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,407 c_1+2,500 c_7 &\geq 3,056 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,407 c_7 &\geq 1,852 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,500 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,130 c_7 &\geq 3,016 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,500 c_7 &\geq 2,667 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,222 c_7 &\geq 2,917 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,315 c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,315 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,037 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,361 c_7 &\geq 1,778 \\ \alpha_0+4,167 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+2,222 c_7 &\geq 2,667 \\ \alpha_0+4,167 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+2,500 c_7 &\geq 2,333 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,222 c_7 &\geq 2,708 \\ \alpha_0+3,056 \alpha_1+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,528 c_1+2,361 c_7 &\geq 2,222 \\ \alpha_0+4,722 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,361 c_1+2,500 c_7 &\geq 3,667 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_7 &\geq 1,250 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,315 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,315 c_7 &\geq 2,722 \\ \alpha_0+3,472 \alpha_1+4,306 \alpha_7+0,500 c_0+1,736 c_1+2,153 c_7 &\geq 2,333 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,407 c_7 &\geq 3,737 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,500 c_7 &\geq 2,963 \\ \alpha_0+4,306 \alpha_1+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,153 c_1+2,222 c_7 &\geq 3,810 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,500 c_7 &\geq 3,667 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,037 c_7 &\leq 4,028 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,222 c_7 &\leq 3,222 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,130 c_7 &\leq 3,111 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,315 c_7 &\leq 1,944 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,037 c_7 &\leq 3,704 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,167 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,083 c_7 &\leq 2,685 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,315 c_7 &\leq 3,333 \\ \alpha_0+4,815 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,407 c_1-2,500 c_7 &\leq 3,056 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,407 c_7 &\leq 1,852 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\alpha_0+4,630 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,500 c_7 \leq 3,796 \\
&\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,130 c_7 \leq 3,016 \\
&\alpha_0+4,444 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,500 c_7 \leq 2,667 \\
&\alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-2,222 c_7 \leq 2,917 \\
&\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,315 c_7 \leq 2,778 \\
&\alpha_0+4,259 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,315 c_7 \leq 4,074 \\
&\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,037 c_7 \leq 3,222 \\
&\alpha_0+3,889 \alpha_1+4,722 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-2,361 c_7 \leq 1,778 \\
&\alpha_0+4,167 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,083 c_1-2,222 c_7 \leq 2,667 \\
&\alpha_0+4,167 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,083 c_1-2,500 c_7 \leq 2,333 \\
&\alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-1,944 c_1-2,222 c_7 \leq 2,708 \\
&\alpha_0+3,056 \alpha_1+4,722 \alpha_7-0,500 c_0-1,528 c_1-2,361 c_7 \leq 2,222 \\
&\alpha_0+4,722 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,361 c_1-2,500 c_7 \leq 3,667 \\
&\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_7 \leq 1,250 \\
&\alpha_0+4,074 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,315 c_7 \leq 3,333 \\
&\alpha_0+4,630 \alpha_1+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,315 c_7 \leq 2,722 \\
&\alpha_0+3,472 \alpha_1+4,306 \alpha_7-0,500 c_0-1,736 c_1-2,153 c_7 \leq 2,333 \\
&\alpha_0+4,444 \alpha_1+4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,407 c_7 \leq 3,737 \\
&\alpha_0+4,630 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,500 c_7 \leq 2,963 \\
&\alpha_0+4,306 \alpha_1+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,153 c_1-2,222 c_7 \leq 3,810 \\
&\alpha_0+4,444 \alpha_1+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,500 c_7 \leq 3,667 \\
&c_0, c_1, c_7 \geq 0
\end{aligned}$$

EK-9: y_7 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1 + 129,120 c_6 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0+4,444 \alpha_1+3,889 \alpha_6+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+1,944 c_6+2,037 c_7 &\geq 4,583 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,037 c_6+2,222 c_7 &\geq 3,667 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,630 \alpha_6+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,315 c_6+2,130 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,037 c_6+2,315 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_6+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,407 c_6+2,037 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_6+4,167 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_6+2,083 c_7 &\geq 3,148 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,037 c_6+2,315 c_7 &\geq 3,426 \\ \alpha_0+4,815 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,407 c_1+2,222 c_6+2,500 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,037 c_6+2,407 c_7 &\geq 3,056 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,630 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,315 c_6+2,500 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,130 c_6+2,130 c_7 &\geq 3,016 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,222 c_6+2,500 c_7 &\geq 2,667 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,222 c_6+2,222 c_7 &\geq 3,125 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,130 c_6+2,315 c_7 &\geq 0,833 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_1+2,130 c_6+2,315 c_7 &\geq 4,352 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+2,130 c_6+2,037 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+4,444 \alpha_6+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+2,222 c_6+2,361 c_7 &\geq 2,222 \\ \alpha_0+4,167 \alpha_1+4,722 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+2,361 c_6+2,222 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0+4,167 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_1+2,222 c_6+2,500 c_7 &\geq 2,111 \\ \alpha_0+3,889 \alpha_1+3,889 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+1,944 c_1+1,944 c_6+2,222 c_7 &\geq 3,194 \\ \alpha_0+3,056 \alpha_1+4,444 \alpha_6+4,722 \alpha_7+0,500 c_0+1,528 c_1+2,222 c_6+2,361 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0+4,722 \alpha_1+3,889 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,361 c_1+1,944 c_6+2,500 c_7 &\geq 4,333 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,037 c_6+2,222 c_7 &\geq 1,667 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+3,704 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_1+1,852 c_6+2,315 c_7 &\geq 3,426 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,130 c_6+2,315 c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0+3,472 \alpha_1+4,583 \alpha_6+4,306 \alpha_7+0,500 c_0+1,736 c_1+2,292 c_6+2,153 c_7 &\geq 3,111 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,130 c_6+2,407 c_7 &\geq 3,535 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_1+2,222 c_6+2,500 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0+4,306 \alpha_1+4,167 \alpha_6+4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,153 c_1+2,083 c_6+2,222 c_7 &\geq 3,889 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,722 \alpha_6+5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_1+2,361 c_6+2,500 c_7 &\geq 3,000 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+3,889 \alpha_6+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-1,944 c_6-2,037 c_7 &\leq 4,583 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,037 c_6-2,222 c_7 &\leq 3,667 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,630 \alpha_6+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,315 c_6-2,130 c_7 &\leq 3,333 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,037 c_6-2,315 c_7 &\leq 3,519 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,815 \alpha_6+4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,407 c_6-2,037 c_7 &\leq 3,796 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_6+4,167 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_6-2,083 c_7 &\leq 3,148 \\ \alpha_0+4,074 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_1-2,037 c_6-2,315 c_7 &\leq 3,426 \\ \alpha_0+4,815 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,407 c_1-2,222 c_6-2,500 c_7 &\leq 3,333 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,074 \alpha_6+4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,037 c_6-2,407 c_7 &\leq 3,056 \\ \alpha_0+4,630 \alpha_1+4,630 \alpha_6+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_1-2,315 c_6-2,500 c_7 &\leq 3,796 \\ \alpha_0+4,259 \alpha_1+4,259 \alpha_6+4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_1-2,130 c_6-2,130 c_7 &\leq 3,016 \\ \alpha_0+4,444 \alpha_1+4,444 \alpha_6+5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_1-2,222 c_6-2,500 c_7 &\leq 2,667 \end{aligned}$$

$\alpha_0+3,889$	$\alpha_1+4,444$	$\alpha_6+4,444$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-1,944$	$c_1-2,222$	$c_6-2,222$	c_7	$\leq 3,125$
$\alpha_0+4,259$	$\alpha_1+4,259$	$\alpha_6+4,630$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,130$	$c_1-2,130$	$c_6-2,315$	c_7	$\leq 0,833$
$\alpha_0+4,259$	$\alpha_1+4,259$	$\alpha_6+4,630$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,130$	$c_1-2,130$	$c_6-2,315$	c_7	$\leq 4,352$
$\alpha_0+4,074$	$\alpha_1+4,259$	$\alpha_6+4,074$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,037$	$c_1-2,130$	$c_6-2,037$	c_7	$\leq 3,333$
$\alpha_0+3,889$	$\alpha_1+4,444$	$\alpha_6+4,722$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-1,944$	$c_1-2,222$	$c_6-2,361$	c_7	$\leq 2,222$
$\alpha_0+4,167$	$\alpha_1+4,722$	$\alpha_6+4,444$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,083$	$c_1-2,361$	$c_6-2,222$	c_7	$\leq 3,222$
$\alpha_0+4,167$	$\alpha_1+4,444$	$\alpha_6+5,000$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,083$	$c_1-2,222$	$c_6-2,500$	c_7	$\leq 2,111$
$\alpha_0+3,889$	$\alpha_1+3,889$	$\alpha_6+4,444$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-1,944$	$c_1-1,944$	$c_6-2,222$	c_7	$\leq 3,194$
$\alpha_0+3,056$	$\alpha_1+4,444$	$\alpha_6+4,722$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-1,528$	$c_1-2,222$	$c_6-2,361$	c_7	$\leq 3,222$
$\alpha_0+4,722$	$\alpha_1+3,889$	$\alpha_6+5,000$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,361$	$c_1-1,944$	$c_6-2,500$	c_7	$\leq 4,333$
$\alpha_0+4,444$	$\alpha_1+4,074$	$\alpha_6+4,444$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,222$	$c_1-2,037$	$c_6-2,222$	c_7	$\leq 1,667$
$\alpha_0+4,074$	$\alpha_1+3,704$	$\alpha_6+4,630$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,037$	$c_1-1,852$	$c_6-2,315$	c_7	$\leq 3,426$
$\alpha_0+4,630$	$\alpha_1+4,259$	$\alpha_6+4,630$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,315$	$c_1-2,130$	$c_6-2,315$	c_7	$\leq 3,556$
$\alpha_0+3,472$	$\alpha_1+4,583$	$\alpha_6+4,306$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-1,736$	$c_1-2,292$	$c_6-2,153$	c_7	$\leq 3,111$
$\alpha_0+4,444$	$\alpha_1+4,259$	$\alpha_6+4,815$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,222$	$c_1-2,130$	$c_6-2,407$	c_7	$\leq 3,535$
$\alpha_0+4,630$	$\alpha_1+4,444$	$\alpha_6+5,000$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,315$	$c_1-2,222$	$c_6-2,500$	c_7	$\leq 3,519$
$\alpha_0+4,306$	$\alpha_1+4,167$	$\alpha_6+4,444$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,153$	$c_1-2,083$	$c_6-2,222$	c_7	$\leq 3,889$
$\alpha_0+4,444$	$\alpha_1+4,722$	$\alpha_6+5,000$	$\alpha_7-0,500$	$c_0-2,222$	$c_1-2,361$	$c_6-2,500$	c_7	$\leq 3,000$

$c_0, c_1, c_3, c_6, c_7 \geq 0$

EK-10: y_8 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 125,648 c_4 + 129,259 c_5 + 132,963 c_8$$

$\alpha_0 + 3,704$	$\alpha_4 + 3,519$	$\alpha_5 + 3,704$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,852$	$c_4 + 1,759$	$c_5 + 1,852$	c_8	$\geq 4,306$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,130$	$c_4 + 2,315$	$c_5 + 2,315$	c_8	$\geq 3,556$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,315$	$c_5 + 2,315$	c_8	$\geq 3,778$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_4 + 3,889$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,944$	$c_4 + 1,944$	$c_5 + 2,222$	c_8	$\geq 2,500$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,074$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,130$	$c_4 + 2,037$	$c_5 + 2,130$	c_8	$\geq 4,074$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,083$	$c_4 + 2,222$	$c_5 + 2,361$	c_8	$\geq 2,685$
$\alpha_0 + 4,815$	$\alpha_4 + 4,815$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,407$	$c_4 + 2,407$	$c_5 + 2,315$	c_8	$\geq 3,426$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,259$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,130$	$c_4 + 2,130$	$c_5 + 2,130$	c_8	$\geq 3,519$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,815$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,315$	$c_4 + 2,222$	$c_5 + 2,407$	c_8	$\geq 2,778$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,074$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,222$	$c_5 + 2,037$	c_8	$\geq 3,056$
$\alpha_0 + 4,074$	$\alpha_4 + 4,259$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,037$	$c_4 + 2,130$	$c_5 + 2,222$	c_8	$\geq 2,857$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,074$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,037$	$c_5 + 2,315$	c_8	$\geq 3,222$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,083$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,361$	c_8	$\geq 1,944$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,815$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,130$	$c_4 + 2,315$	$c_5 + 2,407$	c_8	$\geq 1,944$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_4 + 3,704$	$\alpha_5 + 4,074$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,944$	$c_4 + 1,852$	$c_5 + 2,037$	c_8	$\geq 4,074$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 3,704$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,083$	$c_4 + 2,315$	$c_5 + 1,852$	c_8	$\geq 3,111$
$\alpha_0 + 3,611$	$\alpha_4 + 4,722$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,806$	$c_4 + 2,361$	$c_5 + 2,361$	c_8	$\geq 2,000$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,361$	c_8	$\geq 3,556$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,944$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,222$	c_8	$\geq 2,333$
$\alpha_0 + 3,519$	$\alpha_4 + 4,074$	$\alpha_5 + 3,519$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,759$	$c_4 + 2,037$	$c_5 + 1,759$	c_8	$\geq 3,681$
$\alpha_0 + 3,056$	$\alpha_4 + 4,722$	$\alpha_5 + 4,167$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,528$	$c_4 + 2,361$	$c_5 + 2,083$	c_8	$\geq 2,111$
$\alpha_0 + 4,722$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 5,000$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,361$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,500$	c_8	$\geq 3,000$
$\alpha_0 + 3,704$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,852$	$c_4 + 2,315$	$c_5 + 2,130$	c_8	$\geq 2,222$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 3,704$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 1,852$	$c_5 + 2,130$	c_8	$\geq 3,704$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_4 + 4,259$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,315$	$c_4 + 2,130$	$c_5 + 2,315$	c_8	$\geq 3,111$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,083$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,361$	c_8	$\geq 2,889$
$\alpha_0 + 4,815$	$\alpha_4 + 4,815$	$\alpha_5 + 4,815$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,407$	$c_4 + 2,407$	$c_5 + 2,407$	c_8	$\geq 3,333$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,222$	$c_5 + 2,130$	c_8	$\geq 2,963$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 2,222$	$c_4 + 2,222$	$c_5 + 2,222$	c_8	$\geq 3,175$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_4 + 4,167$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 + 0,500$	$c_0 + 1,944$	$c_4 + 2,083$	$c_5 + 2,222$	c_8	$\geq 2,333$
$\alpha_0 + 3,704$	$\alpha_4 + 3,519$	$\alpha_5 + 3,704$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,852$	$c_4 - 1,759$	$c_5 - 1,852$	c_8	$\leq 4,306$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_4 - 2,315$	$c_5 - 2,315$	c_8	$\leq 3,556$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,630$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_4 - 2,315$	$c_5 - 2,315$	c_8	$\leq 3,778$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_4 + 3,889$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_4 - 1,944$	$c_5 - 2,222$	c_8	$\leq 2,500$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,074$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_4 - 2,037$	$c_5 - 2,130$	c_8	$\leq 4,074$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,722$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_4 - 2,222$	$c_5 - 2,361$	c_8	$\leq 2,685$
$\alpha_0 + 4,815$	$\alpha_4 + 4,815$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,407$	$c_4 - 2,407$	$c_5 - 2,315$	c_8	$\leq 3,426$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_4 + 4,259$	$\alpha_5 + 4,259$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_4 - 2,130$	$c_5 - 2,130$	c_8	$\leq 3,519$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,815$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,315$	$c_4 - 2,222$	$c_5 - 2,407$	c_8	$\leq 2,778$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,444$	$\alpha_5 + 4,074$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_4 - 2,222$	$c_5 - 2,037$	c_8	$\leq 3,056$
$\alpha_0 + 4,074$	$\alpha_4 + 4,259$	$\alpha_5 + 4,444$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,037$	$c_4 - 2,130$	$c_5 - 2,222$	c_8	$\leq 2,857$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_4 + 4,074$	$\alpha_5 + 4,630$	$\alpha_8 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_4 - 2,037$	$c_5 - 2,315$	c_8	$\leq 3,222$

$$\begin{array}{r}
\alpha_0 +4,167 \alpha_4+4,167 \alpha_5+4,722 \alpha_8-0,500 c_0-2,083 c_4-2,083 c_5-2,361 c_8 \leq 1,944 \\
\alpha_0 +4,259 \alpha_4+4,630 \alpha_5+4,815 \alpha_8-0,500 c_0-2,130 c_4-2,315 c_5-2,407 c_8 \leq 1,944 \\
\alpha_0 +3,889 \alpha_4+3,704 \alpha_5+4,074 \alpha_8-0,500 c_0-1,944 c_4-1,852 c_5-2,037 c_8 \leq 4,074 \\
\alpha_0 +4,167 \alpha_4+4,630 \alpha_5+3,704 \alpha_8-0,500 c_0-2,083 c_4-2,315 c_5-1,852 c_8 \leq 3,111 \\
\alpha_0 +3,611 \alpha_4+4,722 \alpha_5+4,722 \alpha_8-0,500 c_0-1,806 c_4-2,361 c_5-2,361 c_8 \leq 2,000 \\
\alpha_0 +4,444 \alpha_4+4,167 \alpha_5+4,722 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_4-2,083 c_5-2,361 c_8 \leq 3,556 \\
\alpha_0 +3,889 \alpha_4+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_8-0,500 c_0-1,944 c_4-2,083 c_5-2,222 c_8 \leq 2,333 \\
\alpha_0 +3,519 \alpha_4+4,074 \alpha_5+3,519 \alpha_8-0,500 c_0-1,759 c_4-2,037 c_5-1,759 c_8 \leq 3,681 \\
\alpha_0 +3,056 \alpha_4+4,722 \alpha_5+4,167 \alpha_8-0,500 c_0-1,528 c_4-2,361 c_5-2,083 c_8 \leq 2,111 \\
\alpha_0 +4,722 \alpha_4+4,167 \alpha_5+5,000 \alpha_8-0,500 c_0-2,361 c_4-2,083 c_5-2,500 c_8 \leq 3,000 \\
\alpha_0 +3,704 \alpha_4+4,630 \alpha_5+4,259 \alpha_8-0,500 c_0-1,852 c_4-2,315 c_5-2,130 c_8 \leq 2,222 \\
\alpha_0 +4,444 \alpha_4+3,704 \alpha_5+4,259 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_4-1,852 c_5-2,130 c_8 \leq 3,704 \\
\alpha_0 +4,630 \alpha_4+4,259 \alpha_5+4,630 \alpha_8-0,500 c_0-2,315 c_4-2,130 c_5-2,315 c_8 \leq 3,111 \\
\alpha_0 +4,167 \alpha_4+4,167 \alpha_5+4,722 \alpha_8-0,500 c_0-2,083 c_4-2,083 c_5-2,361 c_8 \leq 2,889 \\
\alpha_0 +4,815 \alpha_4+4,815 \alpha_5+4,815 \alpha_8-0,500 c_0-2,407 c_4-2,407 c_5-2,407 c_8 \leq 3,333 \\
\alpha_0 +4,444 \alpha_4+4,444 \alpha_5+4,259 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_4-2,222 c_5-2,130 c_8 \leq 2,963 \\
\alpha_0 +4,444 \alpha_4+4,444 \alpha_5+4,444 \alpha_8-0,500 c_0-2,222 c_4-2,222 c_5-2,222 c_8 \leq 3,175 \\
\alpha_0 +3,889 \alpha_4+4,167 \alpha_5+4,444 \alpha_8-0,500 c_0-1,944 c_4-2,083 c_5-2,222 c_8 \leq 2,333 \\
c_0, c_4, c_5, c_8 \geq 0
\end{array}$$

EK-11: y_9 Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 129,259 c_5 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,759 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 4,583 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,944 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 2,407 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,083 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,056 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,778 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,750 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,056 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 2,889 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 2,556 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 4,306 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 3,222 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,306 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,153 c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 4,293 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,148 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 3,810 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 3,778 \\ \alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,759 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 4,583 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 3,556 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,944 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 2,407 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,083 c_7 &\leq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,056 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,796 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,778 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,750 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,056 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 3,556 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 2,889 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 2,556 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 4,306 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 3,222 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 3,704 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,306 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,153 c_7 &\leq 2,778 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 4,293 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,148 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 3,810 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 3,778 \\
c_0, c_1, c_5, c_7 &\geq 0
\end{aligned}$$

EK-12: y_{10} Kriteri İçin Oluşturulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,074 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,037 c_7 &\geq 3,611 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,222 c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,259 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,130 c_7 &\geq 4,556 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,037 c_1 +2,315 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,074 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,037 c_7 &\geq 3,981 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,167 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,083 c_7 &\geq 3,056 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,037 c_1 +2,315 c_7 &\geq 3,611 \\ \alpha_0 +4,815 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,407 c_1 +2,500 c_7 &\geq 2,870 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,815 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,407 c_7 &\geq 3,426 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,500 c_7 &\geq 3,426 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_1 +4,259 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,130 c_1 +2,130 c_7 &\geq 2,937 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,500 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 +3,889 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +1,944 c_1 +2,222 c_7 &\geq 2,431 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,130 c_1 +2,315 c_7 &\geq 2,500 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,130 c_1 +2,315 c_7 &\geq 3,796 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,074 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,037 c_1 +2,037 c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0 +3,889 \alpha_1 +4,722 \alpha_7 +0,500 c_0 +1,944 c_1 +2,361 c_7 &\geq 2,444 \\ \alpha_0 +4,167 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,083 c_1 +2,222 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 +4,167 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,083 c_1 +2,500 c_7 &\geq 2,444 \\ \alpha_0 +3,889 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +1,944 c_1 +2,222 c_7 &\geq 3,472 \\ \alpha_0 +3,056 \alpha_1 +4,722 \alpha_7 +0,500 c_0 +1,528 c_1 +2,361 c_7 &\geq 2,667 \\ \alpha_0 +4,722 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,361 c_1 +2,500 c_7 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,222 c_7 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,037 c_1 +2,315 c_7 &\geq 3,981 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,315 c_7 &\geq 4,000 \\ \alpha_0 +3,472 \alpha_1 +4,306 \alpha_7 +0,500 c_0 +1,736 c_1 +2,153 c_7 &\geq 3,556 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,815 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,407 c_7 &\geq 4,495 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,315 c_1 +2,500 c_7 &\geq 1,667 \\ \alpha_0 +4,306 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,153 c_1 +2,222 c_7 &\geq 3,492 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 +0,500 c_0 +2,222 c_1 +2,500 c_7 &\geq 1,889 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,074 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,222 c_1 -2,037 c_7 &\leq 3,611 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,444 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,315 c_1 -2,222 c_7 &\leq 2,778 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,259 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,222 c_1 -2,130 c_7 &\leq 4,556 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,037 c_1 -2,315 c_7 &\leq 3,519 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,074 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,315 c_1 -2,037 c_7 &\leq 3,981 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +4,167 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,222 c_1 -2,083 c_7 &\leq 3,056 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_1 +4,630 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,037 c_1 -2,315 c_7 &\leq 3,611 \\ \alpha_0 +4,815 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,407 c_1 -2,500 c_7 &\leq 2,870 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +4,815 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,315 c_1 -2,407 c_7 &\leq 3,426 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,315 c_1 -2,500 c_7 &\leq 3,426 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_1 +4,259 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,130 c_1 -2,130 c_7 &\leq 2,937 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_1 +5,000 \alpha_7 -0,500 c_0 -2,222 c_1 -2,500 c_7 &\leq 3,333 \end{aligned}$$

$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_1 + 4,444$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_1 - 2,222$	c_7	$\leq 2,431$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_1 + 4,630$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_1 - 2,315$	c_7	$\leq 2,500$
$\alpha_0 + 4,259$	$\alpha_1 + 4,630$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,130$	$c_1 - 2,315$	c_7	$\leq 3,796$
$\alpha_0 + 4,074$	$\alpha_1 + 4,074$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,037$	$c_1 - 2,037$	c_7	$\leq 3,556$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_1 + 4,722$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_1 - 2,361$	c_7	$\leq 2,444$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_1 + 4,444$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_1 - 2,222$	c_7	$\leq 3,333$
$\alpha_0 + 4,167$	$\alpha_1 + 5,000$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,083$	$c_1 - 2,500$	c_7	$\leq 2,444$
$\alpha_0 + 3,889$	$\alpha_1 + 4,444$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 1,944$	$c_1 - 2,222$	c_7	$\leq 3,472$
$\alpha_0 + 3,056$	$\alpha_1 + 4,722$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 1,528$	$c_1 - 2,361$	c_7	$\leq 2,667$
$\alpha_0 + 4,722$	$\alpha_1 + 5,000$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,361$	$c_1 - 2,500$	c_7	$\leq 3,333$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_1 + 4,444$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_1 - 2,222$	c_7	$\leq 2,778$
$\alpha_0 + 4,074$	$\alpha_1 + 4,630$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,037$	$c_1 - 2,315$	c_7	$\leq 3,981$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_1 + 4,630$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,315$	$c_1 - 2,315$	c_7	$\leq 4,000$
$\alpha_0 + 3,472$	$\alpha_1 + 4,306$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 1,736$	$c_1 - 2,153$	c_7	$\leq 3,556$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_1 + 4,815$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_1 - 2,407$	c_7	$\leq 4,495$
$\alpha_0 + 4,630$	$\alpha_1 + 5,000$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,315$	$c_1 - 2,500$	c_7	$\leq 1,667$
$\alpha_0 + 4,306$	$\alpha_1 + 4,444$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,153$	$c_1 - 2,222$	c_7	$\leq 3,492$
$\alpha_0 + 4,444$	$\alpha_1 + 5,000$	$\alpha_7 - 0,500$	$c_0 - 2,222$	$c_1 - 2,500$	c_7	$\leq 1,889$

$c_0, c_1, c_7 \geq 0$

EK-13: x_2 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 128,333 c_1$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,037 c_1 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 3,611 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,037 c_1 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,407 c_1 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,130 c_1 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 1,944 c_1 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,130 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,130 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,037 c_1 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 1,944 c_1 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,083 c_1 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,083 c_1 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 1,944 c_1 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 + 3,056 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 1,528 c_1 &\geq 3,333 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,361 c_1 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,037 c_1 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,472 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 1,736 c_1 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,315 c_1 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,306 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,153 c_1 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 + 0,500 c_0 + 2,222 c_1 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,037 c_1 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 3,611 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,037 c_1 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,407 c_1 &\leq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,130 c_1 &\leq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 1,944 c_1 &\leq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,130 c_1 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,130 c_1 &\leq 4,259 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,074 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,037 c_1 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 1,944 c_1 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,083 c_1 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,083 c_1 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 1,944 c_1 &\leq 3,519 \\
\alpha_0 + 3,056 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 1,528 c_1 &\leq 3,333 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,361 c_1 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,037 c_1 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 3,472 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 1,736 c_1 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,315 c_1 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,306 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,153 c_1 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_1 - 0,500 c_0 - 2,222 c_1 &\leq 4,167 \\
c_0, c_1 &\geq 0
\end{aligned}$$



EK-14: x_3 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 129,120 c_6$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 3,889 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 1,944 c_6 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,037 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,315 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,037 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,407 c_6 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,037 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,037 c_6 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,315 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 3,611 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,361 c_6 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 1,944 c_6 &\geq 2,778 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 1,944 c_6 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,037 c_6 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 1,852 c_6 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,583 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,292 c_6 &\geq 4,306 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,130 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,222 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,083 c_6 &\geq 4,583 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_6 + 0,500 c_0 + 2,361 c_6 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 1,944 c_6 &\leq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,037 c_6 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,315 c_6 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,037 c_6 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,407 c_6 &\leq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 &\leq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,037 c_6 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,037 c_6 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,315 c_6 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 &\leq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 &\leq 3,611 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 &\leq 4,074 \end{aligned}$$

$\alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 \leq 4,259$
 $\alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 \leq 4,722$
 $\alpha_0 + 4,722 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,361 c_6 \leq 4,722$
 $\alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 \leq 3,889$
 $\alpha_0 + 3,889 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 1,944 c_6 \leq 2,778$
 $\alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 \leq 4,167$
 $\alpha_0 + 3,889 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 1,944 c_6 \leq 4,167$
 $\alpha_0 + 4,074 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,037 c_6 \leq 4,259$
 $\alpha_0 + 3,704 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 1,852 c_6 \leq 4,074$
 $\alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 \leq 4,815$
 $\alpha_0 + 4,583 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,292 c_6 \leq 4,306$
 $\alpha_0 + 4,259 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,130 c_6 \leq 4,444$
 $\alpha_0 + 4,444 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,222 c_6 \leq 4,444$
 $\alpha_0 + 4,167 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,083 c_6 \leq 4,583$
 $\alpha_0 + 4,722 \alpha_6 - 0,500 c_0 - 2,361 c_6 \leq 4,444$
 $c_0, c_6 \geq 0$



EK-15: x_5 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,306 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,153 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,500 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_7 &\leq 3,519 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_7 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,815 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,074 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 3,704 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 3,704 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,306 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,153 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_7 &\leq 4,815 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,167 \\
c_0, c_7 &\geq 0
\end{aligned}$$

EK-16: x_6 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 125,926 c_3$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 3,889 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,944 c_3 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,852 c_3 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,083 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,037 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,037 c_3 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,944 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 3,611 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,806 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,037 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,361 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,361 c_3 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,944 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 2,778 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 1,389 c_3 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,083 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,083 c_3 &\geq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,130 c_3 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,037 c_3 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,407 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,306 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,153 c_3 &\geq 4,583 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,583 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,292 c_3 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 + 0,500 c_0 + 2,222 c_3 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,944 c_3 &\leq 3,889 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,852 c_3 &\leq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,083 c_3 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,037 c_3 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,037 c_3 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,944 c_3 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,444 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 3,611 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,806 c_3 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,037 c_3 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,361 c_3 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,361 c_3 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 3,889 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,944 c_3 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 2,778 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 1,389 c_3 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,083 c_3 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,083 c_3 &\leq 3,889 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,130 c_3 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,037 c_3 &\leq 3,704 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,407 c_3 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,306 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,153 c_3 &\leq 4,583 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,583 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,292 c_3 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_3 - 0,500 c_0 - 2,222 c_3 &\leq 4,722 \\
c_0, c_3 &\geq 0
\end{aligned}$$

EK-17: x_7 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 129,259 c_5 + 132,963 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 3,704 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,759 c_5 + 1,852 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,944 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,037 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 3,704 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 1,852 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 3,519 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,037 c_5 + 1,759 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,361 c_5 + 2,083 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,500 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,315 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 1,852 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,130 c_5 + 2,315 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,361 c_7 &\geq 4,306 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,407 c_5 + 2,407 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,130 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,222 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 + 0,500 c_0 + 2,083 c_5 + 2,222 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 + 3,519 \alpha_5 + 3,704 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,759 c_5 - 1,852 c_7 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 3,889 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,944 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 4,167 \\ \alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 4,815 \\ \alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 5,000 \\ \alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 5,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,037 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 3,704 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 1,852 c_7 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 5,000 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_5 + 3,519 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_5 - 1,759 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_5 + 4,167 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_5 - 2,083 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,500 c_7 &\leq 5,000 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 3,704 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 1,852 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,259 \alpha_5 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,130 c_5 - 2,315 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,361 c_7 &\leq 4,306 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_5 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_5 - 2,407 c_7 &\leq 4,815 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,259 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,130 c_7 &\leq 5,000 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,167 \alpha_5 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,083 c_5 - 2,222 c_7 &\leq 5,000 \\
c_0, c_5, c_7 &\geq 0
\end{aligned}$$

EK-18: x_8 Kriteri İçin Kurulan Bulanık Regresyon Modeli

$$\text{Min } Z = 30 c_0 + 137,731 c_7$$

$$\begin{aligned} \alpha_0 +4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 +4,167 \alpha_7+0,500 c_0+2,083 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 +4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,407 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_7+0,500 c_0+2,130 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,074 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_7+0,500 c_0+2,037 c_7 &\geq 3,704 \\ \alpha_0 +4,722 \alpha_7+0,500 c_0+2,361 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 3,519 \\ \alpha_0 +4,722 \alpha_7+0,500 c_0+2,361 c_7 &\geq 4,167 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 5,000 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7+0,500 c_0+2,315 c_7 &\geq 4,630 \\ \alpha_0 +4,306 \alpha_7+0,500 c_0+2,153 c_7 &\geq 4,722 \\ \alpha_0 +4,815 \alpha_7+0,500 c_0+2,407 c_7 &\geq 4,815 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,259 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7+0,500 c_0+2,222 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7+0,500 c_0+2,500 c_7 &\geq 4,444 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_7 &\leq 3,704 \\ \alpha_0 +4,444 \alpha_7-0,500 c_0-2,222 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 +4,074 \alpha_7-0,500 c_0-2,037 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 +4,167 \alpha_7-0,500 c_0-2,083 c_7 &\leq 4,722 \\ \alpha_0 +4,630 \alpha_7-0,500 c_0-2,315 c_7 &\leq 4,630 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,500 c_7 &\leq 4,259 \\ \alpha_0 +4,815 \alpha_7-0,500 c_0-2,407 c_7 &\leq 4,815 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,500 c_7 &\leq 4,074 \\ \alpha_0 +4,259 \alpha_7-0,500 c_0-2,130 c_7 &\leq 4,444 \\ \alpha_0 +5,000 \alpha_7-0,500 c_0-2,500 c_7 &\leq 4,630 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,815 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,074 \\
\alpha_0 + 4,074 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,037 c_7 &\leq 3,704 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 3,519 \\
\alpha_0 + 4,722 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,361 c_7 &\leq 4,167 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 5,000 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,630 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,315 c_7 &\leq 4,630 \\
\alpha_0 + 4,306 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,153 c_7 &\leq 4,722 \\
\alpha_0 + 4,815 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,407 c_7 &\leq 4,815 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,259 \\
\alpha_0 + 4,444 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,222 c_7 &\leq 4,444 \\
\alpha_0 + 5,000 \alpha_7 - 0,500 c_0 - 2,500 c_7 &\leq 4,444 \\
c_0, c_7 &\geq 0
\end{aligned}$$

ÖZGEÇMİŞ

Pelin ÇELİK, 29.09.1986 tarihinde Trabzon ili Sürmene ilçesinde doğmuştur. İlköğrenimini Sürmene’de, ortaöğrenimini Trabzon’da tamamlamıştır. Lisans eğitimini 2008 yılında Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde tamamladıktan sonra 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2010 yılından beri Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. 2012 yılında aynı anabilim dalında doktora eğitimine başlayan ÇELİK, iyi derecede İngilizce bilgisine sahiptir.