

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İ.T.Ü. FAKÜLTELERİNİN ARAŞTIRMA ETKİNLİKLERİ
SEKRETERLİĞİ'NDEN YARARLANMA ETKİNLİKLERİNİN
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BELİRLENMESİ**

66442

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Sinan SÖL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Ağustos 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ağustos 1997

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Füsün ÜLENGİN

Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Seçkin POLAT

Doç.Dr. Alpaslan FIĞLALI

15.9.97

12.9.97

15.9.97

AĞUSTOS 1997

ÖNSÖZ

Tezin konusu Veri Zarflama Analizi teknikleri üzerinedir. Tez çalışması sırasında, Veri Zarflama Analizinin günümüze kadar olan gelişmesi incelenmiş, aksayan yönleri belirlenmiş ve bu sorunlara mümkün olduğunca akla yatkın çözümler aranmıştır.

Geliştirilen yöntemin uygulanması amacıyla da, Veri Zarflama Analizinin hiçbir zaman kötü sonuçlar vermediği kar amacı gütmeyen işletmelerden üniversite seçilmiştir. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği, üniversitemizin bilimsel çalışmalarına katkı sağlayan en önemli birimdir. Ancak fakülteler bu birimden yeterince etkin yararlanamamaktadır. Bu etkinsizlik ise fakülteden fakülteye değişmektedir. Fakülteler arası etkinlik düzeylerini ve aradaki farkların nasıl kapatılabileceğini belirleyebilmek için ise en uygun yöntemlerden biri Veri Zarflama Analizi'dir.

Tezin bu aşamaya gelmesinde bana yardımcı olan, hatta belkide benimkinden daha çok emeği bulunan tez danışmanım Sayın Doç.Dr. Füsun ÜLENGİN'e, bu konuda sahip olduğu bilgileri benden esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Seçkin POLAT'a, arkadaşım Araş. Gör. Y. İlker TOPCU'ya, Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden gerekli verileri sağlamamızda bize yardımcı olan Sayın Doç.Dr. Mehmet KARACA'ya, Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği Eski Saymanı İmkan Hanım'a, sekreteri Nurcan Sencar'a ve eşime teşekkür ederim.

İSTANBUL, 1997

SİNAN SÖL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	viii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ve YÖNTEMLERİ	3
2.1. Etkinlik Ölçüm Yöntemleri	3
2.2. Etkinlik Ölçümünün Temel Kavramları	5
2.2.1. Üretim İmkan Kümeleri (Production Possibility Sets)	5
2.2.2. Etkinlik Sınırı	11
2.2.3. Parametresiz Etkinlik Ölçütleri	12
BÖLÜM 3 VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	14
3.1. Veri Zarflama Analizinde Temel Modeller	15
3.1.1. Değişken Ölçeğe Göre Getirili Modeller	15
3.1.1.1. Toplamsal Model	15
3.1.1.2. BCC Modeli	33
3.1.2. Sabit Ölçeğe Göre Getirili Modeller	46
3.1.2.1. Çarpımsal Model	46
3.1.2.2. CCR Modeli	47
3.2. Veri Zarflama Analizinde Yeni Yaklaşımlar	59
3.2.1. Kontrol Edilemeyen Girdi ve Çıktı Durumunda VZA	60
3.2.2. Kategorik Girdi ve Çıktılar	61
3.2.3. Çarpanların Kısıtlanması	63
3.2.4. Kayan Etkinlik Analizi (Window Analysis)	64
3.2.5. Sırasal Girdi ve Çıktı Durumunda Veri Zarflama Analizi	65
3.2.6. Karar Birimlerinin Karşılaştırmalı Uzaysal Dezavantajlarının (Comparative Spatial Disadvantages) Belirlenmesi	68
3.3. Bir Veri Zarflama Analizi Uygulamasında Temel Adımlar	69
3.3.1. Gözlem Kümesinin Seçimi	69
3.3.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi	69
3.3.3. VZA İle Göreli Etkinlik Ölçümü	70
3.3.4. Herbir Karar Birimi İçin Ayrıntı Analizi	70
3.3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	70

BÖLÜM 4 UYGULAMA	Sayfa No 71
4.1. İ.T.Ü Araştırma Etkinliklerinin Genel Yapısı	71
4.2. Araştırma Projeleri	71
4.3. Programların Genel Esasları	74
4.3.1. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı	74
4.3.2. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme için Altyapıyı Destekleme Programı	75
4.3.3. Genç Araştırmacıları Destekleme Programı	76
4.3.4. Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programı	76
4.3.5. Savunma Sanayii ile ilgili Araştırmaları Destekleme Programı	77
4.3.6. Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programı	77
4.3.7. Lisansüstü Tezlerini Destekleme Altprojesi	78
4.4. Araştırma Projelerinin Genel Aşamaları	79
4.5. Uygulanacak Modelin Tanıtılması	80
4.6. İ.T.Ü. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden Fakültelerin Yararlanma Etkinliklerinin Bulunması	84
4.6.1. Veriler ve Birbirleri İle İlişkileri	84
4.6.2. Hakem Raporları Sonucu Değişkenlerinin Aralarında Regresyon Analizi	87
4.6.3. Anket Sonuçları Değişkenlerinin Arasında Regresyon Analizi	88
4.6.4. Girdi-Çıktı İlişkisinin Regresyon Analizi	89
4.6.5. Kayan Etkinlik Analizi	92
4.6.6. Kategorik ve Kardinal Değişkenlerin Birlikte CCR Modeli İle VZA	98
4.6.7. Kategorik Ve Kardinal Değişkenlerin Birlikte BCC Modeli İle VZA	99
4.7. Veri Zarflama Analizinde Duyarlılık	101
4.7.1. Çıktı Değişkenlerinin VZA'nde Sonuç Üzerine Etkisi	101
4.7.2. Girdi Değişkenlerinin VZA'nde Sonuç Üzerine Etkisi	117
4.7.3. "ε" Değerinin VZA'nde Duyarlılık Analizi	123
4.8. Kayan Etkinlik Analizi İle Karma Model Sonuçlarının Birleştirilmesi	127
BÖLÜM 5 SONUÇ VE ÖNERİLER	129
KAYNAKLAR	131
EK A	133
EK B	144
ÖZGEÇMİŞ	170

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil-2.1. Üretim İmkan Kümesi Örneği	7
Şekil-2.2. Varsayımlara Göre Üretim İmkan Kümeleri	11
Şekil-3.1. Ölçeğe Göre Getiri ve Yönlendirilme Durumuna Göre Temel VZA Sınıflandırması	15
Şekil-3.2. Örneğin Toplamsal Model Çözümü Grafik Gösterimi	32
Şekil-3.3. Örneğin Girdiye Yönelik BCC Modeli Genel Çözüm Sonucu Grafiği	46
Şekil-3.4. Örneğin Girdiye Yönelik CCR Modeli Genel Çözüm Grafiği	59
Şekil-4.1. CCR Modeline Göre Fakültelerin Genel Etkinlik Düzeyleri	99
Şekil-4.2. BCC Modeline Göre Fakültelerin Genel Etkinlik Düzeyleri	100
Şekil-4.3. Şekil-4.4'ü Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	102
Şekil-4.4. CCR Modeline Göre Çıktı-1 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	103
Şekil-4.5. Şekil-4.6'yı Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	103
Şekil-4.6. CCR Modeline Göre Tüm Ağırlık Çıktı-1'de İken Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	104
Şekil-4.7. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-1 İçin Duyarlılık Analizi	106
Şekil-4.8. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-1 İçin Duyarlılık Analizi	106
Şekil-4.9. Şekil-4.10'u Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	108
Şekil-4.10. CCR Modeline Göre Çıktı-2 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	109
Şekil-4.11. Şekil-4.12'yi Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	109
Şekil-4.12. CCR Modelinde Çıktı-2'ye Tüm Ağırlık Verildiğinde Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	110

	Sayfa No
Şekil-4.13. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-2 İçin Duyarlılık Analizi	112
Şekil-4.14. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-2 İçin Duyarlılık Analizi	112
Şekil-4.15. Şekil-4.16'yı Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	113
Şekil-4.16. CCR Modeline Göre Çıktı-3 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	114
Şekil-4.17. Şekil-4.18'i Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	114
Şekil-4.18. CCR Modeline Göre Çıktı-3'ün Ağırlığı Bir Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	115
Şekil-4.19. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-3 İçin Duyarlılık Analizi	117
Şekil-4.20. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-3 İçin Duyarlılık Analizi	117
Şekil-4.21. Şekil-4.22'yi Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	118
Şekil-4.22. CCR Modeline Göre Girdi-1 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	119
Şekil-4.23. Şekil-4.24'ü Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları	120
Şekil-4.24. CCR Modeline Göre Tüm Ağırlığın Girdi-1'de Olması Durumunda Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri	120
Şekil-4.25. CCR Girdiye Yönelik Modelinde Girdi-1 İçin Duyarlılık Analizi	121
Şekil-4.26. CCR Çıktıya Yönelik Modelinde Girdi-1 İçin Duyarlılık Analizi	121
Şekil-4.27. "ε"-2 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu	124
Şekil-4.28. "ε"-3 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu	125
Şekil-4.29. "ε"un Üç Farklı Değeri İçin Girdiye Yönelik Karma Modelin Duyarlılık Analizi	127
Şekil-4.30. "ε"un Üç Farklı Değeri İçin Çıktıya Yönelik Karma Modelin Duyarlılık Analizi	127

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo-2.1. Örneğin Karar Birimlerinin Girdi ve Çıktı Miktarları	6
Tablo-3.1. Karar Birimi A'nın Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	18
Tablo-3.2. Karar Birimi-A'nın Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	18
Tablo-3.3. Karar Birimi-A'nın Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	19
Tablo-3.4. Karar Birimi-A'nın Toplamsal VZA'ya Göre Dual Çözümü	20
Tablo-3.5. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	21
Tablo-3.6. Karar Birimi-B'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	21
Tablo-3.7. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	22
Tablo-3.8. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Çözümü	22
Tablo-3.9. Karar Birimi-C'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	23
Tablo-3.10. Karar Birimi-C'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	23
Tablo-3.11. Karar Birimi-C'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	23
Tablo-3.12. Karar Birimi-C'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü	24
Tablo-3.13. Karar Birimi-D'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	24
Tablo-3.14. Karar Birimi-D'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	25
Tablo-3.15. Karar Birimi-D'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	25

	Sayfa No
Tablo-3.16. Karar Birimi-D'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü	25
Tablo-3.17. Karar Birimi-E'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	26
Tablo-3.18. Karar Birimi-E'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	27
Tablo-3.19. Karar Birimi-E'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	27
Tablo-3.20. Karar Birimi-E'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü	28
Tablo-3.21. Karar Birimi-F'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	28
Tablo-3.22. Karar Birimi-F'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	29
Tablo-3.23. Karar Birimi-F'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	29
Tablo-3.24. Karar Birimi-F'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü	30
Tablo-3.25. Karar Birimi-G'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu	30
Tablo-3.26. Karar Birimi-G'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları	31
Tablo-3.27. Karar Birimi-G'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu	31
Tablo-3.28. Karar Birimi-G'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü	32
Tablo-3.29. Örnek Problemin Toplamsal Model Genel Çözüm Tablosu	33
Tablo-3.30. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problemi Formülasyonu	36
Tablo-3.31. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problemi Sonucu	37

Tablo-3.32. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Formülasyonu	Sayfa No 37
Tablo-3.33. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Çözüm Sonucu	38
Tablo-3.34. KB-B'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	39
Tablo-3.35. KB-B'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	39
Tablo-3.36. KB-C'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	40
Tablo-3.37. KB-C'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	40
Tablo-3.38. KB-D'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	41
Tablo-3.39. KB-D'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	41
Tablo-3.40. KB-E'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	42
Tablo-3.41. KB-E'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	43
Tablo-3.42. KB-F'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	43
Tablo-3.43. KB-F'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	44
Tablo-3.44. KB-G'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	44
Tablo-3.45. KB-G'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	45
Tablo-3.46. Örnek Problemin Girdiye Yönelik BCC Modeli Genel Çözüm Tablosu	46
Tablo-3.47. KB-A'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Formülasyonu	50

	Sayfa No
Tablo-3.48. KB-A'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	50
Tablo-3.49. KB-A'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problemi Formülasyonu	51
Tablo-3.50. KB-A'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	52
Tablo-3.51. KB-B'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	52
Tablo-3.52. KB-B'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	53
Tablo-3.53. KB-C'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	54
Tablo-3.54. KB-C'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	54
Tablo-3.55. KB-D'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	54
Tablo-3.56. KB-D'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	55
Tablo-3.57. KB-E'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	55
Tablo-3.58. KB-E'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	56
Tablo-3.59. KB-F'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	57
Tablo-3.60. KB-F'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	57
Tablo-3.61. KB-G'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu	58
Tablo-3.62. KB-G'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu	58
Tablo-3.63. Örnek Problemin Girdiye Yönelik CCR Modeli Genel Çözüm Tablosu	59

	Sayfa No
Tablo-4.1. Değişkenlerin Niteliklerine Göre Sınıflandırılması	85
Tablo-4.2. Girdi ve Çıktı Olmak Üzere Değişkenler	86
Tablo-4.3. Hakem Raporları Sonucu Değişkenlerinin Aralarında Regresyon Analizi	88
Tablo-4.4. Anket Sonuçları Değişkenlerinin Arasında Regresyon Analizi	88
Tablo-4.5. Çıktı-Girdi Korelasyon Analizi	90
Tablo-4.6. “Toplam” Değişkeninin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi	90
Tablo-4.7. “Oran” Değişkeninin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi	91
Tablo-4.8. Değişken-B’nin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi	91
Tablo-4.9. VZA Uygulamasında Kullanılacak Değişkenler	92
Tablo-4.10. Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Sonucu	94
Tablo-4.11. Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Ayrıntılı Analiz Sonucu	93
Tablo-4.12. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Sonucu	97
Tablo-4.13. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Ayrıntılı Analiz Sonucu	98
Tablo-4.14. CCR Modeli Temelli Karma Modelin Uygulama Sonucu	99
Tablo-4.15. BCC Modeli Temelli Karma Modelin Uygulama Sonucu	100
Tablo-4.16. Çıktı-1’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	102
Tablo-4.17. Tüm Ağırlık Çıktı-1’de İken CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	103
Tablo-4.18. Çıktı-1’in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları	105
Tablo-4.19. Çıktı-2’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	108

Tablo-4.20. Tüm Ağırlık Çıktı-2’de İken CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	Sayfa No 109
Tablo-4.21. Çıktı-2’in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları	111
Tablo-4.22. Çıktı-3’ün Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	113
Tablo-4.23. Çıktı-3’ün Ağırlığının Bir Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	114
Tablo-4.24. Çıktı-3’ün Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları	116
Tablo-4.25. Girdi-1’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	118
Tablo-4.26. Girdi-1’in Ağırlığının Bir Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu	119
Tablo-4.27. Girdi-1’in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları	122
Tablo-4.28. “ε”-2 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu	123
Tablo-4.29. “ε”-3 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu	124
Tablo-4.30. “ε”un Üç Farklı Değeri İçin Karma Modelin Duyarlılık Analizi	126
Tablo-4.31. Kayan Etkinlik Analizi ile CCR Temelli Karma Model Sonuçlarının Biraraya Getirilmesi	128

ÖZET

“İstanbul Teknik Üniversitesi Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezi giriş bölümü ile birlikte dört ana bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünden sonraki bölümde öncelikle Veri Zarflama Analizi tekniklerinin de içinde bulunduğu Parametrik Olmayan Etkinlik ölçüm yöntemlerinin ortak yönleri anlatılmaktadır. Daha sonra ise bu parametresiz yöntemlerin etkinlik ölçütlerinden söz edilmektedir.

Genel olarak parametresiz yöntemler tanımlandıktan sonra özele, Veri Zarflama Analizi yöntemlerine üçüncü bölümde geçilmektedir. Burada BCC, Toplamsal ve CCR Modelleri örnekler ile ayrıntılı bir şekilde anlatıldıktan sonra VZA’nın günümüzdeki açılımları sunulmaktadır. Ardından da VZA’nın uygulama sırasında izlenen temel adımlarından bahsedilmektedir.

Daha sonra ise, dördüncü bölümde, uygulama yer almaktadır. Uygulama alanı olarak İstanbul Teknik Üniversitesi’nin yeni yönetimince yeniden düzenlenmeye çalışılan Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği seçilmiştir. Burada yapılan çalışmalarda, sekreterliğin etkin ve verimli çalışmamasının en büyük nedenlerinden biri olarak üniversite fakültelerinin buradan etkin bir şekilde yararlanamaları olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca burada çalışanlar ile yapılan görüşmelerden her fakültenin yararlanma durumunun da birbirinden farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yüzden uygulama konusu olarak fakültelerin Üniversite Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden yararlanma etkinliklerinin düzeyinin belirlenmesi ve aradaki farkların nedenlerinin ortaya çıkarılması seçilmiştir. Gerekli tüm veriler Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden, sonradan girdi ve çıktı ölçütleri olarak ikiye bölünmek üzere, alınmıştır. Daha sonra da geliştirilen model bu verilere uygulanmıştır.

Son bölümde ise fakültelerin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden yararlanma etkinlikleri arasındaki farklar, farkların görülebilen nedenleri ve öneriler yer almaktadır.

SUMMARY

DETERMINING THE RELATIVE EFFICIENCIES OF THE FACULTIES OF İSTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY IN THEIR RELATIONSHIPS WITH THE RESEARCH ACTIVITIES SECRETARY

The thesis contains five main sections.

In the first section there is a general introduction to the subject.

In the second section, efficiency measurement methods are introduced. They are classified into three groups:

1. Ratio Analysis
2. Parametric Methods
3. Non-Parametric Methods.

After a brief introduction about ratio analysis and parametric methods, non-parametric efficiency measurement methods are introduced and Data Envelopment Analysis is put into its place as a non-parametric efficiency measurement method. Initially, the Production Possibility Set, the Observation Set, Observed Input and Output Matrice, the Production Vector, the Efficiency Frontier terms are identified with the help of examples. In the later parts of the section, the efficiency measures are introduced. The Production Possibility Set has 6 kinds according to 6 assumptions. The six categories are explained with a graph.

There are four main kinds of efficiency measurents :

- (i). Technical efficiency
- (ii). Scale efficiency
- (iii). Allocative efficiency
- (iv). Overall efficiency.

In the third section the main theme of the thesis comes : Data Envelopment Analysis (DEA). In this part Data Envelopment Analysis is explained especially according to the methods named Additive Method, BCC (by Banker, Charnes and Cooper) and CCR (by Charnes, Cooper and Rhodes). They have some features and the features could be summarized as follows.

1. The Additive model and the extended Additive model
 - (i) relate DEA to the earlier Charnes-Cooper (1959) inefficiency analysis and in the process

- (ii) relate the efficiency results to the economic concept of Pareto optimality as interpreted in the still earlier work of T. Koopmans (1949).
- 2. The BCC model (1984) distinguishes between technical and scale inefficiencies by
 - (i) estimating pure technical efficiency at the given scale of operation and
 - (ii) identifying whether increasing, decreasing or constant returns to scale possibilities are present for further exploitation
- 3. The CCR model (1978)
 - (i) yields an objective evaluation of overall efficiency and
 - (ii) identifies the sources and estimates the amounts of the thus-identified inefficiencies.

While each of these models addresses managerial and economic issues and provides useful results, their orientations are different, and more importantly, they generalize and provide contact with these disciplines and concepts. Thus, models may focus on increasing, decreasing, or constant returns to scale as found in economics that are here generalized to the case of multiple outputs. They may determine an efficient frontier that may be piecewise linear, piecewise log-linear, or piecewise Cobb-Douglas with, again, generalization to the output-input situations being achieved in the process. They may utilize non-Archimedian constructs, and they may focus on either input reduction or output augmentation to achieve efficiency.

The section seeks to achieve comparisons by focusing on the above basic mathematical models. Primal and dual characterizations for each model are presented, and comparisons between models are developed via geometric portrayals of the corresponding envelopment surfaces, returns to scale properties, projections onto the efficient surface, and invariance of measurement units.

In the latter part of the second section additional extensions are discussed. A number of useful enhancements have appeared in the literature, and a comprehensive treatment is beyond the scope of the part. Six extensions analyzed and described are as follows.

- (i) Nondiscretionary Inputs and Outputs
- (ii) Categorical Inputs and Outputs
- (iii) Incorporating Judgement or A Priori Knowledge
- (iv) Window Analysis
- (v) Ordinal Inputs and Outputs With Cardinal Inputs and Outputs
- (vi) Comparative Spatial Disadvantage (CSD) Method of Non-Radial DEA.

In the last part of the third section main steps of a DEA application is presented. It has five steps as follows :

- (i) The determination of observation set
- (ii) The determination of output-input variable sets
- (iii) The application of DEA
- (iv) The Analysis for details
- (v) Results and comments

The fourth section has the title “The Application” and it is about the application. Although it is named as application, first of all, the place, The Research Activities Secretary of İstanbul Technical University, that application is performed should be described. As understood from the name, the organization helps the members of İstanbul Technical University in order to make them research. The fund that they give have seven categories:

- (i) Scientific Research and Development Supporting Programme
- (ii) Substructure Supporting Programme For Scientific Research and Development
- (iii) Young Research People Supporting Programme
- (iv) Multi-disciplinary Research’s supporting Programme
- (v) Supporting Programme For Researchs About Defense Industry
- (vi) Supporting Programme For International Cooperation
- (vii) Graduate and Post Graduate Thesis Supporting Programme

After an introduction of the organization, the data that could form production function are tried to collect. However it was so difficult. The organization’s stuff could give some data which were yearly. These are; number of projects the faculty members done, the yearly fund the faculty members given, the projects closed, ended, during the year, the number of the projects had final report. But these data are not enough. So the final reports of the projects were read and the reports were tried to convert from words to numbers. Later a survey was done among the stuff of the organization. They were asked about the performances of the faculties.

At last the variables listed below were hardly found :

- Number of total projects done by the faculty members
- Number of projects, that have final reports, done by the faculty members
- The yearly funds of the projects
- Closed / Total Number of Projects

From Refree Reports,

- Required literature research is done or not
- The Effects of the project to the country
- The originality of the project
- The consistency between project and its report

From Survey,

- The knowledge capability of the stuff who concerns about the activities relating with the organization
- The knowledge of the project’s owner about the registration
- The knowledge of the project’s owner about the activities done while receiving money
- The knowledge of the project’s owner about the tracing activities
- The speed of the correspondence
- The frequency took place during the project
- The distance between the organization and the faculty.

As it could be seen the variables have different features. Some of them are cardinal, some are categoric, and some are dynamic.

Since window analysis will be performed to them, the dynamic variables are separated.

Others must be analyzed together, because all are static. In these conditions, a mixed model must be used, thus it is given in the project.

When model is chosen, the variables, the data and the decision making units are in the queue. The variables should be analyzed on behalf of the project. In order to find the relationships between them, a kind of hypothesis test, significancy test is applied. Regression analysis is the core of the significancy test.

After regression analysis on output and input variables, the following variables of the project are chosen :

- Number of total projects done by the faculty members
- Number of projects, that have final reports, done by the faculty members
- The Effects of the project to the country
- The knowledge of the project's owner about the registration
- The distance between the organization and the faculty.

The first three are outputs and the others are inputs.

So the application might begin.

The variables belong to the following faculties : Civil, Science & Literature, Chemistry & Metallurgy, Mine, Electric & Electronic, Architecture, Machinery, Aeroplane & Space, Ship Building and Management.

After the application two kind of relative efficiencies are found. One of them comes from Window Analysis and it is still dynamic, however the other one is static. As a result of the situation the dynamic one is converted to static by exponential smoothing. Now these efficiencies can be summed up by the proposed weights.

A kind of number is found at the end of the analyzes, but it is not known if the weights of the output and input variables chosen are true or not. In order to test it sensitivity analysis should be done.

The sensitivity analysis should be done to the following subjects :

- (i) The model used in the application
- (ii) The input variables
- (iii) The output variables
- (iv) The coefficient that restricts multipliers.

In the project it is seen that the sensitivity analysis is very useful. It prevents the mistakes on the relative efficiencies and the final comments made by the help of these analyses.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

“İstanbul Teknik Üniversitesi Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezi bu bölüm ile birlikte beş ana bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünden sonraki bölümde öncelikle Veri Zarflama Analizi tekniklerinin de içinde bulunduğu Parametrik Olmayan Etkinlik ölçüm yöntemlerinin ortak yönleri anlatılmaktadır. Daha sonra ise bu parametresiz yöntemlerin etkinlik ölçütlerinden söz edilmektedir.

Genel olarak parametresiz yöntemler tanımlandıktan sonra özele, Veri Zarflama Analizi yöntemlerine üçüncü bölümde geçilmektedir. Bu bölümde öncelikle klasik VZA yöntemleri olan Toplamsal Model, BCC Modeli ve CCR Modeli örneklerle ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ancak bu yöntemlerin çeşitli nedenlerle yetersiz kalmasından dolayı yeni yaklaşımlar mevcuttur. Bölümün devamında bu yaklaşımlardan bahsedilmektedir. Bu yeni yaklaşımların arasından özellikle “Kayan Etkinlik Analizi” ile “Kategorik Girdi ve Çıktı Durumunda VZA” uygulamada da kullanılacağı için büyük önem taşımaktadır. Bu bölümün en sonunda bir VZA uygulamasında izlenmesi gereken temel adımlar yer almaktadır.

Daha sonra ise, üçüncü bölümde, uygulama yer almaktadır. Uygulama alanı olarak İstanbul Teknik Üniversitesi’nin yeni yönetimince yeniden düzenlenmeye çalışılan Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği seçilmiştir. Burada yapılan çalışmalarda, sekreterliğin etkin ve verimli çalışmamasının en büyük nedenlerinden biri olarak üniversite fakültelerinin buradan etkin bir şekilde yararlanamaları olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca burada çalışanlar ile yapılan görüşmelerden her fakültenin yararlanma durumunun da birbirinden farklı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu yüzden

uygulama konusu olarak fakültelerin niversite Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden yararlanma etkinliklerinin düzeyinin belirlenmesi ve aradaki farkların nedenlerinin ortaya çıkarılması seçilmiştir. Gerekli tüm veriler Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden, sonradan girdi ve çıktı ltleri olarak ikiye bölünmek üzere, alınmıştır. Daha sonra da geliştirilen model bu verilere uygulanmıştır. Uygulamadan sonra ise duyarlılık analizi, model, girdi ve çıktı değişkenleri ile çarpan katsayıları için yapılmıştır.

Son bölümde ise fakültelerin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden yararlanma etkinlikleri arasındaki farkların görülebilen nedenleri ve çalışmanın eksikleri ile öneriler yer almaktadır.



BÖLÜM 2

ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ VE YÖNTEMLERİ

2.1. ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Günümüz işletmeleri sürekli ve hızlı değişim gösteren pazar koşullarına ayak uydurabilmek ve artan rekabet ortamında daha uzun süre, sağlıklı yaşayabilmek için ellerinde bulunan kaynakları en etkin şekilde kullanmak durumundadırlar.

Bu duruma paralel olarak da çağdaş yöneticiler, işletmelerinin girdileri ile çıktıları arasındaki ilişkileri ele alan verimlilik ölçümlerini en iyi şekilde yaptıkları ölçüde başarılı olabilirler.

Verimlilik çok boyutlu bir kavram olması nedeniyle birçok kavrama sahip olduğu gibi verimlilik ölçüm yöntemleri de çeşitlilik göstermektedir. Günümüzde verimlilik ölçümünde kullanılan yöntemler üç ana sınıfa ayrılmaktadır :

1. Oran Analizi.
2. Parametrelili Yöntemler.
3. Parametresiz Yöntemler.

Oran Analizi : İşletmelerde verimliliğin ölçülmesinde kullanılan en kolay yöntemdir. Bu yaklaşımda her bir oran verimlilik ile ilgili tek bir boyutu yansıtmaktadır. Bu yüzden verimliliğin diğer boyutlarını görmek için başka oranların hesaplanması gerekliliği de bulunmaktadır. Bu nedenle, verimlilik ölçümünde oran analizi

yöntemini kullanan işletmelerde tek bir verimlilik ölçütü elde etmek için kullanılan oranların uygun bir şekilde ağırlıklandırılması gerekmektedir. Örneğin, İçecek sektörü içinde yeralan biracılık sanayiinde su tüketiminin azaltılması en önemli tasarruf çalışmalarından biri sayılmaktadır. Bu yüzden su tüketim miktarı aylık olarak izlenmektedir. Ancak su tüketim miktarının aylık olarak düşmesi her zaman iyiye gidişi gösteren bir işaret değildir. Çünkü o dönemde bira üretimi de düşmüş olabilir. Bu örnekten de anlaşılabileceği gibi oran analizi uygulanırken olaylara tek yönlü yaklaşılmaktadır.

Parametrelili Yöntemler : Parametrelili yöntemlerde, verimlilik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ait üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Bu yöntemlerle verimlilik ölçümü sırasında genellikle regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ve birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır. Ancak birçok girdi ile birçok çıktıyı ilişkilendiren parametrelili yöntemler de geliştirilmiştir (FORSUND, LOVELL VE SCHMIDT, 1980; KOPP, 1981; DOĞRAMACI, 1983).

Parametresiz Yöntemler : Parametrelili yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkan bu tip yöntemler daha çok matematik programlama yardımı ile çözümlenmektedir. Parametresiz yöntemler üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler (FARRELL, 1957; FAERE vd., 1985). Bu açıdan daha esneklerdir. Ayrıca birçok girdili ve birçok çıktılı üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için uygun bir yapıya sahiptir. Parametresiz etkinlik ölçüm yöntemlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile de işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmeye imkân sağlamaktadır. Bu ölçütler her bir karar birimi için göreceli etkinliği hesaplarken amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı eniyiler ve her bir karar birimi için en uygun amaç kümesini belirlerler.

Ancak her yöntemin olduğu gibi bu yöntemin de bazı kısıtları olduğu unutulmamalıdır. Bunların başında, parametresiz etkinlik ölçütlerinin veri tabanına

karşı son derece duyarlı olmaları gelmektedir. Bu nedenle etkinlik ölçümlerinde kullanılan diğer istatistiksel yöntemlerde olduğu gibi girdi ve çıktı verilerinin olabilecek hatalardan arındırılması için özen gösterilmelidir. Ayrıca, seçilen girdi ve çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi bir şekilde temsil edemediği durumlarda etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır.

Bu konuda geliştirilmiş yöntemlere örnek olarak REALST (Resource Allocation Strategy - Kaynak Dağıtım Stratejisi), APC (Amerikan Verimlilik Merkezi), OMAX (Objektif Matris) ve DEA (Data Envelopment Analysis - Veri Zarflama Analizi) modelleri verilebilir.

2.2. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNÜN TEMEL KAVRAMLARI

Günümüzde her ne kadar hizmet sektörü de hızla büyümekteyse de etkinlik kavramı hala üretim odaklıdır. Bu yüzden burada öncelikle üretim teorisinin temelinde yer alan bazı önemli kavramlara yer verilecektir. Bu kavramların ışığı altında parametresiz etkinlik ölçütleri genel bir şekilde tanıtılacaktır.

2.2.1. Üretim İmkan Kümeleri (Production Possibility Sets)

Üretim teknolojisi, bir üretim sürecinde girdilerin çıktıya dönüştürülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için girdi-çıkıtı dönüşümü en uygun şekilde kullanılmalıdır. Bu da iki şekilde gerçekleşebilmektedir. Ya belirli bir girdi bileşimi ile en çok çıktı üretilmelidir, ya da belirli bir çıktı miktarı için en az girdi kullanılmalıdır.

Üretim İmkan Kümeleri ise belirli bir üretim teknolojisi tarafından mümkün kılınan, etkin olsun ya da olmasın, tüm girdi-çıkıtı dönüşümlerini içermektedir.

Herhangi bir endüstri alanında etkinlik ölçümü yapılabilmesi için öncelikle o endüstri alanını oluşturan çeşitli ekonomik karar birimlerinin kullandıkları girdi ve çıktı miktarlarının ölçülmesi gerekmektedir. Elde edilen gözlemlenmiş girdi ve çıktı

miktarları, aşağıda belirtilecek varsayımlar aracılığı ile şekillendirilmektedir ve bu şekillendirme sonucunda da Üretim İmkan Kümeleri elde edilmektedir.

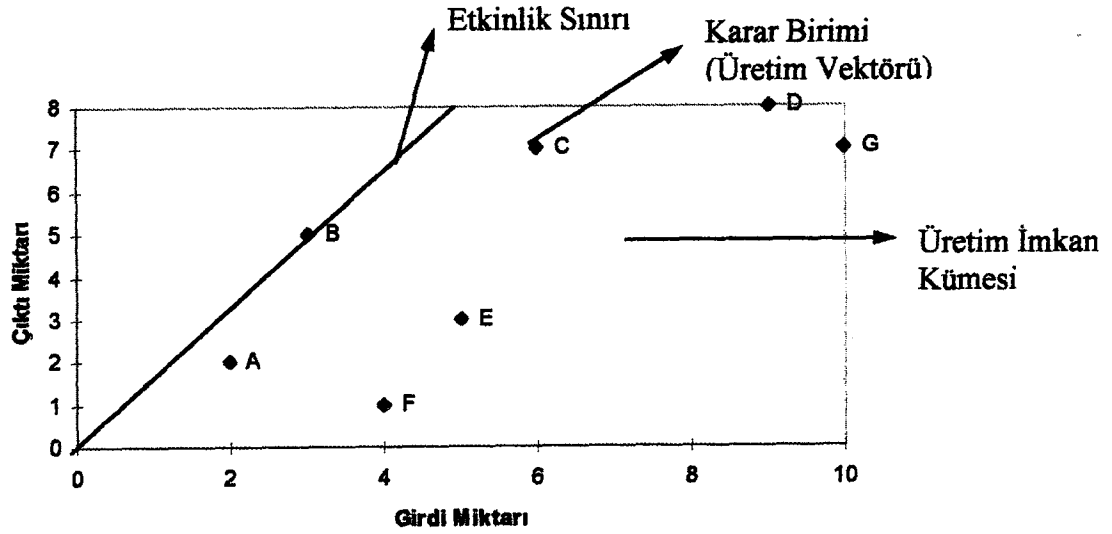
Üretim İmkan Kümelerinin ve etkinlik ölçütlerinin tanımlanabilmesi için oluşturulacak matematiksel formüllerde aşağıdaki gösterimler kullanılacaktır :

$G = \{1, 2, \dots, n\}$	: Gözlem Kümesi
$X \in \mathcal{R}_+^{m \times n}$	: Gözlemlenmiş Girdi Matrisi
$Y \in \mathcal{R}_+^{m \times n}$	: Gözlemlenmiş Çıktı Matrisi
(x, y)	: Üretim İmkan Kümesine ait bir üretim vektörü
$T \subset \mathcal{R}_+^m \times \mathcal{R}_+^p$	: Üretim İmkan Kümesi
$E(T) \subset T$	: Üretim İmkan Kümesi Etkinlik Sınırı
$E(x, y, X, Y)$	: Etkinlik Ölçütü

Yukarıda matematik modeli ile ilgili bilgiler verilen üretim imkan kümesine ilişkin bir örnek Şekil-2.1’de sunulmuştur. İlgili örneğin karar birimlerine ait girdi ve çıktı değerleri ise Tablo-2.1’de bulunmaktadır. Aynı örnek konunun daha iyi anlaşılabilmesi için gerekli her yerde kullanılacaktır. Bu örnekte bir girdi ve bir çıktı mevcuttur ve ‘X’ eksenini girdi miktarını, ‘Y’ eksenini ise çıktı miktarını göstermektedir.

Tablo-2.1. Örneğin Karar Birimlerinin Girdi ve Çıktı Miktarları

Karar Birimi	A	B	C	D	E	F	G
Girdi Miktarı	2	3	6	9	5	4	10
Çıktı Miktarı	2	5	7	8	3	1	7



Şekil-2.1. Üretim İmkan Kümesi Örneği

Şekil-2.1, ölçeğe göre sabit getiri durumuna göre elde edilmiş bir grafikdir. Bu grafikte Üretim İmkan Kümesi tam anlaşılamamaktadır. Üretim İmkan Kümesi, Etkinlik Sınırının altında kalan ve X eksenini ile sınırlanan alanın tümüdür.

Etkinlik açısından birbirleri ile karşılaştırılacak olan n adet karar biriminin üretim teknolojisi açısından birbirine benzer olması gerekmektedir. Bir başka deyişle n adet karar biriminin oluşturacağı gözlem kümesinin homojen bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Ayrıca her bir karar birimi m tane girdi kullanarak p tane çıktı üretmektedir. $X \in \mathbb{R}^{m \times n}$ girdi matrisinin her bir sütunu (X^j) $j = \{1, 2, \dots, n\}$ karar birimine ait girdi kullanımını, her bir satırı ise (X_i) $i = \{1, 2, \dots, m\}$ girdi türü için gözlem kümesindeki karar birimlerinin sözkonusu girdiden ne kadar kullandıklarını göstermektedir. X_{ij} ise j karar birimi tarafından kullanılan i . girdi miktarına karşılık gelmektedir. Benzer durum gözlemlenmiş çıktı vektörü için de geçerlidir. Ayrıca Üretim İmkan Kümesine ait herhangi bir girdi (x) vektörünün i . bileşeni x_i , eşleniği de x^t şeklinde gösterilmektedir.

Etkinlik ölçümü yapan analist için sözkonusu endüstri dalına ait Üretim İmkan Kümesini kesin olarak tanımlayabilmek güçtür. Bu nedenle etkinlik yazınında

genellikle bir gözlem kümesine ait gözlemlenmiş girdi ve çıktı bileşimlerinden hareket edilerek ve gerçekçi varsayımların kabulü ile çeşitli Üretim İmkan Kümeleri tanımlanmaktadır (YOLALAN, 1993). Bu varsayımlardan en çok karşılaşılanları aşağıda verilmiştir :

Varsayım 1 : a) $(x,y) \in T$, $y \neq 0$, $x \neq 0$.

b) $(x,y) \in T$, x sınırlıdır, o halde y de sınırlıdır.

Yorum 1 : a) Pozitif bir çıktı vektörünü elde edebilmek için yine pozitif bir girdi vektörüne gereksinim bulunmaktadır.

b) Eğer girdi vektörü sonlu ise o girdi vektörü ile elde edilen çıktı vektörü de sonludur.

Varsayım 2 : a) Eğer $(x,y) \in T$ ve $x_1 \geq x$, o halde $(x_1,y) \in T$

b) Eğer $(x,y) \in T$ ve $y_1 \leq y$, o halde $(x,y_1) \in T$

Yorum 2 : a) Eğer bir çıktı bileşimi herhangi bir girdi bileşimi ile elde edilebiliyor ise aynı çıktı bileşimi daha fazla girdi kullanılarak da elde edilebilir.

b) Eğer bir girdi bileşimi herhangi bir çıktı bileşimini üretebiliyor ise aynı girdi bileşimi ile daha az çıktı da elde edilebilir.

Varsayım 3 : Eğer $(x^k,y^k) \in T \quad \forall k \in \{1,2,\dots,q\}$ ve $e'\lambda = 1$, $\lambda \geq 0$, o halde

$(x = x^k\lambda, y = y^k\lambda) \in T$.

$\lambda \in \mathbb{R}^n$: yoğunluk vektörü

Yorum 3 : Üretim İmkan Kümesine ait girdi-çıkıtı vektörlerinin dışbükey bileşimi şeklinde elde edilen diğer vektörler de gerçekleşmesi olası girdi-çıkıtı vektörü gibi anlamlı bir üretim vektörü olarak kabul edilebilmektedir.

Varsayım 4 : a) Eğer $(x,y) \in T$, o halde $(kx, ky) \in T$, $k \in (0, 1]$

b) Eğer $(x,y) \in T$, o halde $(kx, ky) \in T$, $k \in [1, \infty)$

Yorum 4 : Bu varsayım ölçek etkisini gözönüne almaktadır. Herhangi bir ölçekte elde edilen girdi-çıktı vektörü (a) daha küçük ya da (b) daha büyük ölçeklerde de elde edilebilir.

Varsayım 5 : Bütün $(X_j, Y_j) \in T$, $\forall j \in G$.

Yorum 5 : Gözlem kümesini oluşturan girdi-çıktı vektörlerinin hepsinin endüstri dalına ait üretim teknolojisini anlamlı bir şekilde ve ampirik Üretim İmkan Kümesini türetebilecek derecede gerçekçi oldukları varsayılmaktadır.

Varsayım 6 : T, yukarıdaki varsayımların bileşimini içeren en küçük Üretim İmkan Kümesidir.

Yorum 6 : Üretim teknolojisine ait herhangi bir önbilginin bulunmadığı durumlarda, mevcut gözlemler arasında en az girdi ile en çok çıktıyı üretenlerden daha iyi ya da daha etkin bir girdi-çıktı karmasının varlığı kabul edilemez.

Yukarıda verilen varsayımlar, incelenen Üretim İmkan Kümesinin sınırlarını ve Etkinlik Sınırını değiştirmektedir. Öncelikle 1, 3, 5 ve 6 numaralı varsayımların kabulü ile Şekil-2.2'deki "H" kodlu üretim alanı Üretim İmkan Kümesi olmaktadır. Bu alan matematiksel olarak aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:

$$T_H = \{(x, y): x = X\lambda, y = Y\lambda, e'\lambda = 1, \lambda \geq 0\}$$

Varsayım 2.b'nin kabulü ile Üretim İmkan Kümesi, "H ve J" alanlarının bileşimi şeklinde büyütülmektedir. Bu alan matematiksel olarak aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:

$$T_J = \{(x, y): x = X\lambda, y \leq Y\lambda, e' \lambda = 1, \lambda \geq 0\}$$

Buna ek olarak Varsayım 2.a'nın kabulü ile de "H ve J ve K" ile belirlenen alan Üretim İmkan kümesi haline gelmektedir. Bu yeni durumun matematiksel ifadesi ise şu şekildedir:

$$T_K = \{(x, y): x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e' \lambda = 1, \lambda \geq 0\}$$

" T_c " ile tanımlanan alan Ölçeğe Göre değişen Getirili Üretim İmkan Kümesini göstermektedir.

Eğer sadece Varsayım 4.a kabul edilir ise "H ve J ve K ve L" alanını kapsayan ve daha küçük ölçeklerde de aynı üretimin mümkün olduğu anlamına gelen Ölçeğe Göre Azalan Getirili Üretim İmkan Kümesi belirlenmektedir:

$$T_L = \{(x, y): x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e' \lambda \leq 1, \lambda \geq 0\}$$

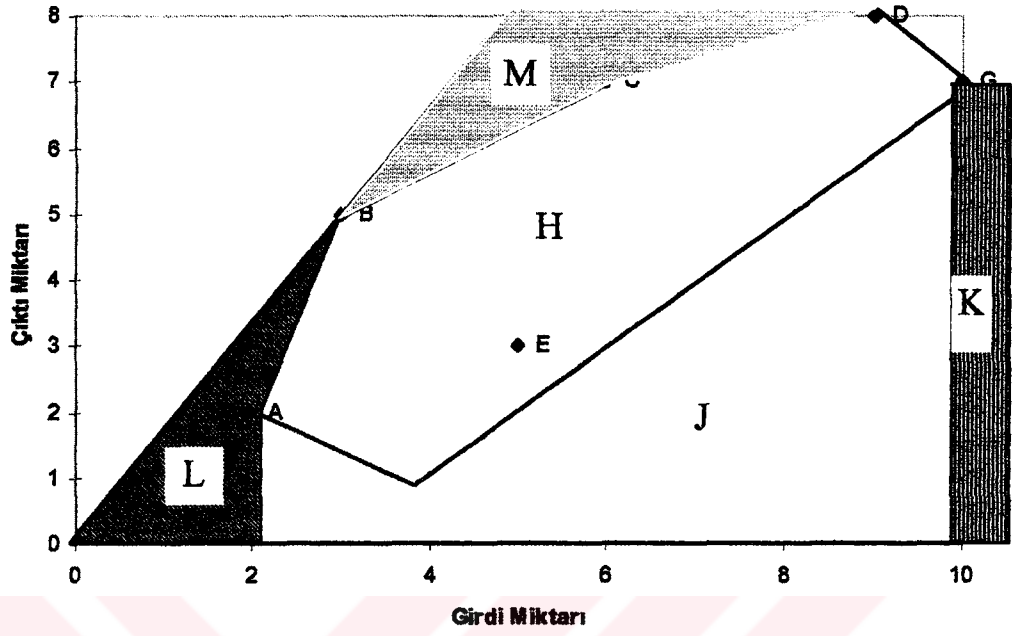
Eğer sadece Varsayım 4.b gözönüne alınır ise bu kez "H ve J ve K ve M" alanını içeren Ölçeğe Göre Artan Getirili Üretim İmkan Kümesi tanımlanmaktadır:

$$T_M = \{(x, y): x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e' \lambda \geq 1, \lambda \geq 0\}$$

4.a ve 4.b varsayımlarının her ikisinin de aynı anda kabul edilmesi ile "H ve J ve K ve L ve M" alanından oluşan Ölçeğe Göre sabit Getirili Üretim imkan Kümesi Elde edilmektedir:

$$T_N = \{(x, y): x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, \lambda \geq 0\}$$

Yukarıda verilen varsayımlar aracılığı ile incelenen endüstri dalına ait üretim teknolojisine en uygun Üretim İmkan Kümesi tanımlanmaktadır.



Şekil-2.2. Varsayımlara Göre Üretim İmkan Kümeleri

2.2.2. Etkinlik Sınırı

Belirli bir gözlem kümesinden hareket edilerek gözönüne alınan varsayımların ışığı altında çeşitli konveks Üretim İmkan Kümeleri türetilabilmektedir. Bir kez Üretim İmkan Kümesi tanımlandıncı, o kümenin etkinlik sınırı da Üretim İmkan Kümesinin bir alt kümesi olarak tanımlanmaktadır : $E(T) \subset T$. Matematiksel olarak etkinlik sınırı şu şekilde ifade edilmektedir :

$$E(T) = \{ (x,y) : x' \leq x, y' \geq y, (x',y') \neq (x,y) \Rightarrow (x',y') \notin T \} .$$

Bu matematiksel ifadeye göre, etkinlik sınırı, $E(T)$, üzerinde yeralan (x,y) üretim vektöründen daha az girdi kullanılarak daha fazla çıktı elde edilen başka bir üretim vektörü (x',y') söz konusu Üretim İmkan Kümesine ait olamaz.

2.2.3. Parametresiz Etkinlik Ölçütleri

Belirlenen varsayımların ışığı altında belirli bir gözlem kümesi temel alınarak Üretim İmkan Kümesi ve bu Üretim İmkan Kümesinin etkinlik sınırı belirlendikten sonra etkin olmayan girdi-çıkıtı dönüşümlerinin etkinlik düzeylerinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu çalışma çerçevesinde girdi ve çıktı fiyatlarının tüm karar birimleri için aynı olduğu ya da tam olarak bilinemediği varsayımı ile fiyat etkinliği bir kenara bırakılarak sadece teknik ve ölçek etkinlik düzeylerinin ölçümü ile ilgili parametresiz etkinlik ölçütlerinin tanıtılması amaçlanmaktadır.

Parametresiz etkinlik ölçütleri “girdiye” ve “çıktıya” yönelik olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Girdiye yönelik parametresiz etkinlik ölçütleri, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini hangi ölçüde azaltmaları gerektiğini incelemektedir. Çıktıya yönelik parametresiz etkinlik ölçütleri de, girdiye yönelik olanlara benzer şekilde, herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma getirilebilmesi amacıyla çıktıların ne kadar artırılması gerektiği üzerinde durmaktadır.

Bir karar biriminin girdiye veya çıktıya yönelik etkinliği üç şekilde belirtilebilir (SENGUPTA, 1995) :

- i. Teknik etkinlik
- ii. Ölçek etkinliği
- iii. Dağıtım etkinliği (Allocative Efficiency)
- iv. Toplam etkinlik.

Teknik etkinlik ölçülürken incelenen karar biriminin, eğer etkin değilse, kendisine örnek alabileceği başka bir karar birimi sözkonusudur. Teknik etkinlik ölçülürken dikkat edilmesi gereken bir başka nokta da ölçeğe göre değişen getiri varsayımının yapılmış olması gerekliliğidir. Bu karar birimi gerçek dışı da olabilir. Girdiye yönelik teknik etkinlik ölçülürken incelenen karar biriminin çıktı düzeyinde etkinlik

sınırında yeralan bir karar biriminin kullandığı girdi miktarı, o karar biriminin teknik etkinliğinde kullanılacak referans noktasıdır. Sonuç olarak

İncelenen Karar Biriminin Girdiye Yönelik Teknik Etkinliği = (Aynı Çıktıyı Üreten Etkin Karar Biriminin Kullandığı Girdi) / (İncelenen Karar Biriminin Kullandığı Girdi)

Ölçek etkinliği ölçülürken, teknik etkinlikten farklı olarak, sabit getiri varsayımı yapılmalıdır ve bunun sonucunda elde edilen etkinlik sınırı da kullanılmalıdır. Ölçek etkinliğinin ölçümünde incelenen karar biriminin değerleri direkt olarak kullanılmamaktadır. Bu ölçütte iki ölçek değeri karşılaştırılmaktadır. Bir başka deyişle incelenen karar biriminin ölçeğe göre değişen getiri kavramına göre elde edilen etkinlik sınırında uzaklığı ile sabit getiri durumunda elde edile etkinlik sınırından uzaklığı oranlanmaktadır.

Dağıtım etkinliğinin ise diğer etkinlik ölçütlerinden farklı olarak parasal boyutu vardır. Kullanılan girdi karışımının maliyeti enküçükleyecek karışım olup olmamasına bakılmaktadır ve eğer değilse en küçük maliyetli ile karşılaştırılıp bir dağıtım etkinliği belirlenmektedir.

Toplam etkinlik ise teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin çarpımından oluşmaktadır. Bu durum, bu tez çalışmasının da dahil olduğu girdinin parasal maliyetinin önemli olmadığı durumlar için geçerlidir.

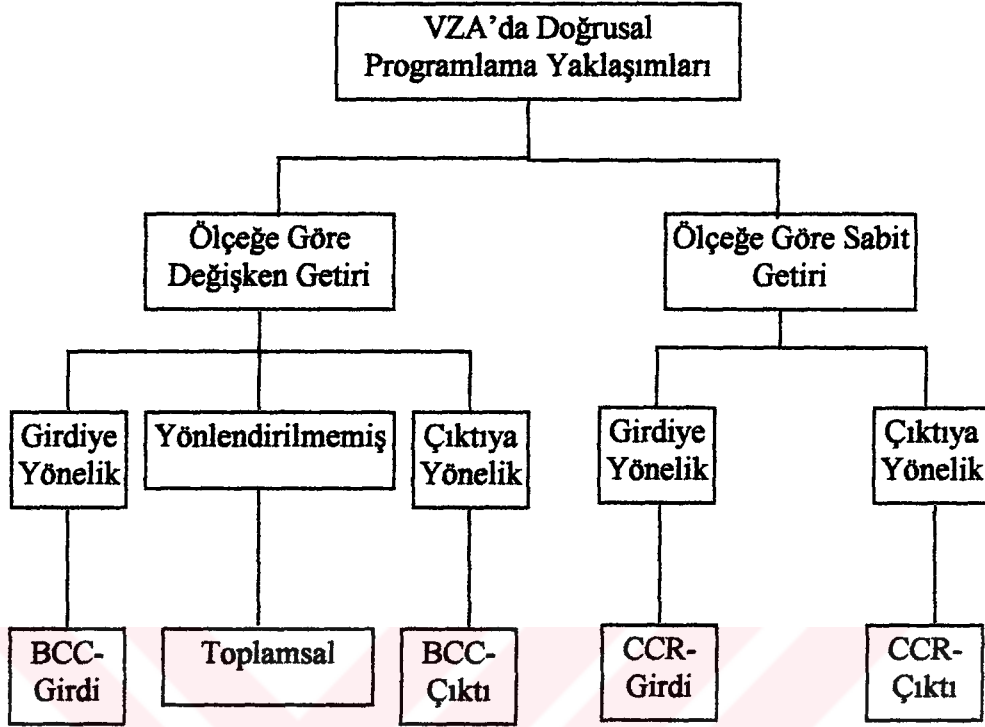
BÖLÜM 3

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Bu tezin konusu olan Veri Zarflama Analizi, parametresiz yöntemlerden biridir.

Veri Zarflama Yöntemi, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında ortaya atılmıştır. Veri Zarflama Yöntemi ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş parametresiz bir etkinlik ölçütüdür. Başlangıçta kar amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası göreceli etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği önemli yenilik birçok girdi kullanarak birçok çıktının elde edildiği üretim ortamlarında parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmesidir.

Veri Zarflama Analizi; dikkate aldığı tüm Karar Birimlerini girdileri çıktılarına dönüştürücü olarak algılayan, bütün Karar Birimlerini tüm girdi ve çıktı ölçütlerine göre değerlendiren, sonunda da en etkin Karar Verme Birimlerinden geçen bir etkinlik sınırı oluşturan mikroekonomi temelli bir yöntemdir.



Şekil-3.1. Ölçeğe Göre Getiri ve Yönlendirilme Durumuna Göre Temel VZA Sınıflandırması (CHARNES vd., 1994)

3.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE TEMEL MODELLER

3.1.1. Değişken Ölçeğe Göre Getirili Modeller

3.1.1.1. Toplamsal Model

Bu model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz (1985) tarafından yılında geliştirilmiştir. Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi girdi ve/veya çıktıya yönlendirilmeden sonuç üreten bir yöntemdir. Ayrıca değişken ölçeğe göre getiriye sahiptir. Primal ve dual doğrusal programlama problemleri aşağıda verilmiştir.

- Toplamsal Primal (ADD_P) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_o = -\bar{1}s^+ - \bar{1}s^-$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} Y\lambda - s^+ &= Y_o \\ -X\lambda - s^- &= -X_o \\ \bar{1}\lambda &= 1 \\ \lambda, s^+, s^- &\geq 0 \end{aligned} \tag{3.1}$$

- Toplamsal Dual (ADD_D) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v, u_o} \omega_o = \mu^T Y_o - v^T X_o + u_o$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \mu^T Y - v^T X + u_o \bar{1} &\leq 0 \\ -\mu^T &\leq -\bar{1} \\ -v^T &\leq -\bar{1} \end{aligned} \tag{3.2}$$

Primal problem (3.1) zarflama durumu, dual problem (3.2) ise çarpan durumu olarak adlandırılmaktadır. Yukarıdaki formüllerde X_o , doğrusal programın etkinliğini incelediği karar birimi olan “o”nun girdi değişkenlerinden aldığı değerlerden oluşan matris, benzer şekilde Y_o ise çıktı değerlerinden oluşan matristir. Primal formülasyonda yer alan s^+ , çıktılar için aylak değişken, s^- ise girdiler için aylak değişkendir. λ ise, eğer incelenen karar birimi etkin değilse incelenen karar birimine baskın olan karar değişkeninin baskınlık oranını göstermektedir.

Dual doğrusal programlama probleminde (3.2) ise μ çıktılar için, v ise girdiler için etkinliği tayin eder.

z_0^* , primal problemin, ω_0^* ise dual problemin optimal çözüm değerlerini göstermektedir. Bu değer, incelenen karar biriminin etkinlik sınırından ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak eğer karar birimi etkin ise $z_0^*(= \omega_0^*) = 0$ olmalıdır.

Bu çalışmada herşey MSOffice içindeki Excel'de yapılmaktadır ve bu işlemlerin yapılabilmesi için bir makro yazılmıştır. Bir karar biriminin herhangi bir yöntemde etkinliğinin bulunabilmesi için bir Excel dosyasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu dosya içinde ise üç adet sayfa yer almaktadır. Bu sayfaların adları sırasıyla dual çözüm, primal çözüm ve module1'dir.

Dual çözüm adlı sayfada öncelikle primal çözümün problemi yer almaktadır. Bu model kurallara uygun şekilde, Tablo-3.1, yerleştirildikten sonra duali bir makro yazılımı aracılığı ile alınmaktadır. Ardından dual ya da primal VZA yapılabilir. Dual çözüm aynı sayfada, primal çözüm ise başka sayfada hazırlanmaktadır.

Çözülecek problemin katsayıları dual çözüm sayfasına aşağıdaki gibi girilmektedir. İlk satırda amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Amaç fonksiyonunun ikinci sütununda problemin enbüyükleme mi yoksa enküçükleme mi olduğu belirtilmektedir. Sonra da değişkenlerin amaç fonksiyonundaki değerleri yer almaktadır. İkinci satırdan itibaren kısıtlar bulunmaktadır. Burada, soldan ilk satırda kısıtın işareti, ikinci satırda ise kısıtın sağ taraf değeri yer almaktadır. Kısıtlardan sonraki satır değişkenlerin türüne ayrılmıştır.

Aşağıdaki örnek konuyu daha iyi açıklamaktadır. Bu örnekte kullanılan sistem diğer örneklerde de kullanılacağı için burada ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

$$\begin{aligned}
 \min w_0 &= -(s+) + -(s-) \\
 &-(s+) + 0 + 2\lambda_1 + 5\lambda_2 + 7\lambda_3 + 8\lambda_4 + 3\lambda_5 + \lambda_6 + 7\lambda_7 = 2 \\
 &-(s-) - 2\lambda_1 - 3\lambda_2 - 6\lambda_3 - 9\lambda_4 - 5\lambda_5 - 4\lambda_6 - 10\lambda_7 = -2 \\
 &\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6 + \lambda_7 = 1
 \end{aligned}$$

Tablo-3.1, Tablo-2.1’de verilen karar birimlerinin girdi-çıktı miktarları kullanılarak hazırlanmıştır ve Karar Birimi A için etkinlik değerleri bu tablo yardımı ile bulunacaktır.

Tablo-3.1. Karar Birimi A’nın Toplamsal VZA’daki Primal Problem Formülasyonu

**PRİMAL
KATSAYILARI**

	İŞARET	S.T.	s+	s-	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
AMAÇ		min	-1	-1							
KISITLAR 1	=	2	-1		2	5	7	8	3	1	7
2	=	-2		-1	-2	-3	-6	-9	-5	-4	-10
3	=	1			1	1	1	1	1	1	1
	TÜR		>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=

Bu tablo oluşturulduktan sonra Karar Birimi-A için aşağıdaki gibi, Tablo-3.2, bir primal sonuç elde edilmektedir.

Tablo-3.2. Karar Birimi-A’nın Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER

Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0	sol	sağ
s+	0	2	2
s-	0	-2	-2
λ_1	1	1	1
λ_2	1,8E-07	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	-4E-07	0	0
λ_6	-4E-07	0	0
λ_7	0	0	0

Bu arada belirtmelidir ki, Tablo-3.2’de de görülebileceği gibi binde bir düzeyinden daha küçük olan büyüklükler sıfır kabul edilecektir.

Tablo-3.2, Karar Birimi-A’nın Toplamsal VZA yöntemine göre primal çözüm sonuçlarını vermektedir. Bu tablodaki değerlere göre, Şekil-3.1’den de görülebileceği gibi, mevcut olan üç kısıt da tamamen sağlanmıştır. “s+” aylak değişkeni, incelenen karar biriminin hedef karar birimine çıktı değerleri olarak ne

kadar uzakta olduğunu L1 ölçüsü cinsinden vermektedir. L1 ölçüsü ise, örneğin bir çıktı yerine iki çıktı değişkeni olsaydı ve birinci çıktı değişkeni için hedef karar biriminden uzaklık " $s+1$ " ile ikinci çıktı değişkeni için ise " $s+2$ " ise " $s+$ " = " $s+1$ " + " $s+2$ " dir. " $s+$ " ve " $s-$ " değişkenlerinin değerlerinin "0" olması girdi ve çıktı yönünde hiçbir aylak değer olmadığını göstermektedir. Bu değerler $z_o = 0$ ile birleşince Karar Birimi-A'nın toplamsal VZA'ya göre etkin olduğunu göstermektedir. Bu durumun bir başka sonucu olarak da $\lambda 1=1$ olarak bulunmuştur. Karar Birimi-A incelenmeye devam edilir ise Toplamsal VZA yönteminin dual problemi de çözümlidir. Dual çözüm daha çok bir geometrik anlam ifade etmektedir. Dual çözümde her bir karar birimi için, w_o 'yi enbüyükleyen bir $\mu Y_o - \nu X_o + u_o = w_o$. denklemi elde edilmektedir. Eğer denklemin sağ tarafı "0" ise en büyük değere ulaşılmış demektir. Farklı karar birimleri için " μ ", " ν " ve " u_o " katsayıları aynı ise " w_o " aradaki farkı L1 cinsinden göstermektedir.

Tablo-3.3. Karar Birimi-A'nın Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI		İŞARET	S.T.	μ	ν	u_o
AMAÇ			max	2	-2	1
KISITLAR 1	$\leq$		-1	-1		
2	$\leq$		-1		-1	
3	$\leq$			2	-2	1
4	$\leq$			5	-3	1
5	$\leq$			7	-6	1
6	$\leq$			8	-9	1
7	$\leq$			3	-5	1
8	$\leq$			1	-4	1
9	$\leq$			7	-10	1
		TÜR		urs	urs	urs

Tablo-3.3'de yer alan formülasyona göre Karar Birimi-A'nın Toplamsal VZA'ya göre dual çözümü Tablo-3.4'tedir.

Tablo-3.4. Karar Birimi-A'nın Toplamsal VZA'ya Göre Dual Çözümü

SOLVER

Optimal değerler		Kısıtlar	
		sol	sağ
z	0		
μ	1	-1	-1
ν	3	-3	-1
u_0	4	0	0
y4	0	0	0
y5	0	-7	0
y6	0	-15	0
y7	0	-8	0
y8	0	-7	0
y9	0	-19	0

Yukarıdaki sonuçlara göre tüm değerler sağlanmış ve Karar Birimi-A için aşağıdaki denklem elde edilmiştir.

$$y - 3x + 4 = 0.$$

Bu denklem, " w_0 " değeri sıfır olduğu için karar biriminin etkin olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu karar birimi, $(\nu, \mu) = (-3, 1)$ doğrultusunda hareket edecek karar birimleri için de hedef karar birimidir. Bu durum Karar Birimi-C ile Karar Birimi-G incelendiğinde daha iyi anlaşılacaktır. Karar Birimi-C ile Karar Birimi-G'nin doğru denklemlerinin sol tarafları, yani eğim kısmı aynıdır. Ancak Karar Birimi-C'nin sağ taraf değeri "0" iken Karar Birimi-G'nin sağ taraf değeri "-4"tür. Aradaki dört birimlik fark da Karar Birimi-C'nin Karar Birimi-G'ye göre "4" birim daha etkin olduğunu göstermektedir.

Karar Birimi-A incelendikten sonra Karar Birimi-B'ye geçilir ise aynı işlemler onun için yapılacaktır. Tablo-3.5'te Karar Birimi-B için Toplamsal VZA yönteminin primal formülasyonu, Tablo-3-6'da ise aynı yöntem için primal çözüm yeralmaktadır.

Tablo-3.5. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu

**PRİMAL
KATSAYILARI**

	İŞARET	S.T.	s+	s-	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
AMAÇ		min	-1	-1							
KISITLAR 1	=	5	-1		2	5	7	8	3	1	7
2	=	-3		-1	-2	-3	-6	-9	-5	-4	-10
3	=	1			1	1	1	1	1	1	1
	TÜR		>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=

Tablo-3.6. Karar Birimi-B'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER

Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0	sol	sağ
s+	0	5	5
s-	0	-3	-3
λ_1	0	1	1
λ_2	1	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.6'dan da görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. $z_0 = 0$, $s+ = s- = 0$ elde edilmiştir. $\lambda_2 = 1$ olması da, diğer göstergeler gibi, bu karar biriminin etkin olduğunu göstermektedir.

Tablo-3.7'de dual problemin formülasyonu, Tablo-3.8'de ise dual problemin çözümü görülmektedir.

Dual çözümde de $z_0 = 0$ olmuştur. Karar Birimi-B için elde edilen denklem ise aşağıdaki gibidir:

$$1,6y - 4,8x + 6,4 = 0.$$

Tablo-3.7. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI		İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
AMAÇ			max	5	-3	1
KISITLAR	1	$\leq$	-1	-1		
2		$\leq$	-1		-1	
3		$\leq$		2	-2	1
4		$\leq$		5	-3	1
5		$\leq$		7	-6	1
6		$\leq$		8	-9	1
7		$\leq$		3	-5	1
8		$\leq$		1	-4	1
9		$\leq$		7	-10	1
		TÜR		urs	urs	urs

Tablo-3.8. Karar Birimi-B'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Çözümü

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	4E-15	sol	sağ
μ	1,6	-1,6	-1
ν	4,8	-4,8	-1
u_0	6,4	-0	0
y_4	0	4E-15	0
y_5	0	-11,2	0
y_6	0	-24	0
y_7	0	-12,8	0
y_8	0	-11,2	0
y_9	0	-30,4	0

Bu denklem, " w_o " değeri sıfır olduğu için karar biriminin etkin olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu karar birimi, (-4,8;1,6) doğrultusunda hareket edecek karar birimleri için de hedef karar birimidir.

Karar Birimi-C için primal ve dual formülasyon ve çözümler Tablo-3.9, Tablo-3.10, Tablo-3.11, Tablo-3.12'de bulunmaktadır.

Tablo-3.9. Karar Birimi-C'nin Toplamsal VZA'daki Primal Problem Formülasyonu

**PRİMAL
KATSAYILARI**

	İŞARET	S.T.	s+	s-	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
AMAÇ		min	-1	-1							
KISITLAR 1	=	7	-1		2	5	7	8	3	1	7
2	=	-6		-1	-2	-3	-6	-9	-5	-4	-10
3	=	1			1	1	1	1	1	1	1
	TÜR	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=

Tablo-3.10. Karar Birimi-C'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER

Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0	sol	sağ
s+	0	7	7
s-	0	-6	-6
λ_1	0	1	1
λ_2	3,3E-07	0	0
λ_3	1	0	0
λ_4	1,7E-06	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	-1E-06	0	0

Tablo-3.10'dan da görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. $z_0 = 0$, $s^+ = s^- = 0$ elde edilmiştir. $\lambda_3 = 1$ olması da, diğer göstergeler gibi, bu karar biriminin etkin olduğunu göstermektedir.

Tablo-3.11. Karar Birimi-C'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI

	İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
AMAÇ		max	7	-6	1
KISITLAR 1	<=	-1	-1		
2	<=	-1		-1	
3	<=		2	-2	1
4	<=		5	-3	1
5	<=		7	-6	1
6	<=		8	-9	1
7	<=		3	-5	1
8	<=		1	-4	1
9	<=		7	-10	1
	TÜR	urs	urs	urs	

Tablo-3.14. Karar Birimi-D'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0	sol	sağ
s+	0	8	8
s-	0	-9	-9
λ_1	0	1	1
λ_2	-1E-06	0	0
λ_3	2E-06	0	0
λ_4	1	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.14'ten de görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. $z_0 = 0$, $s+ = s- = 0$ elde edilmiştir. $\lambda_4 = 1$ olması da, diğer göstergeler gibi, bu karar biriminin etkin olduğunu göstermektedir.

Tablo-3.15. Karar Birimi-D'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI

AMAÇ KISITLAR	İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
1		max	8	-9	1
2	$\leq$	-1	-1		
3	$\leq$	-1		-1	
4	$\leq$		2	-2	1
5	$\leq$		5	-3	1
6	$\leq$		7	-6	1
7	$\leq$		8	-9	1
8	$\leq$		3	-5	1
9	$\leq$		1	-4	1
	$\leq$		7	-10	1
TÜR			urs	urs	urs

Tablo-3.18. Karar Birimi-E'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	-4	sol	sağ
s+	2	3	3
s-	2	-5	-5
λ_1	0	1	1
λ_2	1	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.18'den de görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. Ancak Karar Birimi-E etkin değildir, çünkü $z_0 = -4$ olarak bulunmuştur. $\lambda_2 = 1$ olması da Karar Birimi-E'nin Karar Birimi-B'yi hedef karar birimi olarak alabileceğini göstermektedir. Karar Birimi-E, hedef karar birimine girdi değerinde de çıktı değerinde de 2 L1 birimi uzaklıktadır. Bu da demek oluyor ki, Karar Birimi-E ancak çıktı değerini iki birim arttırır ise ve girdi değerini iki birim azaltır ise etkin hale gelebilmektedir.

Tablo-3.19. Karar Birimi-E'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI

	İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
AMAÇ		max	3	-5	1
KISITLAR 1	$\leq$	-1	-1		
2	$\leq$	-1		-1	
3	$\leq$		2	-2	1
4	$\leq$		5	-3	1
5	$\leq$		7	-6	1
6	$\leq$		8	-9	1
7	$\leq$		3	-5	1
8	$\leq$		1	-4	1
9	$\leq$		7	-10	1
	TÜR		urs	urs	urs

Tablo-3.22. Karar Birimi-F'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	-5	sol	sağ
s+	4	1	1
s-	1	-4	-4
λ_1	0	1	1
λ_2	1	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	-1E-06	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.22'den de görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. Ancak Karar Birimi-F etkin değildir, çünkü $z_0 = -5$ olarak bulunmuştur. $\lambda_2 = 1$ olması da Karar Birimi-F'nin Karar Birimi-B'yi hedef karar birimi olarak alabileceğini göstermektedir. Karar Birimi-F, hedef karar birimine girdi değerinde 1, çıktı değerinde de 4 L1 birimi uzaklıktadır. Bu da demek oluyor ki, Karar Birimi-F ancak çıktı değerini dört birim arttırır ise ve girdi değerini bir birim azaltır ise etkin hale gelebilmektedir.

Tablo-3.23. Karar Birimi-F'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI

	İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
AMAÇ		max	1	-4	1
KISITLAR 1	<=	-1	-1		
2	<=	-1		-1	
3	<=		2	-2	1
4	<=		5	-3	1
5	<=		7	-6	1
6	<=		8	-9	1
7	<=		3	-5	1
8	<=		1	-4	1
9	<=		7	-10	1
	TÜR		urs	urs	urs

Tablo-3.26. Karar Birimi-G'nin Toplamsal Yöntem Primal Çözüm Sonuçları

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	-4	sol	sağ
s+	0	7	7
s-	4	-10	-10
λ_1	0	1	1
λ_2	0	0	0
λ_3	1	0	0
λ_4	6,7E-07	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	1,1E-07	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.26'dan da görüldüğü gibi Toplamsal VZA yönteminin gerektirdiği kısıtlar sağlanmıştır. Ancak Karar Birimi-G etkin değildir, çünkü $z_0 = -4$ olarak bulunmuştur. $\lambda_3 = 1$ olması da Karar Birimi-G'nin Karar Birimi-C'yi hedef karar birimi olarak alabileceğini göstermektedir. Karar Birimi-G, hedef karar birimine girdi değerinde 4, çıktı değerinde de 0 L1 birimi uzaklıktadır. Bu da demek oluyor ki, Karar Birimi-G ancak çıktı değerini dört birim artırır ise etkin hale gelebilmektedir.

Tablo-3.27. Karar Birimi-G'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI

AMAÇ KISITLAR	İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
1	$\leq$	-1	-1		
2	$\leq$	-1		-1	
3	$\leq$		2	-2	1
4	$\leq$		5	-3	1
5	$\leq$		7	-6	1
6	$\leq$		8	-9	1
7	$\leq$		3	-5	1
8	$\leq$		1	-4	1
9	$\leq$		7	-10	1
TÜR		urs	urs	urs	

Tablo-3.28. Karar Birimi-G'nin Toplamsal VZA'ya Göre Dual Problem Çözümü

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	-4	sol	sağ
μ	1,5	-1,5	-1
ν	1	-1	-1
u0	-4,5	-3,5	0
y4	0	-2E-08	0
y5	0	0	0
y6	0	-1,5	0
y7	0	-5	0
y8	0	-7	0
y9	0	-4	0

Dual çözümde de $z_0 = -4$ olmuştur. Karar Birimi-G için elde edilen denklem ise aşağıdaki gibidir:

$$1,5y - 1x - 4,5 = -4.$$

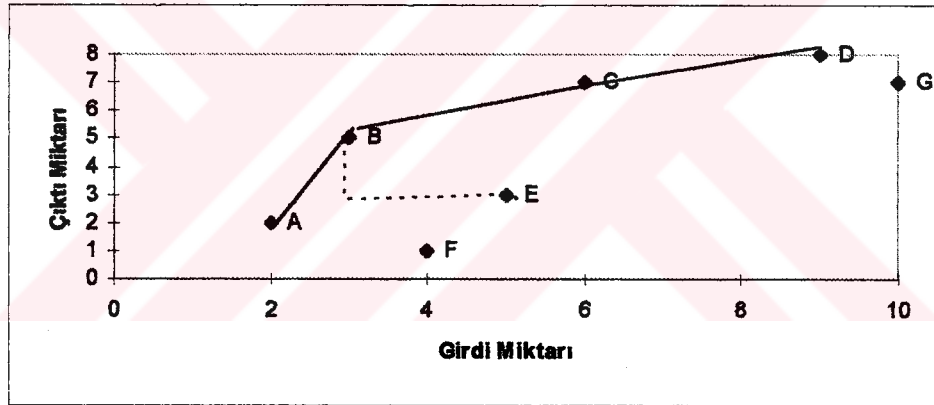
Bu denklem, " w_0 " değeri "-4" olduğu için karar biriminin etkin olmadığını göstermektedir. Primal çözümünden çıkan sonuçlar ile birlikte Karar Birimi-C'den dört birim uzakta olduğu görülmektedir. Şunu da belirtmek gerekir ki, Karar Birimi-C'nin Tablo-3.12'deki dual çözümünden de görülebileceği gibi denklemini $1,5y - x - 4,5 = 0$ 'dır. Karar Birimi-G'nin ise $1,5y - x - 4,5 = -4$ 'tür. Daha öncede belirtildiği gibi, bu geometrik durum iki karar birimi arasındaki uzaklığın sağ taraf değerleri arasındaki fark kadar olacağını göstermektedir : 4 L1 birimi.

Yukarıda herbir karar birimi tek tek incelenen örnek, aşağıda genel bir incelemeye tabi tutulmuştur. Buna ilişkin bilgiler Tablo-3.29'da yer almaktadır. Bu tabloya göre KB-A, KB-B, KB-C ve KB-D etkindir. Bu etkinlik, girdiye veya çıktıya yönelik değil genel bir etkinliktir. Çünkü toplamsal model yönlendirilmemiştir. Bu dört karar birimi Şekil-3.2'deki etkinlik sınırını oluşturmaktadır. KB-E, KB-F ve KB-G etkin değildirler. Burada etkinlikler yüzde olarak ölçülememektedir. Halbuki BCC ve CCR modellerine etkinlik yüzde değeri olarak da ölçülebilmektedir. Burada ise etkin olmayan karar biriminin kendine hedef seçtiği karar biriminden girdi ve çıktı olarak ne kadar uzakta olduğu görülebilmektedir. Örneğin, KB-E, hedefi olan KB-

B'ye ulaşabilmek için çıktı miktarını “2” birim arttırmalı, girdi miktarını ise “2” birim azaltmalıdır. Bu durum da yine Şekil-3.2’de görülebilmektedir.

Tablo-3.29. Örnek Problemin Toplamsal Model Genel Çözüm Tablosu

Karar Birimi	Primal Problem (ADDP-I)				Dual Problem (ADDD-I)			
	z^*_j	s^+	s^-	λ	w^*_j	m	u	u_0
A	0	0	0	$\lambda_1=1$	0	1	3	4
B	0	0	0	$\lambda_2=1$	0	1,6	4,8	6,4
C	0	0	0	$\lambda_3=1$	0	1,5	1	-4,5
D	0	0	0	$\lambda_4=1$	0	3	1	-15
E	-4	2	2	$\lambda_2=1$	-4	1	1	-2
F	-5	4	1	$\lambda_2=1$	-5	1	1	-2
G	-4	0	4	$\lambda_3=1$	-4	1,5	1	-4,5



Şekil-3.2. Örneğin Toplamsal Model Çözümü Grafik Gösterimi

3.1.1.2. BCC Modeli

BCC Modeli, 1984 yılında kendisini geliştiren Banker, Charnes ve Cooper'ın adlarının başharfleri ile anılmaktadır. Bu yöntemde, CCR modelinde de olduğu gibi, girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönlendirilebilmektedir. Bu yöntem değişken ölçeğe göre getiriye göre işlemleri gerçekleştirmektedir. Bunun nedeni de, primal doğrusal programlamada “ λ ” değişkeninin toplamının “1” ile sınırlandırılmış olmasıdır. BCC modelinin girdiye yönelik Primal ve dual doğrusal

programlama problemleri aşağıda verilmiştir. Modeli açıklayıcı bir örnek aşağıda verilmiştir. Çıktıya yönelik BCC modelinin girdiye yönelik olandan uygulamada önemli farkları olmadığı için çıktıya yönelik BCC modeli örneği kapsama alınmamıştır (Charnes vd., 1994).

Aşağıdaki formüllerde X_o , doğrusal programın etkinliğini incelediği karar birimi olan “o”nun girdi değişkenlerinden aldığı değerlerden oluşan matris, benzer şekilde Y_o ise çıktı değerlerinden oluşan matristir. Primal formülasyonda yer alan s^+ , çıktıları için aylak değişken, s^- ise girdiler için aylak değişkendir. λ , eğer incelenen karar birimi etkin değilse incelenen karar birimine baskın olan karar değişkeninin baskınlık oranını göstermektedir. θ da bir karar değişkenidir ve z_o ile birlikte “1” değerini alır ise o karar birimi etkin demektir. ε 'un asıl amacı ise dual problemdeki etkinlik göstergelerine bir alt sınır getirmektir.

z_o^* , primal problemin, ω_o^* ise dual problemin optimal çözüm değerlerini göstermektedir. Bu değer, incelenen karar biriminin etkinlik sınırından ne kadar uzakta olduğunu belirlemektedir. Sonuç olarak eğer karar birimi etkin ise $z_o^*(= \omega_o^*) = 0$ olmalıdır.

- Girdiye Yönelik BCC Primal (BCC_{P-I}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} z_o = \theta - \varepsilon \bar{1} s^+ - \varepsilon \bar{1} s^-$$

Kısıtlar :

$$Y\lambda - s^+ = Y_o$$

$$\theta X_o - X\lambda - s^- = 0$$

$$\bar{1}\lambda \geq 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

(3.3)

- Girdiye Yönelik BCC Dual (BCC_{D-I}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v} \omega_o = \mu^T Y_o + u_o$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} v^T X_o &= 1 \\ \mu^T Y - v^T X + u_o \bar{1} &\leq 0 \\ -\mu^T &\leq -\varepsilon \bar{1} \\ -v^T &\leq -\varepsilon \bar{1} \\ u_o &\text{serbest} \end{aligned} \tag{3.4}$$

BCC modelinin çıktıya yönelik Primal ve dual doğrusal programlama problemleri aşağıda verilmiştir.

- Çıktıya Yönelik BCC Primal (BCC_{P-O}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\phi, \lambda, s^+, s^-} z_o = \phi + \varepsilon \bar{1} s^+ + \varepsilon \bar{1} s^-$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \phi Y_o - Y \lambda + s^+ &= 0 \\ X \lambda + s^- &= X_o \\ \bar{1} \lambda &= 1 \\ \lambda, s^+, s^- &\geq 0 \end{aligned} \tag{3.5}$$

- Çıktıya Yönelik BCC Dual (BCC_{D-O}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v} q_o = v^T X_o + v_o$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned}
 \mu^T Y_o &= 1 \\
 -\mu^T Y + v^T X + v_o \bar{I} &\geq 0 \\
 -\mu^T &\geq -\varepsilon \bar{I} \\
 -v^T &\geq -\varepsilon \bar{I} \\
 v_o &\text{serbest}
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

BCC Modeli VZA'nın daha iyi anlaşılabilmesi için bir örnek verilmiştir. Bu örnek Toplamsal VZA yönteminde de kullanıldığından burada tekrar girdi-çıkı matrisi verilmeyecektir. Ayrıca çözümlerine birbirine çok benzediği için sadece girdiye yönelik BCC Modeli örnekleneyecektir.

Karar Birimi-A (KB-A)'nın Girdiye Yönelik BCC modelinin primal probleminin formülasyonu Tablo-3.30'da görülmektedir.

Tablo-3.30. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problemi Formülasyonu

	İŞARET	S.T.	θ	s^+	s^-	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
AMAÇ		min	1	-0,05	-0,05							
KISITLAR 1	=	2		-1		2	5	7	8	3	1	7
2	=	0	2		-1	-2	-3	-6	-9	-5	-4	-10
3	=	1				1	1	1	1	1	1	1
	TÜR	urs	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$	$\geq$

Oluşturulan bu tablo sonucunda Tablo-3.31'deki Karar Birimi-A'nın girdiye yönelik BCC modelinin primal problem sonucu elde edilmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, bir karar biriminin BCC modelinde etkin kabul edilebilmesi için $z_o = \theta = 1$ olmalıdır. KB-A da bu koşulu sağlamaktadır. $\lambda_1 = 1$ olması da durumu tamamen kanıtlamaktadır.

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için dual problem çözülecek ise öncelikle Tablo-3.32'deki problem formülasyonunun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu formülasyon sonucunda da Tablo-3.33'teki sonuçlara ulaşılmaktadır.

Tablo-3.31. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problemi Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
θ	1	2	2
s+	1,5E-07	-1,5E-07	0
s-	0	1	1
λ_1	1	0	0
λ_2	0	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.32. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI		İŞARET	S.T.	μ	ν	u_0
AMAÇ			max	2	0	1
KISITLAR	1	=	1		2	
	2	$\leq$	-0,05	-1		
	3	$\leq$	-0,05		-1	
	4	$\leq$		2	-2	1
	5	$\leq$		5	-3	1
	6	$\leq$		7	-6	1
	7	$\leq$		8	-9	1
	8	$\leq$		3	-5	1
	9	$\leq$		1	-4	1
	10	$\leq$		7	-10	1
		TÜR		urs	urs	urs

Tablo-3.33'teki girdiye yönelik BCC Modeli dual çözümü sonucunda aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir. KB-A'nın denklemi,

$$0,1667y - 0,5x - 0.6667 = 0.$$

Ayrıca w_j değeri bir olduğu için etkindir. Dual çözümün ayrıntıları yeri geldikince yapılacaktır.

Tablo-3.33. KB-A'nın Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
μ	0,1667	1	1
ν	0,5	-0,17	-0,05
u_0	0,6667	-0,5	-0,05
y_4	0	0	0
y_5	0	-0	0
y_6	0	-1,17	0
y_7	0	-2,5	0
y_8	0	-1,33	0
y_9	0	-1,17	0
y_{10}	0	-3,17	0

Tablo-3.34'te görülmekte olan primal çözüm KB-B'ye aittir. Bu tabloya göre $z_o = \theta = 1$ olduğu için KB-B girdiye yönelik olarak etkindir. Ancak bir karar biriminin etkinliği konusunda kesin bir sonuca varabilmek için çıktıya yönelik etkinliğine de bakılması gerekmektedir. $\lambda_2 = 1$ olması da KB-B'nin etkinliğini kanıtlamaktadır.

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.35'teki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. Aslında geometrik sonuçlar daha çok etkin olmayan karar birimlerinin hangi yönde ne kadar değişiklik yaparak etkin olabilecekleri konusunda bize bilgi vermektedir. Burada ise KB-B etkin olduğu için dual çözüm bize ek bir bilgi sağlamamaktadır.

Tablo-3.36'da görülmekte olan primal çözüm KB-C'ye aittir. Bu tabloya göre $z_o = \theta = 1$ olduğu için KB-C girdiye yönelik olarak etkindir. Ancak bir karar biriminin etkinliği konusunda kesin bir sonuca varabilmek için çıktıya yönelik etkinliğine de bakılması gerekmektedir. $\lambda_3 = 1$ olması da KB-C'nin etkinliğini kanıtlamaktadır.

Tablo-3.34. KB-B'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
θ	1	5	5
s+	0	-4,4E-16	0
s-	0	1	1
λ_1	1,7E-06	0	0
λ_2	1	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.35. KB-B'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
μ	0,1111	1	1
ν	0,3333	-0,1111	-0,05
u_0	0,4444	-0,3333	-0,05
y4	0	9,9E-09	0
y5	0	-1E-15	0
y6	0	-0,7778	0
y7	0	-1,6667	0
y8	0	-0,8889	0
y9	0	-0,7778	0
y10	0	-2,1111	0

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.37'daki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. Burada ise KB-C etkin olduğu için dual çözüm bize ek bir bilgi sağlamamaktadır.

Tablo-3.36. KB-C'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
θ	1	7	7
s+	0	-8,9E-16	0
s-	0	1	1
λ_1	-1E-06	0	0
λ_2	2,5E-06	0	0
λ_3	1	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.37. KB-C'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
μ	0,25	1	1
ν	0,1667	-0,25	-0,05
u_0	-0,75	-0,1667	-0,05
y_4	0	-0,5833	0
y_5	0	-2E-15	0
y_6	0	-2E-15	0
y_7	0	-0,25	0
y_8	0	-0,8333	0
y_9	0	-1,1667	0
y_{10}	0	-0,6667	0

Tablo-3.38'de görülmekte olan primal çözüm KB-D'ye aittir. Bu tabloya göre $z_0 = \theta = 1$ olduğu için KB-D girdiye yönelik olarak etkindir. Ancak bir karar biriminin etkinliği konusunda kesin bir sonuca varabilmek için çıktıya yönelik etkinliğine de bakılması gerekmektedir. $\lambda_4 = 1$ olması da KB-D'nin etkinliğini kanıtlamaktadır.

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.39'daki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. Burada ise KB-D etkin olduğu için dual çözüm bize ek bir bilgi sağlamamaktadır.

Tablo-3.38. KB-D'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
θ	1	8	8
s^+	0	3,8E-16	0
s^-	0	1	1
λ_1	1,7E-07	0	0
λ_2	0	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	1	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	-1E-06	0	0

Tablo-3.39. KB-D'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
μ	0,3333	1	1
v	0,1111	-0,3333	-0,05
u_0	-1,6667	-0,1111	-0,05
y_4	0	-1,2222	0
y_5	0	-0,3333	0
y_6	0	-4E-15	0
y_7	0	-4E-15	0
y_8	0	-1,2222	0
y_9	0	-1,7778	0
y_{10}	0	-0,4444	0

Tablo-3.40'da görülmekte olan primal çözüm KB-E'ye aittir. Bu tabloya göre $z_o = \theta = 0,4667$ olduğu için KB-E girdiye yönelik olarak etkin bir karar birimi değildir. Bu karar biriminin çözüm kümesi $\lambda^* = (2/3, 1/3, 0, 0, 0, 0, 0)$ şeklindedir. KB-E etkin olabilmek için girdilerini 0,4667 oranında düşürerek 2.3333 düzeyine büzmek zorundadır. Bu girdi miktarı da etkinlik sınırındaki iki nokta olan KB-A'dan bu etkinlik sınırı üzerinde aradaki uzaklığın 2/3'ü, KB-B'den ise 1/3'ü uzaktadır. Bu durumu daha açık biçimde Şekil-3.3 yansıtmaktadır.

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.41'deki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. Dual çözüm sonucuna göre KB-E, kendisine hedef olarak KB-A ile KB-B'yi birleştiren doğru parçası olan $0,0667y - 0,2x - 0,8 = 0$ üzerindeki bir noktayı seçmiştir. KB-E'nin bu noktaya uzaklığı şimdi bulunduğu noktadan X-eksenine paralel olarak 0,4667 oranındadır.

Tablo-3.42'de görülmekte olan primal çözüm KB-F'ye aittir. Bu tabloya göre $z_0 = 0,4667$ olmasına rağmen $\theta = 0,5$ 'tir. Aradaki bu fark problem formülasyonunda 0,05 olarak alınan ε 'dan kaynaklanmaktadır. Bu durumda $z_0 = \theta - \varepsilon$ olmaktadır. Bu karar biriminin çözüm kümesi $\lambda^* = (1,0,0,0,0,0,0)$ şeklindedir. Bu da demek oluyor ki, KB-F kendisine KB-A'nın değerlerini hedeflemiştir. Ancak Tablo-3.42'den de görülebileceği gibi KB-F için "s+" değeri de yaklaşık olarak "1"dir. Bunun sonucunda girdiye yönelik BCC modelinde sadece girdi yönünde değişiklik yapmak KB-F için yeterli olmamış, çıktı yönünde de bir değişiklik gerekmiştir. Bu değişiklik de "1" birimdir. Bu durumu daha açık biçimde Şekil-3.3 yansıtmaktadır.

Tablo-3.40. KB-E'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,46667	sol	sağ
θ	0,46667	3	3
s+	0	4,4E-16	0
s-	0	1	1
λ_1	0,66667	0	0
λ_2	0,33333	0	0
λ_3	-1E-06	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.41. KB-E'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,4667	sol	sağ
μ	0,0667	1	1
ν	0,2	-0,0667	-0,05
u_0	0,2667	-0,2	-0,05
y_4	0	1,5E-09	0
y_5	0	0	0
y_6	0	-0,4667	0
y_7	0	-1	0
y_8	0	-0,5333	0
y_9	0	-0,4667	0
y_{10}	0	-1,2667	0

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.43'deki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. KB-F'nin dual çözümünün sonuçları diğer karar birimlerinin çözümlerinden farklı özellikler arz etmektedir. Çünkü bu değerler " ϵ "a bağlıdır. Çünkü çıktı değeri etkinlik sınırındaki karar birimlerinin minimum çıktı düzeyinden de düşüktür. Bu nedenle hedeflediği karar birimi olan KB-A'ya önce girdi değerini 0,5 oranında düşürerek sonra da çıktı değerini "1" birim arttırarak ulaşabilmektedir.

Tablo-3.42. KB-F'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,45	sol	sağ
θ	0,5	1	1
s^+	0,99999	6,2E-17	0
s^-	0	1	1
λ_1	1	0	0
λ_2	-1E-06	0	0
λ_3	-1E-06	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.43. KB-F'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,45	sol	sağ
μ	0,05	1	1
ν	0,25	-0,05	-0,05
u_0	0,4	-0,25	-0,05
y4	0	-5E-09	0
y5	0	-0,1	0
y6	0	-0,75	0
y7	0	-1,45	0
y8	0	-0,7	0
y9	0	-0,55	0
y10	0	-1,75	0

Tablo-3.44'te görülmekte olan primal çözüm KB-G'ye aittir. Bu tabloya göre $z_0 = \theta = 0,6$ 'dır. Bu durum da KB-G'nin etkin olmadığını ifade etmektedir. Bu karar biriminin çözüm kümesi $\lambda^* = (0,0,1,0,0,0,0)$ şeklindedir. Bu da demek oluyor ki, KB-G kendisine KB-C'nin değerlerini hedeflemiştir. KB-G'nin bu hedefine ulaşabilmesi için girdi düzeyini 0,6 oranında büzmesi gerekmektedir. Bu durumu daha açık biçimde Şekil-3.3 yansıtmaktadır.

Ardından geometrik sonuçlar elde etmek için Tablo-3.45'deki dual problem çözüm sonucuna bakmak gerekmektedir. Buradaki değerlerden de KB-G'nin kendisine hedef olarak KB-C'yi gördüğü anlaşılmaktadır. Çünkü KB-G'nin (μ, ν, u_0) değerleri KB-C'nin değerlerinin 3/5 katıdır.

Tablo-3.44. KB-G'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,6	sol	sağ
θ	0,6	7	7
s^+	0	1,8E-15	0
s^-	0	1	1
λ_1	-1E-06	0	0
λ_2	2,5E-06	0	0
λ_3	1	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.45. KB-G'nin Girdiye Yönelik BCC Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

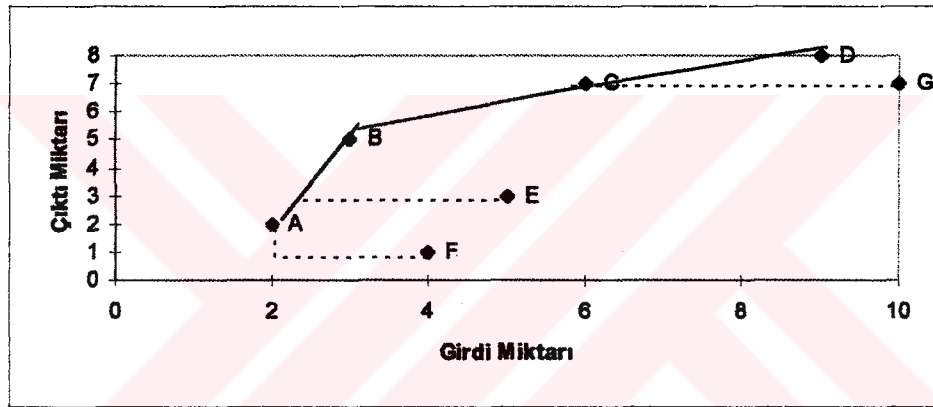
SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,6	sol	sağ
μ	0,15	1	1
v	0,1	-0,15	-0,05
$u0$	-0,45	-0,1	-0,05
$y4$	0	-0,35	0
$y5$	0	-2E-08	0
$y6$	0	5,6E-17	0
$y7$	0	-0,15	0
$y8$	0	-0,5	0
$y9$	0	-0,7	0
$y10$	0	-0,4	0

Yukarıda herbir karar birimi tek tek incelenen örnek, aşağıda genel bir incelemeye tabi tutulmuştur. Buna ilişkin bilgiler Tablo-3.46'da yer almaktadır. Bu tabloya göre KB-A, KB-B, KB-C ve KB-D etkindir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, bu etkinliğin girdiye yönelik etkinlik olduğudur. Bir karar biriminin etkin olup olmadığına kesin karar verebilmek için aynı zamanda çıktıya yönelik etkinliğini de incelemek gerekmektedir. Bu dört karar birimi Şekil-3.3'teki etkinlik sınırını oluşturmaktadır. KB-E, KB-F ve KB-G etkin değildirler. Burada etkinlikler yüzde olarak da ölçülebilmektedir. Örneğin, KB-E, hedefi olan KB-B'ye ulaşabilmek için girdi miktarını mevcut durumun "0,467"sine düşürmelidir.

Bir başka hesap da dual problem çözüm sonucu aracılığı ile yapılabilmektedir. " v ", karar biriminin girdisindeki bir birim azalmanın yaratacağı etkinlik artışını göstermektedir. Buna göre, örneğin KB-E, girdisini bir birim azaltır ise "0,2" etkinlik artışı sağlayacaktır. Ancak "0,467"yi "1"e tamamlayan değer olan "0,533"lük bir etkinlik artışına ihtiyaç duymaktadır. Bu da kullandığı girdiyi "2,667" birim azaltması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak KB-E etkin olmak istiyor ise girdi kullanımı " $5-2,667=2,333$ " birim olmalıdır. Bu durum da yine Şekil-3.3'de görülebilmektedir.

Tablo-3.46. Örnek Problemin Girdiye Yönelik BCC Modeli Genel Çözüm Tablosu

Karar Birimi	Primal Problem (BCCP-I)				Dual Problem (BCCD-I)			
	$z^*j = \theta^*$	s^+	s^-	λ	w^*j	μ	v	u_0
A	1	0	0	$\lambda_1=1$	1	0,167	0,5	0,667
B	1	0	0	$\lambda_2=1$	1	0,111	0,333	0,444
C	1	0	0	$\lambda_3=1$	1	0,25	0,167	-0,75
D	1	0	0	$\lambda_4=1$	1	0,333	0,111	-1,667
E	0,4667	0	0	$\lambda_1=0,67 \lambda_2=0,33$	0,467	0,067	0,2	0,267
F	0,5	1	0	$\lambda_1=1$	0,45	0,05	0,25	0,4
G	0,6	0	0	$\lambda_3=1$	0,6	0,15	0,1	-0,45



Şekil-3.3. Örnek Girdiye Yönelik BCC Modeli Genel Çözüm Sonucu Grafiği

3.1.2. Sabit Ölçeğe Göre Getirili Modeller

3.1.2.1. Çarpımsal Model

Çarpımsal yöntem diğer Veri Zarflama Analizi yöntemlerinden farklı olarak logaritmik kısıtları içermektedir ve Cobb-Douglas zarflaması yapmaktadır. Bu durum da Çarpımsal yöntemle etkin olmayan karar biriminin etkinlik sınırına uzaklığının hesaplanmasında doğrudal değil de üstel ifadeler kullanılması olanağını vermektedir. Bu yöntem özellikle ekonometrik formülasyonlarda kullanılmaktadır. Çarpımsal model de, Toplamsal modelde olduğu gibi, girdiye veya çıktıya yönlendirme bulunmamaktadır. Primal ve dual doğrusal programlama problemleri aşağıda verilmiştir.

- Çarpımsal Primal (Malt_P) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_o = -\bar{1}s^+ - \bar{1}s^-$$

Kısıtlar :

$$\text{Log}(Y)\lambda - s^+ = \text{Log}(Y_o)$$

$$\text{Log}(X)\lambda - s^- = \text{Log}(X_o)$$

$$\bar{1}\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

(3.7)

- Çarpımsal Dual (Malt_D) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v, u_o} \omega_o = \mu^T \text{Log}(Y_o) - v^T \text{Log}(X_o) + u_o$$

Kısıtlar :

$$\mu^T \text{Log}(Y) - v^T \text{Log}(X) + u_o \bar{1} \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\bar{1}$$

$$-v^T \leq -\bar{1}$$

(3.8)

Çarpımsal yöntem uygulama sırasında kullanılmayacağı için daha ayrıntılı incelenmeyecektir.

3.1.2.2. CCR Modeli

CCR Modeli, 1978 yılında kendisini geliştiren Charnes, Cooper ve Rhodes'un adlarının başharfleri ile anılmaktadır. Bu yöntem girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönlendirebilmektedir. Bunun sonucunda da önceki yöntemlerden farklı olarak girdi etkinliği ayrı, çıktı etkinliği ayrı ölçülebilmektedir.

Bu yöntem sabit ölçeğe göre getiriye göre işlemleri gerçekleştirmektedir. Bunun nedeni de, primal doğrusal programlamada “ λ ” değişkeninin toplamının “1” ile sınırlandırılmamış olmasıdır. Bu kısıtın eksikliği çözüm kümesi dahilindeki bölgeyi genişlettiği gibi karar birimlerinin etkin olarak ortaya çıkma olasılığını azaltmaktadır. CCR modelinin girdiye yönelik Primal ve dual doğrusal programlama problemleri aşağıda verilmiştir. Modeli açıklayıcı bir örnek aşağıda verilmiştir. Çıktıya yönelik CCR modelinin girdiye yönelik olandan uygulamada önemli farkları olmadığı için çıktıya yönelik CCR modeli örneği kapsama alınmamıştır (Charnes vd., 1994).

- Girdiye Yönelik CCR Primal (CCR_{P-I}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} z_o = \theta - \varepsilon \bar{1} s^+ - \varepsilon \bar{1} s^-$$

Kısıtlar :

$$Y\lambda - s^+ = Y_o$$

$$\theta X_o - X\lambda - s^- = 0$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

(3.9)

- Girdiye Yönelik CCR Dual (CCR_{D-I}) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v} \omega_o = \mu^T Y_o$$

Kısıtlar :

$$v^T X_o = 1$$

$$\mu^T Y - v^T X \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

$$-v^T \leq -\varepsilon \bar{1}$$

(3.10)

CCR modelinin çıktıya yönelik Primal ve dual doğrusal programlama problemleri aşağıda verilmiştir.

- Çıktıya Yönelik CCR Primal (CCR_P-O) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\phi, \lambda, s^+, s^-} z_o = \phi + \varepsilon \bar{1}s^+ + \varepsilon \bar{1}s^-$$

Kısıtlar :

$$\phi Y_o - Y\lambda + s^+ = 0$$

$$X\lambda + s^- = X_o \quad (3.11)$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

- Çıktıya Yönelik CCR Dual (CCR_D-O) Doğrusal Programlama Modeli

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v} q_o = v^T X_o$$

Kısıtlar :

$$\mu^T Y_o = 1$$

$$-\mu^T Y + v^T X \geq 0$$

$$-\mu^T \geq -\varepsilon \bar{1}$$

$$-v^T \geq -\varepsilon \bar{1}$$

(3.12)

CCR modeli için daha önceki yöntemlerin de daha iyi anlaşılması için kullanılan örnek kullanılacaktır. Birbirine çok benzedikleri için de sadece girdiye yönelik çözüm örnekleri verilecektir.

Karar Birimi-A'nın girdiye yönelik CCR modeli primal formülasyonu Tablo-3.47'deki gibidir.

Bu primal formülasyon sonucunda ortaya çıkan girdiye yönelik CCR modeli primal çözümü Tablo-3.48’dir.

Tablo-3.47. KB-A’nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Formülasyonu

**PRİMAL
KATSAYILARI**

	İŞARET	S.T.	θ	s+	s-	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7
AMAÇ		min	1	-0,05	-0,05							
KISITLAR 1	=	2		-1		2	5	7	8	3	1	7
2	=	0	2		-1	-2	-3	-6	-9	-5	-4	-10
	TÜR	urs	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=

Tablo-3.48. KB-A’nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,6	sol	sağ
θ	0,6	2	2
s+	0	-2,2E-16	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	0,4	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Bu sonuçtan da görülebileceği gibi CCR Modeli yakınsaklık kısıtı olmadığı için çözüm kümesini geniş tutmaktadır. Bu yüzden de daha önceki modellerde etkin olan KB-A, bu modelde etkin olmaktan çıkmıştır. Bu durum da etkin karar birimleri için “1” olması gereken z_j değerinin “0,6” olmasından anlaşılmaktadır. Buna göre (2;2) noktasında yeralan KB-A, etkin olmak için, $(2*0,6;2) = (1,2;2)$ noktasına gelmeli, yani girdi kullanım oranını %60 azaltmalıdır. Buradan hedef karar birimi de anlaşılmaktadır. Çünkü λ_i ’lerden sadece λ_2 sıfırdan farklıdır. Demek ki, Karar Birimi-B hedef karar birimidir.

Bu analizden sonra dual problemin Tablo-3.49’de yeralan formülasyonu aracılığı ile elde edilen ve Tablo-3.50’de bulunan çözümünün yorumlanmasına geçilmektedir. Aslında geometrik sonuçlar daha çok etkin olmayan karar birimlerinin hangi yönde ne kadar değişiklik yaparak etkin olabilecekleri konusunda bize bilgi vermektedir. Burada da KB-A etkin değildir. Etkisinde olduğu karar biriminin ise KB-B olduğu primal çözümden anlaşılmaktadır. Dual çözüm tablosundan da görüldüğü gibi KB-A’nın etkinliği “0,6”dır. “1”e tamamlaması için “0,4” etkinliğe gereksinimi bulunmaktadır. Bu çözüm girdiye yönelik olduğu için “v” değeri, girdideki “1” birim azalmaya karşılık gelen etkinlik artışını göstermektedir. Bu durumda KB-A için, girdideki bir birim azalma etkinlikte “0,5” artış demektir. Böyle bir durumda “1,1” etkinliğe ulaşılmaktadır. Bu da mümkün olmadığı için “1”e tamamlamak etkinlikte “0,4” artış, yani “0,5*0,4” azalma gerekmektedir.

Tablo-3.49. KB-A’nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problemi Formülasyonu

DUAL KATSAYILARI		İŞARET	S.T.	μ	v
AMAÇ			max	2	0
KISITLAR	1	=	1		2
2		<=	-0,05	-1	
3		<=	-0,05		-1
4		<=		2	-2
5		<=		5	-3
6		<=		7	-6
7		<=		8	-9
8		<=		3	-5
9		<=		1	-4
10		<=		7	-10
		TÜR		urs	urs

Tablo-3.50. KB-A'nın Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,6	sol	sağ
μ	0,3	1	1
ν	0,5	-0,3	-0,05
u0	0	-0,5	-0,05
y4	0	-0,4	0
y5	0	0	0
y6	0	-0,9	0
y7	0	-2,1	0
y8	0	-1,6	0
y9	0	-1,7	0
y10	0	-2,9	0

Tablo-3.51, KB-B'nin CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Buna göre KB-B etkindir, çünkü "z" değeri "1" olarak bulunmuştur. Tablo-3.52 de KB-B'nin CCR modeli dual problem çözümü sonucunu yansıtmaktadır. Ancak KB-B etkin olduğu için buradan elde edilebilecek yeni bir bilgi yoktur.

Tablo-3.51. KB-B'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
θ	1	5	5
s+	0	0	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	1	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.52. KB-B'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	1	sol	sağ
μ	0,2	1	1
ν	0,3333	-0,2	-0,05
u0	0	-0,3333	-0,05
y4	0	-0,2667	0
y5	0	0	0
y6	0	-0,6	0
y7	0	-1,4	0
y8	0	-1,0667	0
y9	0	-1,1333	0
y10	0	-1,9333	0

Tablo-3.53, KB-C'nin girdiye yönelik CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Bu tabloya göre KB-C etkin değildir ve kendine hedef olarak KB-B'yi belirlemiştir. Etkinlik düzeyi "0,7"dir. Tabloda, özellikle " λ_2 "nin aldığı değere bakılır ise " λ "nın formülasyonda "1" değeri ile kısıtlanmadığını, birden az değerleri alabileceği gibi birden fazla değerleri de alabileceğini göstermektedir.

Ardından Tablo-3.54'e de, dual problem çözüm sonuçlarına, bakılır ise girdide yapılacak bir birimlik büzülmenin etkinliği "0,167" düzeyinde etkilediği görülmektedir. Halbuki KB-C'nin etkin hale gelebilmesi için "0,3"lük bir değişime yani girdide "1,8"lik bir azalmaya gereksinimi bulunmaktadır.

Tablo-3.53. KB-C'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,7	sol	sağ
θ	0,7	7	7
s+	0	0	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	1,4	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.54. KB-C'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,7	sol	sağ
μ	0,1	1	1
ν	0,1667	-0,1	-0,05
u0	0	-0,1667	-0,05
y4	0	-0,1333	0
y5	0	1,1E-16	0
y6	0	-0,3	0
y7	0	-0,7	0
y8	0	-0,5333	0
y9	0	-0,5667	0
y10	0	-0,9667	0

Tablo-3.55., KB-D'nin girdiye yönelik CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Bu tabloya göre KB-D etkin değildir ve kendine hedef olarak KB-B'yi belirlemiştir. Etkinlik düzeyi "0,533"dir.

Ardından Tablo-3.56'ya da, dual problem çözüm sonuçlarına, bakılır ise girdide yapılacak bir birimlik büzülmenin etkinliği "0,111" düzeyinde etkilediği görülmektedir. Halbuki KB-C'nin etkin hale gelebilmesi için "0,467"lik bir değişime yani girdide "4,2" birimlik bir azalmaya gereksinimi bulunmaktadır.

Tablo-3.55. KB-D'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,53333	sol	sağ
θ	0,53333	8	8
s+	0	8,9E-16	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	1,6	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.56. KB-D'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,5333	sol	sağ
μ	0,0667	1	1
ν	0,1111	-0,0667	-0,05
u_0	0	-0,1111	-0,05
y_4	0	-0,0889	0
y_5	0	-6E-17	0
y_6	0	-0,2	0
y_7	0	-0,4667	0
y_8	0	-0,3556	0
y_9	0	-0,3778	0
y_{10}	0	-0,6444	0

Tablo-3.57, KB-E'nin girdiye yönelik CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Bu tabloya göre KB-E etkin değildir ve kendine hedef olarak KB-B'yi belirlemiştir. Etkinlik düzeyi "0,36"dır.

Ardından Tablo-3.58'e de, dual problem çözüm sonuçlarına, bakılır ise girdide yapılacak bir birimlik büzülmenin etkinliği "0,2" düzeyinde etkilediği görülmektedir. Halbuki KB-C'nin etkin hale gelebilmesi için "0,64"lık bir değişime yani girdide "3,2" birimlik bir azalmaya gereksinim duymaktadır.

Tablo-3.57. KB-E'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,36	sol	sağ
θ	0,36	3	3
s^+	0	0	0
s^-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	0,6	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.58. KB-E'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,36	sol	sağ
μ	0,12	1	1
ν	0,2	-0,12	-0,05
u0	0	-0,2	-0,05
y4	0	-0,16	0
y5	0	-1E-16	0
y6	0	-0,36	0
y7	0	-0,84	0
y8	0	-0,64	0
y9	0	-0,68	0
y10	0	-1,16	0

Tablo-3.59, KB-F'nin girdiye yönelik CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Bu tabloya göre KB-F etkin değildir ve kendine hedef olarak KB-B'yi belirlemiştir. Etkinlik düzeyi "0,15"tir.

Ardından Tablo-3.60'a da, dual problem çözüm sonuçlarına, bakılır ise girdide yapılacak bir birimlik büzülmenin etkinliği "0,25" düzeyinde etkilediği görülmektedir. Halbuki KB-C'nin etkin hale gelebilmesi için "0,85"lik bir değişime yani girdide "3,4" birimlik bir azalmaya gereksinim duymaktadır.

Tablo-3.59. KB-F'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,15	sol	sağ
θ	0,15	1	1
s+	0	-1,1E-16	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	0,2	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.60. KB-F'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,15	sol	sağ
μ	0,15	1	1
ν	0,25	-0,15	-0,05
u0	0	-0,25	-0,05
y4	0	-0,2	0
y5	0	0	0
y6	0	-0,45	0
y7	0	-1,05	0
y8	0	-0,8	0
y9	0	-0,85	0
y10	0	-1,45	0

Tablo-3.61, KB-G'nin girdiye yönelik CCR modeli primal problem çözüm sonucunu göstermektedir. Bu tabloya göre KB-G etkin değildir ve kendine hedef olarak KB-B'yi belirlemiştir. Etkinlik düzeyi "0,42"tir.

Ardından Tablo-3.62'ye de, dual problem çözüm sonuçlarına, bakılır ise girdide yapılacak bir birimlik büzülmenin etkinliği "0,1" düzeyinde etkilediği görülmektedir. Halbuki KB-C'nin etkin hale gelebilmesi için "0,58"lik bir değişime yani girdide "5.8" birimlik bir azalmaya gereksinim duymaktadır.

Tablo-3.61. KB-G'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Primal Problem Çözüm Sonucu

SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,42	sol	sağ
θ	0,42	7	7
s+	0	8,9E-16	0
s-	0	0	0
λ_1	0	0	0
λ_2	1,4	0	0
λ_3	0	0	0
λ_4	0	0	0
λ_5	0	0	0
λ_6	0	0	0
λ_7	0	0	0

Tablo-3.62. KB-G'nin Girdiye Yönelik CCR Modeli Dual Problem Çözüm Sonucu

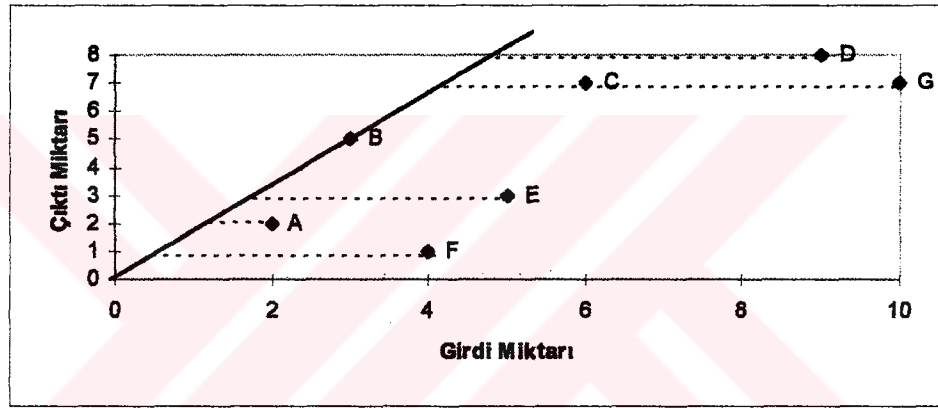
SOLVER			
Optimal değerler		Kısıtlar	
z	0,42	sol	sağ
μ	0,06	1	1
u	0,1	-0,06	-0,05
$u0$	0	-0,1	-0,05
$y4$	0	-0,08	0
$y5$	0	-6E-17	0
$y6$	0	-0,18	0
$y7$	0	-0,42	0
$y8$	0	-0,32	0
$y9$	0	-0,34	0
$y10$	0	-0,58	0

Yukarıda herbir karar birimi tek tek incelenen örnek, aşağıda genel bir incelemeye tabi tutulmuştur. Buna ilişkin bilgiler Tablo-3.63'te yer almaktadır. Bu tabloya göre yalnızca KB-B etkindir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, BCC modelinde de olduğu gibi, bu etkinliğin girdiye yönelik etkinlik olduğudur. Bir karar biriminin etkin olup olmadığına kesin karar verebilmek için aynı zamanda çıktıya yönelik etkinliğini de incelemek gerekmektedir. Bu karar birimi Şekil-3.4'teki etkinlik sınırını orijin ile birlikte oluşturmaktadır. KB-A, KB-C, KB-D, KB-E, KB-F ve KB-G etkin değildirler. Burada etkinlikler yüzde olarak ölçülebilmektedir. Örneğin, KB-E, hedefi olan KB-B'ye ulaşabilmek için girdi miktarını mevcut durumun "0,36"sine düşürmelidir. Yani, girdi kullanımını "5" birimden "1,8" birime düşürmelidir.

Bir başka hesap da dual problem çözüm sonucu aracılığı ile yapılabilmektedir. " u ", karar biriminin girdisindeki bir birim azalmanın yaratacağı etkinlik artışını göstermektedir. Buna göre, örneğin KB-E, girdisini bir birim azaltır ise "0,2" etkinlik artışı sağlayacaktır. Ancak "0,36"yı "1"e tamamlayan değer olan "0,64"lük bir etkinlik artışına ihtiyaç duymaktadır. Bu da kullandığı girdiyi "3,2" birim azaltması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak KB-E etkin olmak istiyor ise girdi kullanımı " $5-3,2=1,8$ " birim olmalıdır. Bu durum da yine Şekil-3.4'te görülebilmektedir.

Tablo-3.63. Örnek Problemin Girdiye Yönelik CCR Modeli Genel Çözüm Tablosu

Karar Birimi	Primal Problem (CCRP-I)				Dual Problem (CCRD-I)		
	$z^*_j = \theta^*$	s^+	s^-	λ	w^*_j	μ	v
A	0,6	0	0	$\lambda_2=0,4$	0,6	0,3	0,5
B	1	0	0	$\lambda_2=1$	1	0,2	0,333
C	0,7	0	0	$\lambda_2=1,4$	0,7	0,1	0,167
D	0,5333	0	0	$\lambda_2=1,6$	0,533	0,067	0,111
E	0,36	0	0	$\lambda_2=0,6$	0,36	0,12	0,2
F	0,15	0	0	$\lambda_2=0,2$	0,15	0,15	0,25
G	0,42	0	0	$\lambda_2=1,4$	0,42	0,06	0,1



Şekil-3.4. Örneğin Girdiye Yönelik CCR Modeli Genel Çözüm Grafiği

3.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Veri Zarflama Analizi ile ilgili olarak şimdiye kadar verilen yöntemler, özellikle 1990'a kadar katıksız olarak kullanılmışlardır. Ancak bu tarihten sonra, Veri Zarflama Analizinin kullanım alanının da artmasıyla, bu yöntemler yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu yüzden uygulayıcılar, Veri Zarflama Analizini uygulayacakları problemin özelliklerine göre yeni yöntemler geliştirmişler, ya da eski yöntemler üzerinde birtakım farklılaştırmalara gitmişlerdir. Bu bölümde, bu yeni yaklaşımlardan daha çok yapılacak uygulama ile ilgili olanlar ele alınmıştır.

3.2.1. Kontrol Edilemeyen Girdi ve Çıktı Durumunda VZA

Daha önce verilen Veri Zarflama Analizi yöntemleri, kullanılan tüm girdi ve çıktıların bağımlı, değişimi kontrol altında tutulabilen, değişkenler oldukları varsayımını kullanmaktadır. Halbuki bu durum gerçekleri tam olarak yansıtmamaktadır. Örnek olarak bir çiftliğin etkinliği ölçülüyor ise girdi olarak o çiftliğin toprak yapısı veya iklim koşulları alınabilir. Ancak toprak yapısı ve iklim koşulları çiftlik yöneticisinin kontrolü altında olmadığından etkinliği etkilese bile üzerinde önlem alınması mümkün değildir. Bu yüzden bu tip, kontrol edilemeyen değişkenlerin Veri Zarflama Analizi yöntemlerinde amaç fonksiyonunda yer alması önlenmektedir. Bu durumu yansıtan bir Toplamsal yöntem temelli doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

Girdi ve çıktı değişkenleri bağımlı (D) ve kontrol edilemeyen (N) olmak üzere iki alt kümeye ayrılmaktadır. Böylece,

$$\begin{aligned} I &= \{1, 2, \dots, m\} = I_D \cup I_N, I_D \cap I_N = \emptyset \\ O &= \{1, 2, \dots, s\} = O_D \cup O_N, O_D \cap O_N = \emptyset \end{aligned} \text{ olmaktadır.}$$

Kontrol Edilemeyen değişkenleri de içeren Toplamsal temelli doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibidir :

Amaç Fonksiyonu :

$$\min_{\lambda_j, s_r^+, s_i^-} - \left(\sum_{r \in O_D} s_r^+ + \sum_{i \in I_D} s_i^- \right)$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ &= y_{ro}, r = 1, 2, \dots, s \\
 - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_r^- &= -x_{io}, i = 1, 2, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0, j = 1, \dots, n \\
 s_r^+ &\geq 0, r = 1, \dots, s \\
 s_r^- &\geq 0, i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.13}$$

Yukarıdaki modelin yapısından da anlaşılacağı gibi kontrol edilemeyen değişkenler amaç fonksiyonuna alınmamakla beraber kısıt değişkenlerinde sonucu da etkileyebilecek şekilde bulunmaktadır. Ayrıca her ne kadar yukarıdaki model Toplamsal modeli temel alıyorsa da aynı değişiklik diğer modellerde de yapılabilmektedir.

3.2.2. Kategorik Girdi ve Çıktılar

Daha önce tanımlanan dört Veri Zarflama Analizi yönteminde de değişkenlerin sürekli, diğer bir deyişle kardinal, değerler aldığı varsayımı geçerlidir. Ancak bu her zaman eldeki verilere uymayabilir. Değişkenler kategorik değerler de alabilmektedir. Örneğin analiz sırasında kullanacağımız değişkenlere bir anket çalışması ile ulaşıyorsa bu değerler kategorikdir. Bu durumun üstesinden gelecek model aşağıdaki gibidir.

Bir girdi değişkeninin L adet sınıfa ait değerler alabileceği varsayılın $(1, 2, \dots, L)$. Karar birimleri de bu sınıflardan ancak ve ancak birine dahil olabileceklerdir. Bu durumda karar biriminin L-boyutlu birim vektörü, eğer girdi değişkeni ise $(\delta_{i1}(n), \delta_{i2}(n), \dots, \delta_{iL}(n))$ ve eğer çıktı değişkeni ise $(\gamma_{r1}(n), \gamma_{r2}(n), \dots, \gamma_{rL}(n))$ şeklindedir. Burada,

$$\delta_{il}(n) = \begin{cases} 1 & \text{"n" karar biriminin i. girdi değişkeninde l. kategoride olma durumu} \\ 0 & \text{diğer hallerde} \end{cases}$$

$$\gamma_{rl}(n) = \begin{cases} 1 & \text{"n" karar biriminin r. çıktı değişkeninde l. kategoride olma durumu} \\ 0 & \text{diğer hallerde} \end{cases}$$

Eğer bir örnek vermek gerekirse; 5 adet sınıfa sahip 5 numaralı çıktı değişkeninde 1 numaralı karar birimini 3. sınıfta ise $\gamma_{53}(1)=1$ 'dir. Bu durumda $\gamma_{5l}(1)=0$, $l=1,2,4,5$.

Kardinal değişkenlerin olduğu gibi kategorik değişkenlerin de karar değişkenleri bulunmaktadır. Bu karar değişkenleri aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır :

f_n^1 : 1. çıktı faktörü olmanın r. sırada olmaya göre önemi

f_{il}^2 : 1. girdi faktörü olmanın i. sırada olmaya göre önemi

Bilindiği gibi sadece kardinal değerlerin gözönüne alındığı CCR dual modelinde r. çıktı değişkeninin n. karar biriminin toplam etkinliğine katkısı $\mu_r y_m$ 'dir. Benzer şekilde r. kategorik çıktı değişkeninin n. karar biriminin toplam etkinliğine katkısı

$\sum_{l=1}^L f_n^1 \gamma_{rl}(n)$ 'dir. Yukarıda anlatılanlar girdiye yönelik CCR dual modeline

(CCR_{D-I}) yerleştirilince aşağıdaki modele ulaşılmaktadır.

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, \nu} \omega_o = \mu^T Y_o + \sum_{r \in ORD} F_r^1 \gamma_r(o)$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \nu^T X_o + \sum_{i \in ORD} F_i^2 \delta_i(o) &= 1 \\ \mu^T Y + \sum_{r \in ORD} F_r^1 \gamma_r(o) - \nu^T X - \sum_{i \in ORD} F_i^2 \delta_i(o) &\leq 0 \\ -\mu^T &\leq -\varepsilon \cdot \tilde{1} \\ -\nu^T &\leq -\varepsilon \cdot \tilde{1} \end{aligned} \tag{3.14}$$

3.2.3. Çarpanların Kısıtlanması

Klasik Veri Zarflama Analizi yaklaşımlarında tüm çarpanlar (μ, v) için tek bir “ ϵ ” anlamlılık aralığı kısıtı kullanılmaktadır. Daha sonraları bu durum da birtakım değişikliklere gidilmiş ve çıktı çarpanları ile girdi çarpanları için ayrı anlamlılık aralığı kısıtları kullanılmıştır. “ ϵ ” değeri önemlidir, çünkü bu değer duyarlılığına göre gereğinden az veya çok karar birimi etkin olarak ortaya çıkabilmektedir. Çarpanlar ile ilgili yeni kısıtların oluşturulması Veri Zarflama Analizi’nin gücünü ve esnekliğini güçlendirecektir.

Bu konudaki genel yaklaşım aşağıdaki form ile ifade edilebilmektedir :

$$\mu a_k^o + v a_k^i \leq 0, k = 1, \dots, K \quad (3.15)$$

a_k^o : Çıktı çarpanlarının s-vektör katsayıları

a_k^i : Girdi çarpanlarının m-vektör katsayıları

Bu ve buna benzer kısıtlar herhangi bir Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemine eklenebilmektedir. Burada örnek olarak Toplamsal modele eklenmesi gösterilmiştir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\max_{\mu, v, u_o} \omega_o = \mu^T Y_o - v^T X_o + u_o$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} \mu^T Y - v^T X + u_o \bar{1} &\leq 0 \\ \mu^T A^o + v^T A^i &\leq 0 \\ -\mu^T &\leq -\bar{1} \\ -v^T &\leq -\bar{1} \\ u_o &\text{serbest} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Yukarıdaki (2.16) modelin duali alınırse aşağıdaki formülasyon ortaya çıkmaktadır :

Amaç Fonksiyonu:

$$\min_{\lambda, s^+, s^-, z} z_o = -\bar{1}s^+ - \bar{1}s^-$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} Y\lambda - s^+ + A^o z &= Y_o \\ -X\lambda - s^- + A^i z &= -X_o \\ \bar{1}\lambda &= 1 \\ \lambda, s^+, s^- &\geq 0 \end{aligned} \tag{3.17}$$

$A^o z$ ve $A^i z$ vektörlerinin her bir birimi “residue” olarak adlandırılmaktadır. Ancak bunlar zaten varolan standart aylak değişkenler ile karıştırılmamalıdır. “Residue”lar etkinlik değeri üzerinde ayarlamalar yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yüzden çarpanlar üzerinde yeni kısıtlar tanımlamak zarflama yüzeyini de etkilemektedir.

3.2.4. Kayan Etkinlik Analizi (Window Analysis)

Daha önceki yöntemlerde karar birimleri bir değişken için yalnız bir kere gözlemlenmiştir. Ancak eldeki değişkenler, karar birimlerinin zaman serileri halinde değerler almasına neden oluyorsa bu durumun dikkate alınması gerekir. Aksi halde eldeki verilerin sunduğu bilgiler analiz sırasındaki kaybedilebilir. Örneğin karar biriminin zaman içinde etkinliğinde artan bir trend var ise bu bilgi klasik VZA yöntemleri ile kaybedilmektedir. Bunu önlemek için hareketli ortalama benzeyen bir yöntem kullanılmaktadır.

Bu yöntemin temelindeki model klasik VZA yöntemlerinden herhangi biri olabilir. Daha sonrasında ise analiz için bir pencere dönemi belirlenmelidir. Bu periyod genellikle üç ya da dört dönem olmaktadır. İlk pencere dönem için analiz yapılırken bu analiz döneminde yer alan her karar biriminin her dönemi artık yeni bir karar birimidir. Bu da demek oluyor ki eğer pencere dönemi üç dönem ise ve karar birimi sayısı “x” ise analiz sırasında yeni karar birimi sayısı “3x” olacaktır. Bu analiz dönemi bitince periyod bir ileriye kaydırılmaktadır.

3.2.5. Sırasal Girdi ve Çıktı Durumunda Veri Zarflama Analizi

Klasik olarak nitelendirilebilecek dört VZA yaklaşımında da girdi ve çıktı değişkenlerinin sadece sürekli sayısal değerleri alması mümkündür. Halbuki eldeki veriler sürekli olmak yerine kategorik veya sırasal da olabilmektedir. Örneğin, veriler bir kamuyou araştırması sonucundan elde edildi ise bir sıralama sözkonusudur (COOK ve KRESS, 1991).

Çok amaçlı sırasal karar problemlerinin çözümünde karar birimlerinin doğru bir sonuç sıralamasını elde etmek için aşağıdaki üç konu önem taşımaktadır :

1. Değişkenlerin önem dereceleri
2. Her bir değişkene göre belirli bir sırada olmanın önem derecesi
3. Sıralamayı yapanın kritere göre karar birimleri arasında yapabildiği ayrımın netliği.

Sırasal VZA’nde bu önemli konulardan ikincisine şu şekilde çözüm getirilmiştir:

$$w_{k,l} - w_{k+1,l} \geq \nu H_k$$

Buradaki önemli noktalardan biri, işleme başlamadan önce, değişkenlerin azalan önem sırası ile dizilmesi gerekliliğidir. Bu kısıta göre bir karar biriminin k değişkeninin 1. sırasında olmasının önemi, $k+1$. değişkenin 1. sırasında olmasının öneminden νH_k kadar fazladır. Burada H_k , farklı ölçekleme faktörleridir. ‘ ν ’ ise değişken önemi ayırma faktörü adını almaktadır. Şekil-1 azalan önem durumu için kriter önemi ayırma kavramını açıklamaktadır. H_k en az ayrımın görelî değerini sağlarken νH_k mutlak değeri vermektedir.

Aşağıdaki eşitsizlikte yer alan $G_{k,l}$, aynı kriterin 1. Sırasında olmak ile $l+1$. Sırasında olmanın önemleri arasındaki farkın minimum değerini almaktadır:

$$w_{k,l} - w_{k,l+1} \geq G_{k,l}, \forall l, k$$

$G_{k,l}$ fonksiyonu iki durumudan etkilenmektedir : sıralar arasındaki görelî önem farkının aralıkları ve mutlak aralık gereksinimleri. Mutlak aralık gereksinimleri, bir değişkenin önem düzeyi ve netlik derecesi ile ilgilidir. Değişken, yüksek önem düzeyine sahip ise $\sum_l w_{k,l}$ ile birlikte sıraların aralıkları arasındaki fark da büyümektedir. Netlik azalınca farklar da azalmaktadır. Bu durum sonucunda ' $G_{k,l}$ ', aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$G_{k,l} = g_l t_k u_k$$

g_l : Sıra düzeylerinin görelî durumu

$$t_k = \sum_{j=k}^K H_j / \sum_{j=1}^K H_j$$

u_k : Sıralama durumlarının değiştiği mutlak derece (kriterin bulanıklığı).

Ancak u_k , bazı problemlerde sabit alınabileceği için $t_k u_k$ için tek bir ' s_k ' parametresi kullanılabilir.

g_l , 1 sırası için sıralama durumu ayırım faktörü olarak adlandırılmaktadır. t_k ise k değişkeninin büzülme faktörüdür; aralık boyutundaki küçülmeyi ifade etmektedir.

Eğer kriterlerin bulanıklığı önemli ise formülasyonda aşağıdaki eşitsizlik de yer almalıdır :

$$u_j - u_{j+1} \geq F.$$

Burada ' k ' yerine ' j ' kullanılmıştır, çünkü bulanıklık sıralaması önem sıralamasından farklı olabilmektedir.

Son olarak alt sınırların yanına bir de üst sınır eklenmektedir :

$$w_{k,l} - w_{k,N} - t_k (w_{1,l} - w_{1,N}) \leq 0, k = 1, \dots, K$$

Yukarıda yapılan açıklamaların sonucunda sırasal girdi ve çıktı durumunda VZA yaklaşımının matematiksel modeli aşağıda verilmiştir:

Amaç Fonksiyonu:

$$R_o^*(z) = Maks. R_o(z) = \sum_k \sum_l d_{k,l}(i_o) w_{k,l}$$

Kısıtlar :

$$\sum_k \sum_l d_{k,l}(i) w_{k,l} \leq 1, i = 1, 2, \dots, N$$

$$w_{k,l} - w_{k,l+1} - g_l t_k u_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K; l = 1, 2, \dots, N-1.$$

$$w_{k,N} - g_N t_k u_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K.$$

$$w_{k,l} - w_{k,N} - t_k (w_{1,l} - w_{1,N}) \leq 0, k = 1, 2, \dots, K.$$

$$w_{k,l} - w_{k+1,l} - v H_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, K-1; l = 1, 2, \dots, N.$$

$$u_{(j)} - u_{(j+1)} - F \geq 0, j = 1, 2, \dots, K-1.$$

$$v \geq z, F \geq z$$

$$w_{k,l}, u_k, v, F \geq 0, \forall k, l.$$

3.2.6. Karar Birimlerinin Karşılaştırmalı Uzaysal Dezavantajlarının (Comparative Spatial Disadvantages) Belirlenmesi

Karşılaştırmalı Uzaysal Dezavantaj (KUD) yaklaşımı daha önce pek açıklanmayan ve bundan sonra da açıklanmayacak olan radyal olmayan VZA yöntemlerine aittir. Bu yöntem, karşılaştırmalı dezavantaja sahip bölgelerin tanımlanmasını ve çeşitli girdi/çıktı faktörlerinde ne kadarlık bir iyileştirme gereksinimi olduğu konusunun kestirilmesini sağlamaktadır (ATHANASSOPOULOS, 1996).

Bu yaklaşımın matematiksel modeli aşağıdaki gibidir:

Amaç Fonksiyonu:

$$Maks_{\lambda_j, z_r, \theta_i} \sum_{r=1}^s P_r^+ z_{r,j_0} - \sum_{i=1}^m P_i^- \theta_{i,j_0}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta_{i_0} x_{i_0}, i = 1, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = z_{r_0} y_{r_0}, r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$A_i \leq \theta_{i_0} \leq \frac{1}{B_i}, A_i, B_i \in [0,1], \forall i.$$

$$\Gamma_r \leq \frac{1}{z_{r_0}} \leq \frac{1}{\Delta_r}, \Gamma_r, \Delta_r \in [0,1], \forall r.$$

$$\lambda_j \geq 0, \forall j.$$

3.3. BİR VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMASINDA TEMEL ADIMLAR

3.3.1. Gözlem Kümesinin Seçimi

VZA'ndeki ilk aşama, birbirleri ile karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar birimlerinin seçimini içermektedir. Bu birimlerin üretim teknolojisi açısından birbirine benzer olmaları, diğer bir deyişle gözlem kümesinin homojen olması, elde edilecek sonuçların anlamlılığı açısından önemlidir. Bu kümenin homojen olması, sözkonusu grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi-çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamını taşımaktadır. Gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısının belirli bir değerin üzerinde olması ile türetilen etkinlik ölçütlerinin birbirinden farklı olması olasılığı sağlanmaktadır. Aksi takdirde, herhangi bir etkinlik oranında avantajlı olan karar birimi tüm ağırlıkları kendi açısından en çoklayıp etkinlik sınırında yer almaktadır. Bu nedenle, etkinlik ölçümünün anlamlı olabilmesi için gözlem kümesinin seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir (YOLALAN, 1993).

3.3.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Veri tabanlı bir etkinlik ölçüm tekniği olduğundan, VZA ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi, gözönüne alınan girdi ve çıktıların anlamlı olması ile olasıdır. Bu aşamadaki amaç, üretim teknolojisini en iyi şekilde ifade edebilecek olan girdi ve çıktıların seçilmesidir. Bu nedenle, üretim ile ilişkilendirilebilecek bütün aday girdi ve çıktıların listesi yapılarak işe başlanmalıdır. Daha sonra, etkinlik ölçümünü yapacak olan uzmanın görüşü ve regresyon analizi veya korelasyon analizi gibi bazı ön istatistik analizleri yardımı ile birbiri arasında çok yüksek doğrusal ilişki bulunan ve üretime doğrudan etkisi bulunmayan değişkenler elenmelidir. Girdi ve çıktı sayısının azalması ile VZA'nın ayrıştırma yeteneği artmaktadır. Girdi ve çıktı sayısının artması, beraberinde karar birimi sayısının artmasını da getirmektedir. Bu da gözlem kümesinin homojenliğini bozmaktadır. Verilerin ölçüm hatasından arındırılması da çok önemli bir faktördür. Hangi girdi ve çıktının, üretim

teknolojisini en iyi şekilde temsil ettiği, çeşitli girdi-çıktı senaryolarının VZA yöntemleri ile sınanması yolu ile bulunmaktadır.

3.3.3. VZA İle Göreli Etkinlik Ölçümü

Karşılaştırmalı analizi yapılacak olan karar birimlerinden oluşan gözlem kümesi ve ilgili girdi-çıktı kümeleri seçildikten sonra, etkinlik ölçümünü yapacak analist, mevcut üretim ortamı için en uygun olan VZA modelini seçmektedir. Herbir karar birimi için ilgili doğrusal program çözülerek çözüm kümelerine ulaşılmaktadır.

3.3.4. Herbir Karar Birimi İçin Ayrıntı Analizi

Doğrusal programlardan elde edilen çözüm kümelerinin ışığı altında daha önceki sayısal örnekler aracılığı ile açıklandığı gibi, etkin olmayan herbir karar biriminin yöneticisine işletmenin etkin duruma dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alınması gerektiğine ilişkin bilgiler türetilmektedir. Çeşitli makalelerde, konuya göre çok farklı niteliklerde ayrıntı analizi görülebilmektedir.

3.3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

VZA'nın son aşamasında, gözlem kümesine ait etkin olan ve olmayan karar birimleri için ortak bulgular araştırılmaktadır. Ayrıca, gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin ait olduğu endüstri dalının genel durumu hakkında değerlendirmeler yapılmaktadır.

BÖLÜM 4

UYGULAMA

4.1. İ.T.Ü ARAŞTIRMA ETKİNLİKLERİNİN GENEL YAPISI

İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Etkinlikleri 2547 sayılı Yüksek Öğretim Kanununun 2880 sayılı değişik 58. Maddesine göre düzenlenen Yönetmelik uyarınca 1984 yılında kurulmuştur. 1984'den Ekim 1996'ya kadar geçen sürede toplam 789 proje desteklenmiş olup; desteklenen projelerin 416'sı lisansüstü, 354'ü Araştırma-Geliştirme ve 27'si ise Rektörlük altyapı projesi niteliklidir .

İ.T.Ü Araştırma Etkinlikleri'nun temel hedefi, mevcut araştırma potansiyelini canlandırmak ve geliştirmektir. Daha önce mevcut olan Araştırma-Geliştirme, Lisansüstü ve Rektörlük altyapı proje programlarına ek olarak genç öğretim üyelerine araştırma alanında başlangıç desteği sağlamak amacıyla Genç Araştırmacıları Destekleme Programı; disiplinlerarası projelerin ortaya çıkmasını sağlamak amacı ile Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programı, ülke savunmasına yönelik teknolojik projeleri desteklemek amacıyla Savunma Sanayii İle İlgili Araştırmaları Destekleme Programı ve İ.T.Ü'nün yurtdışındaki her türlü araştırma ve eğitime dayalı, işbirliğini, sağlamak amacıyla da Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programları oluşturulmuştur.

4.2. ARAŞTIRMA PROJELERİ

Programlarda Uyulması Gereken Genel Esaslar

1. Proje yürütücüleri, Lisansüstü Projelerini Destekleme Programı dışında diğer programlarda eşzamanlı birden fazla proje yürütemezler.

2. Başvurular, Araştırma Etkinlikleri tarafından belirlenen formata uygun olarak hazırlanır.
3. Araştırma Etkinliklerince desteklenen projeler kapsamında uluslararası düzeyde bildiri, yayın, somut bir ürün, akademik etkinlik veya bir hizmet üretilmesi beklenir.
4. Projenin Araştırma Fonu Yönetim Kurulunda kabulünden sonra İTÜ Rektörlüğü ile Proje Yürütücüsü arasında bir sözleşme yapılır.

Programların Temel Hedefleri :

İ.T.Ü Araştırma Etkinlikleri yedi farklı programı desteklemek ve geliştirmeye yönelik olarak çalışmaktadır:

1. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı

Bu programda yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç;

- İ.T.Ü Öğretim Elemanlarının bilimsel ve teknolojik araştırmalar yapmaları için uygun ortam yaratmak,
- Projelere katılan genç bilim adamlarının yetişmesini teşvik etmek,
- Ülke bilimi ve teknolojisine katkı sağlamaktır.

2. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme için Altyapı Destekleme Programı

Bu programda yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç İ.T.Ü Bütçesinin yanısıra bilimsel araştırma ve geliştirme için gerekli fiziksel altyapıyı desteklemektir.

3. Genç Araştırmacıları Destekleme Programı,

Bu programda yer alan projelerin temel amacı;

- Doktorasını tamamlamış genç öğretim elemanlarını desteklemek,
- İ.T.Ü'de görev yapan Yrd. Doç. ve Doç.'lerin yayın etkinliklerinin artmasına katkıda bulunmak
- Bu araştırmacıların araştırmaya yönelmeleri için başlangıç kaynaklarını oluşturmaktır.

4. Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programı

Bu alt grupta yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç;

- İ.T.Ü 'de çeşitli bilim dalları arasında çok disiplinli ortak çalışmaları desteklemek,
- Bilimdalları arasında uyumlu çalışma ve bilimsel dayanışmayı teşvik etmek,
- Bu yolla tüm üniversitenin benimseyeceği İ.T.Ü Projeleri oluşturmaktır.

5. Savunma Sanayii ile İlgili Araştırmaları Destekleme Programı

Bu programda yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç;

- İ.T.Ü.'nün Savunma Sanayii ile ilgili araştırmalara gerekli önceliği vermesini sağlamak,
- Genel Kurmay Başkanlığı ve Kuvvet Komutanlıkları ile İ.T.Ü arasındaki dayanışmanın altyapısını oluşturmak,
- Bu yolla hazırlanan İ.T.Ü Projelerine Savunma Bakanlığının mali desteğini alarak üniversitenin AR-GE etkinliklerini geliştirmektir.

6.Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programı

Bu programda yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç;

- İ.T.Ü'nün yurtdışındaki üniversite ve enstitülerle her türlü araştırma ve eğitime dayalı işbirliğinin geliştirilmesini sağlamak,
- Bu yolla hazırlanan İ.T.Ü Projelerine destek sağlayarak üniversitenin çağdaş üniversite ve araştırma enstitüleriyle işbirliğini arttırmaktır.

7.Lisansüstü Tezlerini Destekleme Programı

Bu alt grupta yer alan projelerin desteklenmesindeki amaç;

- İ.T.Ü Öğretim Elemanlarının yürüttüğü deneysel nitelikteki yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarını desteklemek,
- Lisansüstü tezlerde öğrencilerin deneysel çalışma yapabilme becerisi kazandırmak,
- Bu yolla bilim ve teknolojiye katkı sağlamaktır.

4.3. PROGRAMLARIN GENEL ESASLARI

4.3.1. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı

Bilimsel Araştırma-Geliştirme Destekleme Programının uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu, Araştırma Etkinlikleri aracılığı ile, her yıl “Öncelikli Araştırma Alanları”nı belirler ve duyurur.
2. Başvurular her yıl iki dönemde yapılır. Birinci dönem 15 Ocak, ikinci dönem 15 Eylül’de sona erer.
3. Proje yürütücüsü, “Araştırma-Geliştirme Proje Önerisi”ni bağlı bulunduğu Fakülte Dekanlığı’na veya Enstitü Müdürlüğüne ve bir kopyasını da hazırlanan formata uygun olarak İTÜ Araştırma Etkinliklerine “aynı anda” verir.
4. Proje önerisi en geç bir hafta içinde, ilgili Fakülte Yönetim Kurulu veya Enstitü Yönetim Kurulunca tayin edilen, en az biri İTÜ dışından olmak üzere, üç hakeme gönderilir ve görüşleri alınır. Görüş bildirme süresi en çok bir aydır.
5. Fakülte Dekanı veya Enstitü Müdürü, Proje Önerisi ile ilgili olarak ilgili Bölüm ve Anabilim Dalı Başkanından, birim olanaklarının yeterliliği ve kullanılmasında bir sakınca olmadığına dair on beş gün içinde yazılı görüş alır.
6. Ülke teknolojisini ileri götürecek nitelikte olan Araştırma-Geliştirme Projeleri, ilgili kuruluşlar proje giderlerine katkıda bulunuyorlarsa, Araştırma Etkinliklerince öncelikle desteklenir.
7. Salt bilimsel araştırmaya yönelik Araştırma-Geliştirme Projelerinin ülke ekonomisine ve ülke insanına ne yönde faydalı olacağı Proje Öneri Formlarında açıkça belirtilmelidir.
8. Fakülte Yönetim Kurulları süresi içinde gelen projeleri hakem görüşleriyle birlikte inceler ve bir öncelik sıralaması yaparak gerekçeli açıklamasıyla birlikte, projenin Fakülte’ye verilmesini izleyen altı hafta içinde, Araştırma Etkinliklerine gönderir.
9. Projenin nihai değerlendirmesi Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca yapılır.

10. Bir yıldan uzun süren projelerde, proje yürütücüsü her yıl için bir gelişme raporunu Araştırma Etkinliklerine gönderir. Projeler en çok üç yıl süreli olabilir ve bu süre içinde bitirilir.
11. Süresi bir yıl veya daha az olan projelerin bitiminde, daha uzun süreli projelerde ise sürenin ortasında ve bitiminde Proje Yürütücüsü tarafından projenin gelişmesinin ve sonuçlarının açıklanacağı ve tartışılacağı seminerler verilir. Bu seminerlerin düzenlenmesi ve duyurulmasından ilgili Dekanlıklar ve Enstitü Müdürleri sorumludur. Bu seminerlere Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu üyeleri, İTÜ ve diğer üniversitelerden konu ile ilgili bilim adamları ve projenin endüstriyel uygulaması söz konusu ise ilgili endüstri kuruluşları temsilcileri davet edilirler.
12. Proje sonuç raporu, Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca belirlenen formata göre beş nüsha olarak hazırlanır. Sonuç raporu, ilgili Fakülte veya Enstitü Yönetim Kurulu'na tayin edilen en az bir hakem görüşü ve Fakülte veya Enstitü Yönetim Kurulunun değerlendirmesi ile birlikte Araştırma Etkinliklerine gönderilir. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu sonuç raporu ve Fakülte Yönetim Kurulunun değerlendirmesini inceleyerek projenin kapanması kararını verir.
13. Araştırma Etkinliklerince desteklenen projelerin yayın, telif ve patent hakları Araştırma Etkinliklerinin katkısı oranında İTÜ Rektörlüğüne aittir.
14. Araştırma Etkinliklerince desteklenen projelerde üretilen yayınlarda, çalışmanın İTÜ Araştırma Etkinliklerince desteklendiği belirtilmelidir.

4.3.2. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme için Altyapıyı Destekleme Programı

Bu programın uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu programa başvuru her zaman yapılabilir.
2. İTÜ Rektörlüğü ve bağlı birimlerindeki bilimsel araştırma ve geliştirmeye temel oluşturacak genel amaçlı bilgisayar, kütüphane, laboratuvar, eğitim-öğretim ve yayın etkinlikleri bu kapsamda desteklenir.

3. Bu projelerde teklifler birimlerce yapılır. İlgili birimin bağlı olduğu Dekanlık, Enstitü veya Merkez tarafından hazırlanan teklifler Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca değerlendirilerek sonuçlandırılır ve yürürlüğe konur.

4.3.3. Genç Araştırmacıları Destekleme Programı

Genç Araştırmacıları Destekleme Programının uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu programa yapılan başvurularda Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programında geçerli olan esaslar izlenir.
2. Başvurularda Doktoralı Araştırma Görevlisi ve Yardımcı Doçentler için 36 yaş, Doçentler için de 40 yaşından gün almamış olmak koşulu aranır.
3. Araştırmacılar bu program kapsamında araştırma projesi hazırlayabilmek için gerekli destek başvurusunda bulunabilirler.
4. Projeleri desteklenen araştırmacıların projelerin bitiminde bildiri ve yayın etkinliklerinde bulunmaları esastır.
5. Yurtiçi ve yurt dışından bilim ödülü almış olan ve/veya bilim akademisi üyeliği bulunan genç araştırmacıların projelerine öncelik verilir.

4.3.4- Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programı

Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programının uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu programa başvurular İTÜ Rektörlüğü Araştırma Etkinliklerine yapılır.
2. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu önerilen en az altı hakemin üçünden görüş ister. Bu hakemlerden en az biri İTÜ dışından seçilir.
3. Bu projelerin desteklenmesinde en az üç disiplinde yer alan farklı birimlerin ortak çalışması aranmaktadır.
4. Üniversite dışından endüstri ve araştırma kurumlarınca da desteklenen projelere Araştırma Etkinliklerince öncelikle destek sağlanır.

4.3.5. Savunma Sanayii ile ilgili Araştırmaları Destekleme Programı

Savunma Sanayii ile ilgili Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programının uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu programa başvurular İTÜ Rektörlüğü Araştırma Etkinliklerine yapılır.
2. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu önerilen en az altı hakemin üçünden görüş ister. Bu hakemlerden en az biri İTÜ dışından seçilir.
3. Genel Kurmay Başkanlığı, Kuvvet Komutanlıkları ve Savunma Bakanlığına sunulan projeler bu kapsamda öncelikle değerlendirilecektir.

4.3.6. Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programı

Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programının uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu programa başvurular, İTÜ Rektörlüğü Araştırma Etkinliklerine yapılır. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu önerilen en az altı hakemden üçünden görüş ister.
2. Yurtdışındaki akademik ve araştırma kurumlardan biri ile işbirliği belirli bir aşamaya gelen projelere öncelik sağlanır.
3. Bu program kapsamında projeler bir yıl süreyle desteklenir. Gerekli görülmesi halinde Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunun kararıyla birer yıl süreyle en fazla üç yıl için uzatılır.
4. Desteğin niteliği Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca belirlenir.

4.3.7- Lisansüstü Tezlerini Destekleme Altprojesi

Lisansüstü Tezlerini Destekleme Altprojesinin uygulanmasında uyulacak esaslar aşağıda belirtilmiştir:

1. Bu projelere başvuru her zaman yapılabilir.

2. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu her öğretim yılı başında yaptığı ilk toplantıda Araştırma Etkinliklerince Yüksek Lisans ve Doktora tezlerine sağlanan mali desteğin tavan sınırlarını belirler.
3. Bu projelerde araştırmacı olarak sadece tez danışmanları ve tez öğrencileri yer alabilir.
4. Proje başvuruları ilgili Enstitü Anabilim Dalı (Bölüm) Başkanlıkları aracılığı ile Enstitülere yapılır.
5. Enstitü Anabilim Dalı Başkanı, Projenin yürütülmesinde birim olanaklarının yeterliliği ve kullanılmasında bir sakınca olmadığına dair yazılı görüş alır ve kendi görüşünü de ekleyerek Enstitü Müdürlüğüne iki hafta içinde teslim eder.
6. Enstitü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans Tezlerinde İTÜ içinden iki hakem seçer ve proje için hakemlerden en geç iki hafta içinde yazılı görüş alır.
7. Enstitü Yönetim Kurulu Doktora Tezlerinde en az biri İTÜ dışından olmak üzere üç hakem seçer ve proje için hakemlerden en geç bir ay içinde yazılı görüş alır.
8. Enstitü Yönetim Kurulu gelen raporları inceler ve projenin desteklenmesi konusunda görüşünü gerekçeli açıklamasıyla birlikte Araştırma Etkinliklerine gönderir. Projenin nihai değerlendirmesi Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca yapılır.
9. Bu tür projelerde baskı ve yayın desteği verilmez.
10. Bir tez yöneticisinin aynı anda yürüttüğü en çok üç lisansüstü ve en çok üç doktora çalışmasına mali destek verilebilir.
11. Proje sonuç raporu, Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulunca belirlenen formata göre beş nüsha olarak hazırlanır. Sonuç raporu Enstitü Yönetim Kurulunun değerlendirmesi ile birlikte Araştırma Etkinliklerine gönderilir. Araştırma Etkinlikleri Yönetim Kurulu sonuç raporu ve Enstitü Yönetim Kurulunun değerlendirmesini inceleyerek projenin kapanması kararını verir.

4.4. ARAŞTIRMA PROJELERİNİN GENEL AŞAMALARI

<u>Süreç Adı</u>	<u>Proje Aşamaları</u>	<u>Proje Adları *</u>						
		1	2	3	4	5	6	7
Proje Başvurusu	Proje Önerisinin Hazırlanması	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Proje Başvurusu	Proje Önerisinin Hakem Değerlendirmesi	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Proje Başvurusu	Proje Önerisinin Değerlendirilmesi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Projenin Gerçekleştirilmesi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Satın Alma	Satın Alma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ara Rapor	Ara Rapor Hazırlanması ve Seminer Verilmesi	✓		✓				
Ara Rapor	Proje Raporunun Hazırlanması	✓		✓				✓
Proje Raporu Değerlendirme	Proje Raporunun Hakem Değerlendirmesi	✓		✓	✓	✓	✓	
Proje Raporu Değerlendirme	Proje Raporunun Değerlendirilmesi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

• Proje Adları

1. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Destekleme Programı
2. Uluslararası İşbirliğini Destekleme Programı
3. Bilimsel Araştırma ve Geliştirme için Altyapıyı Destekleme Programı
4. Lisansüstü Tezlerini Destekleme Alt Projesi
5. Genç Araştırmacıları Destekleme Programı
6. Çok Disiplinli Araştırmaları Destekleme Programı
7. Savunma Sanayii ile İlgili Araştırmaları Destekleme Programı

4.5. UYGULANACAK MODELİN TANITILMASI

Bölüm-4.1’de ortaya konulan veriler doğrultusunda İ.T.Ü. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nde fakültelerin etkinliklerinin VZA ile belirlenmesinde hem kardinal hem kategorik hem de zaman serisi şeklindeki değişkenlerin bulunması olağandır. Ancak zaman serisi şeklindeki değişkenlerin zamana bağlı olarak değişmeyen diğer değişkenler ile aynı doğrusal programlama modeli içinde değerlendirilmesi şu an için mümkün değildir. Bu yüzden eldeki problemde iki ayrı doğrusal programlama modeli kullanılması gerekmektedir. Ancak iki işlemin sonucunda elde edilecek etkinlik düzeyleri ağırlıklandırılarak biraraya getirilecektir.

4.5.1. Zaman Serisi Şeklindeki Değişkenler İle VZA

Zaman serisi şeklindeki değişkenlerin yer aldığı bir veri grubunun VZA ile çözülebilmesi için gerekli olan yöntem “Kayan Etkinlik Analizi” adı altında Bölüm-3.2.4’te verilmiştir.

4.5.2. Kardinal Ve Kategorik Değişkenlerin Birlikte VZA

Bir VZA uygulamasında kardinal ve kategorik değişkenlerin birlikte kullanılabilmesi için aşağıdaki model (4.1) geliştirilmiştir (W. D. Cook W.D. et al., 1996). Kategorik girdi ve çıktılar ile ilgili temel bilgiler bu modelin anlatıldığı Bölüm-3.2.2’de yer almaktadır. Aşağıdaki model (4.1) Girdiye Yönelik CCR Modeli üzerine

kurulmuştur. Ancak sadece CCR Modeline yönelik değildir, diğer tüm modeller ile de kullanılabilmektedir.

Amaç Fonksiyonu :

$$\min \theta - \tilde{\varepsilon} s^+ - \tilde{\varepsilon} s^- - \sum_{r \in ORD1} \tilde{\varepsilon} \beta_r - \sum_{i \in ORD2} \tilde{\varepsilon} \rho_i \quad (4.1)$$

Kısıtlar :

$$\sum_{n=1}^N \lambda_n y_m - s_r^+ = y_{ro}, \forall r \in CARD1 \quad (4.2)$$

$$x_{io} \theta - \sum_{n=1}^N \lambda_n x_{in} - s_i^- = 0, \forall i \in CARD2 \quad (4.3)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{r1}(n) - \beta_{r1} &= \gamma_{r1}(o) \\ \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{r2}(n) + \beta_{r1} - \beta_{r2} &= \gamma_{r2}(o) \\ &\vdots \\ \sum_{n=1}^N \lambda_n \gamma_{rL}(n) + \beta_{rL-1} - \beta_{rL} &= \gamma_{rL}(o) \end{aligned} \right\} \forall r \in ORD1 \quad (4.4)$$

$$\left. \begin{aligned} \delta_{i1}(o) - \sum_{n=1}^N \lambda_n \delta_{i1}(n) - \rho_{i1} &= 0 \\ \delta_{i2}(o) - \sum_{n=1}^N \lambda_n \delta_{i1}(n) + \rho_{i1} - \rho_{i2} &= 0 \\ &\vdots \\ \delta_{iL}(o) - \sum_{n=1}^N \lambda_n \delta_{iL}(n) + \rho_{iL-1} - \rho_{iL} &= 0 \end{aligned} \right\} \forall i \in ORD2 \quad (4.5)$$

$$\lambda_n, s_r^+, s_i^-, \beta_r, \rho_{il} \geq 0 \quad (4.6)$$

(4.1)'de üzerinde ok ile simgelenen değişkenler vektördür. “ORD1” kategorik çıktı değişkenlerinin kümesini, “ORD2” kategorik girdi değişkenlerinin kümesini betimlemektedir.

Ancak bu modelin, yapı olarak CCR modeline benzemesi için (4.4) ve (4.5)'te satır toplama işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Eğer (4.4)'teki eşitlikler kendi aralarında toplanır ise aşağıdaki kısıt (4.7) oluşmaktadır.

$$\sum_{n=1}^N \lambda_n \bar{\gamma}_n(n) - \beta_n = \bar{\gamma}_n(o) \quad (4.7)$$

$$\text{Burada } \gamma_n(n) = \sum_{k=1}^l \gamma_{rk}(n), \forall r \in ORD1. \quad (4.8)$$

Benzer satır toplama işlemi (6.5) için de gerçekleştirilirse (6.9) ortaya çıkmaktadır.

$$\bar{\delta}_i(o)\theta - \sum_{n=1}^N \lambda_n \bar{\delta}_i(n) - \rho_i = 0, \forall i \in ORD2 \quad (4.9)$$

Bu primal doğrusal programlama modelinin duali alını ise aşağıdaki model meydana gelmektedir.

Amaç Fonksiyonu :

$$\max_{\mu, v} \omega_o = \mu^T Y_o + \sum_{r \in ORD} \bar{F}_r^1 \bar{\gamma}_r(o)$$

Kısıtlar :

$$\begin{aligned} v^T X_o + \sum_{i \in ORD} \bar{F}_i^2 \bar{\delta}_i(o) &= 1 \\ \mu^T Y + \sum_{r \in ORD} \bar{F}_r^1 \bar{\gamma}_r(o) - v^T X - \sum_{i \in ORD} \bar{F}_i^2 \bar{\delta}_i(o) &\leq 0 \\ -\mu^T &\leq -\bar{\varepsilon} \cdot \bar{1} \\ -v^T &\leq -\bar{\varepsilon} \cdot \bar{1} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Bu formülasyon kullanılırken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri, kullanılan kategorilerdir. Eğer çıktı değişkeni kategorik ise ve eğer kategori sayısı “5” ise “1”

numaralı kategori en iyiyi, “5” numaralı kategori ise en kötüyü göstermelidir. Kategorik değişkeninde ise durum tersine dönmektedir. Bu tür kullanımın nedeni, birikimli olarak hareket eden (4.8) ve (4.9) denklemlerinde bir kategorinin sadece kendinden daha kötü durumda olan bir kategori ile karşılaştırılması gerekliliğidir.

4.5.3. Zaman Serisi Değişkenlerinin Ve Zamana Bağlı Olmayan Değişkenlerin Birlikte Analizi

İ.T.Ü. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden Fakültelerin yararlanma etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılan değişkenlerden bir kısmı kategorik, bir kısmı kardinaldir, bir kısmı da zaman serisi şeklindedir. Bölüm-4.5.1’de zaman serisi değişkenlerinin nasıl işlenebileceği ve bu değişkenlerden nasıl bir etkinlik değeri çıkartılabileceği gösterilmiştir. Bölüm-4.5.2’de ise kategorik ve kardinal değişkenleri biraraya getiren bir model sunulmuştur.

Ancak bu durumda yapılan çalışmalar sonucunda iki tip etkinlik değeri bulunacaktır ve karar vericinin belki de aklı karışacaktır. Bu karışıklığın engellenmesi amacı ile daha çok Üretim Planlama konusunda kullanılan Üstel Düzeltme temelli aşağıdaki formülasyon (4.11) sunulmuştur.

Örneğin, Kayan Etkinlik Analizi sırasında ortaya “D” adet dönem çıkmış olsun. “ α ” düzeltme katsayısı ile birlikte ikinci dönemin zamanın ortadan kaldırılmış değeri (“s” dönemi göstermek üzere etkinlik η_{ks} ile gösterilirse) ;

$$\eta_{k2} = (1 - \alpha)\lambda_{k1} + \alpha\lambda_{k2}$$

olmaktadır. Eğer bu durum genelleştirilir ise

$$\eta_{kd} = (1 - \alpha)\eta_{k(d-1)} + \alpha\lambda_{kd}, d = 2, \dots, D. \quad (4.11)$$

şeklini almaktadır. Son dönem için elde edilen değer, o karar biriminin zamandan arındırılmış etkinliğini göstermektedir.

Bu işlemden sonra buradan elde edilen etkinlik değeri ile kategorik ve kardinal etkinlik değeri ağırlıklar aracılığı ile aşağıdaki gibi biraraya getirilmektedir.

$$\zeta_k = \lambda_k + \eta_k, k = 1, \dots, N \quad (4.12)$$

(4.12)'deki formülasyon girdiye yöneliktir. Bu formülasyona göre etkin olan bir karar biriminin değeri “2” olacaktır. Benzer şekilde çıktıya yönelik olarak da bu formül uygulanabilmektedir.

4.6. İ.T.Ü. ARAŞTIRMA ETKİNLİKLERİ SEKRETERLİĞİ'NDEN FAKÜLTELERİN YARARLANMA ETKİNLİKLERİNİN BULUNMASI

4.6.1. Veriler ve Birbirleri İle İlişkileri

Daha önce de belirtildiği gibi İ.T.Ü. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden fakültelerin yararlanma etkinliklerinin bulunmasında kullanılabilecek veriler kategorik, kardinel ve zaman serisi olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır. Bu duruma ilişkin bilgiler Tablo-4.1'de verilmiştir.

Aynı değişkenlerin analiz sırasında dikkat edilmesi gereken bir başka özelliği ise girdi veya çıktı olmalarıdır. Değişkenlerin girdi veya çıktı olduklarına karar vermeden önce olayın incelenmesi gerekmektedir.

Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'ne öğretim üyeleri gelip projelerini sunarlar. Önerileri kabul edilir ise onlara ödenek ayrılır ve çalışmaya başlarlar. Proje bitince hakemler bu projeleri değerlendirir ve amacına uygun yapıp yapılmadığına karar verirler. Bu bilgiler ışığında değişkenler incelenirse Tablo-4.2 ortaya çıkmaktadır.

Tablo-4.1. Değişkenlerin Niteliklerine Göre Sınıflandırılması

Değişken Adı	Değişken Sınıfı		
	Kardinal	Kategorik	Zaman Serisi
Toplam Proje Sayısı	X		
Nihai Raporlu Proje Sayısı	X		
Projelere Ayrılan Ödenek			X
Kapanan / Toplam Proje Sayısı			X
Hakem Raporları Değişkenleri			
Gerekli Literatür Çalışmasının Yapılmış Olması (A)		X	
Raporun Bütünlüğü (B)		X	
Çalışmanın Ülkeye Katkısı (C)		X	
Çalışmanın Orijinalliği (D)		X	
Raporun Proje Amacına Uygunluğu (E)		X	
Anket Çalışması Soruları			
Fakülte'deki İlgili Memurun Bilgi Düzeyi		X	
Proje Yürütücüsünün Müracaat İle İlgili Bilgi Düzeyi		X	
Proje Yürütücüsünün Para Tahsili İle İlgili Bilgi Düzeyi		X	
Proje Yürütücüsünün Çalışmaları İzleme İle İlgili Bilgi Düzeyi		X	
Proje İle İlgili Yapılan Yazışmaların Hızı		X	
Proje Sırasında Meydana Gelen Aksaklık Sıklığı		X	
Proje Yürütücüsünün Araştırma Fonu Sekreteryası Çalışanlarına Gösterdiği İlgili Düzeyi		X	
Uzaklık		X	

Eğer yukarıdaki iki tablo birleştirilirse Kayan Etkinlik Analizi dışında kalan değişkenlerden çıktı olanların hepsinin kardinal, girdi olanların tümünün de kategorik olduğu görülmektedir.

Değişkenler ile ilgili bu genel bilgiler dışında, bu değişkenlerin analizlerde kullanılabilmesi için birbirleri ile ilişkilerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bunun için literatürdeki örnekler gibi (Athanasopoulos, A.D., Thanassoulis, E., 1995) regresyon analizi ve gerekli görüldüğü yerlerde korelasyon analizi yapılmıştır.

Ancak Kayan Etkinlik Analizi'nin girdi ve çıktı değişkenleri, birer adet olduğu için bu analizin dışında tutulmuştur.

Tablo-4.2. Girdi ve Çıktı Olmak Üzere Değişkenler

Değişken Adı	Değişken Sınıfı	
	Çıktı	Girdi
Toplam Proje Sayısı	X	
Nihai Raporlu Proje Sayısı	X	
Projelere Ayrılan Ödenek		X
Kapanan / Toplam Proje Sayısı	X	
Hakem Raporları Değişkenleri		
Gerekli Literatür Çalışmasının Yapılmış Olması (A)	X	
Raporun Bütünlüğü (B)	X	
Çalışmanın Ülkeye Katkısı (C)	X	
Çalışmanın Orijinalliği (D)	X	
Raporun Proje Amacına Uygunluğu (E)	X	
Anket Çalışması Soruları		
Fakültedeki İlgili Memurun Bilgi Düzeyi		X
Proje Yürütücüsünün Müracaat İle İlgili Bilgi Düzeyi		X
Proje Yürütücüsünün Para Tahsili İle İlgili Bilgi Düzeyi		X
Proje Yürütücüsünün Çalışmaları İzleme İle İlgili Bilgi Düzeyi		X
Proje İle İlgili Yapılan Yazışmaların Hızı		X
Proje Sırasında Meydana Gelen Aksaklık Sıklığı		X
Proje Yürütücüsünün Araştırma Fonu Sekreteryası Çalışanlarına Gösterdiği İlgili Düzeyi		X
Uzaklık		X

Öncelikle aynı grupta yer alan girdiler ve çıktıları kendi aralarında bir regresyon analizi uygulanmıştır. Buna göre hakem raporu sonuçlarını yansıtan kriterler kendi aralarında bir regresyon analizine tabi tutulmuşlardır. Benzer bir işlem anket sonuçlarında yer alan değişkenler için de gerçekleştirilmiştir. Daha sonra içinde bulundukları grubu en iyi temsil edenler yani ilişkisi en az çıkan(lar) aralarından seçilmiştir (ATHANASSOPOULOS ve THANASSOULIS, 1995).

Bu işlemin ardından kullanılması düşünülen girdilerin çıktıları nasıl etkilediği, girdiler ile çıktılar arasındaki ilişki yine regresyon analizi ile incelenmiştir. Bu konu ile ilgili çalışmaların ayrıntıları aşağıda yer almaktadır.

Regresyon analizi aslında bir hipotez testidir. Hipotez testleri örnek değerinin tablo değerinin tablo değeri ile karşılaştırılması esasına dayanmasına rağmen bir anlamlılık testi, P-value, denilen bir yöntemle de aynı sonucu vermektedir. Bu çalışmada da tablo değerleri ile uğraşmamak için anlamlılık testi uygulanacaktır.

Regresyon analizinde $Y = \alpha + \beta X$ doğrusal ilişkisine sahip iki değişkenin örneklerinden alınarak oluşturulan $y = a + bx$ denklemindeki “b”yi, yani doğrusal ilişkiyi test etmektedir. Regresyon analizine göre,

$$H_0 : b = 0,$$

$$H_1 : b \neq 0 \text{’dir.}$$

Bu durumda sıfır hipotezi iki değişken arasında doğrusal ilişki olmadığını, diğeri ise aksini savunmaktadır. Sonuç olarak dikkat edilmesi gereken nokta, eğer regresyon analizindeki “P-value” değeri %5 ya da %10’dan daha küçük çıkar ise alternatif hipotez kabul edilmiş olur. Arada doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Alternatif hipotezin kabulü çıktı-girdi ilişkisi için ne kadar gerekli ise, çıktı-çıktı ya da girdi-girdi ilişkisinde değişkenlerin birbirinden farklı olmadığını gösterdiği için olumsuz olarak düşünülebilmektedir.

4.6.2. Hakem Raporları Sonucu Değişkenlerinin Aralarında Regresyon Analizi

Tablo-4.3, hakem raporları sonucu değişkenlerinin arasındaki tüm ilişkiyi özet olarak ortaya koymakla beraber ayrıntıları Ek B.1 ile Ek B.10 arasında görülebilmektedir. Bu tabloya göre çıktı değişkenleri arasında, herbirinin birer çıktı değişkeni olarak kabul edilebilmesi için gerekli alt değer olan “0,05”ten oldukça düşüktür. Böyle bir durumda değişkenlerin çoğunun çalışmanın sağlıklı yürüyebilmesi ve hantal olmaması için atılması gerekmektedir. Ancak değişkenlerin hiçbirisi ön plana çıkmadığı için son karar, çıktı-girdi regresyon analizinde verilecektir.

Tablo-4.3. Hakem Raporları Sonucu Değişkenlerinin Aralarında Regresyon Analizi

	A	B	C	D	E
A	-				
B	0,002553	-			
C	0,026662	0,019349	-		
D	0,001578	0,002808	0,006738	-	
E	0,001241	0,001586	0,041729	2,4E-05	-

4.6.3. Anket Sonuçları Değişkenlerinin Arasında Regresyon Analizi

Tablo-4.4, Tablo-4.3'ün bir benzeridir. Aynı şekilde okunmaktadır ve Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği çalışanlarına uygulanan anketteki değişkenlerin arasındaki regresyon analizini içermektedir. Değişkenlerin aralarındaki regresyon analizinin ayrıntıları ise Ek B.11 ile Ek B.25 arasında görülebilmektedir.

Bu tabloya göre Değişken-A'nın Değişken-D ve E haricindeki değişkenler ile ilişkisi oldukça az bulunmaktadır. Değişken-B'nin de Değişken-C ile doğrusal ilişkisi oldukça düşük çıkmıştır. Değişken-F ile de ilişkisi tablodaki en büyük değer olarak göze çarpmaktadır. Sonuç olarak Değişken-A, Değişken-B ve Değişken-F, anket sonuçlarındaki değişkenler arasından çalışmanın devamında kullanılmak üzere seçilmiştir.

Tablo-4.4. Anket Sonuçları Değişkenlerinin Arasında Regresyon Analizi

	A	B	C	D	E	F
A	-					
B	0,241504	-				
C	0,264406	0,066631	-			
D	0,000977	0,31216	0,463836	-		
E	0,00667	0,31216	0,241504	0,000759	-	
F	0,182257	0,604321	0,295608	0,441309	0,118643	-

4.6.4. Girdi-Çıktı İlişkisinin Regresyon Analizi

Çalışmada kullanılmak üzere toplam proje sayısı, nihai raporlu proje oranı kesin olarak bulunmaktadır. Hatırlanacağı gibi hakem raporları sonucundaki değişkenlerden şu an için seçim yapılamamıştır.

Girdilerden ise uzaklık ile anket sonucu değişkenlerinden Değişken-A, Değişken-B ve Değişken-F geriye kalanlardır. Çıktı değişkenlerinin herbiri ile regresyon analizi yapılması yerine öncelikle bir korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizinde değişkenlerin birbirleri ile ilişkisi negatif ya da pozitif yönde olmak üzere sorgulanmaktadır. Korelasyon katsayısının yüksek çıkması değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü göstermektedir.

Tablo-4.5'teki korelasyon analizi incelenecek olunursa çıktı değişkeni olarak düşünülen hakem raporları sonucu değişkenlerinden hiçbir girdi değişkenleri ile yeterince kuvvetli bir korelasyon katsayısına sahip değildir. Ancak içlerinde en iyisi olarak gözüken Değişken-B, tabloda "Toplam" olarak adlandırılan toplam proje sayısı değişkeni ve "Oran" olarak adlandırılan nihai raporlu proje oranı ile birlikte çıktı değişkeni olarak seçilmiştir. Bu çıktı değişkenleri için ayrıca regresyon analizi de yapılmıştır. Buna göre "Toplam" değişkeninin girdi değişkenleri ile regresyon analizi Tablo-4.6'da, "Oran" değişkeninin Tablo-4.7'de, Değişken-B'ninki ise Tablo-4.8'de yer almaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta sıfır hipotezinin reddedilebilmesi için, yani ilişkinin onaylanabilmesi için "P-value" değerinin mümkün olduğunca sıfıra yakın çıkması gerekmektedir. Ancak Tablo-4.6'da da, Tablo-4.7'de de, Tablo-4.8'de de tüm "P-value" değerleri çok yüksek çıkmıştır. Bu durumda anket sonuçları değişkenlerinin hiçbirinin alınmaması gerekmektedir. Böyle bir durumda ise bu çalışma yapılamayacağı için Tablo-4.8'de sıfıra en yakın değer olan "B" değişkeni çalışmaya katılmıştır. Aslında herhangi birinin de alınması sonucu çok değiştirmeyecektir.

Tablo-4.5. Çıktı-Girdi Korelasyon Analizi

	<i>Toplam</i>	<i>Oran</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>An-A</i>	<i>An-B</i>	<i>An-F</i>	<i>Uzaklık</i>
Toplam	1										
Oran	-0,3187	1									
A	-0,0659	-0,006	1								
B	-0,4498	0,4043	0,837	1							
C	-0,173	0,0714	0,692	0,718	1						
D	-0,2449	0,013	0,856	0,832	0,788	1					
E	-0,296	-0,011	0,865	0,856	0,65	0,951	1				
An-A	0,43811	-0,445	-0,09	-0,36	-0,09	-0,19	-0,26	1			
An-B	0,37174	-0,232	-0,55	-0,63	-0,64	-0,5	-0,5	0,408	1		
An-F	-0,1094	-0,009	-0,4	-0,34	-0,41	-0,42	-0,43	0,459	0,187	1	
Uzaklık	-0,3735	0,4963	0,03	0,296	0,038	0,336	0,233	-0,22	0,167	0,187	1

Tablo-4.6. “Toplam” Değişkeninin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT						
Regression Statistics						
Multiple R	0,685823925					
R Square	0,470354457					
Adjusted R Square	-0,19170247					
Standard Error	26,79034669					
Observations	10					
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	5	2549,5093	509,902	0,71044	0,64736894	
Residual	4	2870,8907	717,723			
Total	9	5420,4				
	Coefficients	St. Errors	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	15,26689342	51,231354	0,298	0,78054	-126,97444	157,5082
An-A	7,667573696	8,9118722	0,86038	0,43809	-17,075802	32,41095
An-B	4,741950113	26,613591	0,17818	0,86724	-69,149378	78,63328
An-F	-11,2165533	13,103438	-0,856	0,44025	-47,597606	25,1645
Uzaklık	-6,87324263	22,938335	-0,2996	0,77938	-70,560403	56,81392

Tablo-4.7. "Oran" Değişkeninin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT						
<i>Regression Statistics</i>						
Multiple R	0,746932					
R Square	0,557908					
Adjusted R Square	0,005293					
Standard Error	0,243663					
Observations	10					
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>	
Regression	5	0,299702	0,05994	1,009578	0,510553	
Residual	4	0,237487	0,059372			
Total	9	0,537189				
	<i>Coefficient</i>	<i>Standard</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
	<i>s</i>	<i>Error</i>			<i>95%</i>	<i>95%</i>
Intercept	0,427697	0,465959	0,917886	0,410616	-0,86601	1,721409
An-A	-0,0715	0,081055	-0,88216	0,427513	-0,29655	0,153542
An-B	0,097094	0,242056	0,401122	0,708835	-0,57496	0,769149
An-F	0,086687	0,119178	0,727371	0,507287	-0,24421	0,417579
Uzaklık	0,085264	0,208628	0,408691	0,7037	-0,49398	0,664511

Tablo-4.8. Değişken-B'nin Girdi Değişkenleri İle Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT						
<i>Regression Statistics</i>						
Multiple R	0,827432					
R Square	0,684643					
Adjusted R Square	0,432358					
Standard Error	0,496745					
Observations	10					
ANOVA						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>	
Regression	4	2,678542	0,669636	2,713765	0,151437	
Residual	5	1,233776	0,246755			
Total	9	3,912318				
	<i>Coefficient</i>	<i>Standard</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
	<i>s</i>	<i>Error</i>			<i>95%</i>	<i>95%</i>
Intercept	6,536587	0,920038	7,10469	0,000856	4,171557	8,901618
An-A	0,126673	0,16254	0,779334	0,471042	-0,29115	0,544494
An-B	-0,95432	0,368861	-2,58722	0,049002	-1,90251	-0,00614
An-F	-0,30623	0,216245	-1,41613	0,215907	-0,86211	0,249643
Uzaklık	0,71291	0,365985	1,947918	0,10896	-0,22788	1,653703

Regresyon ve korelasyon analizi çalışmaları sonucunda, çalışmanın bundan sonraki bölümünde Tablo-4.9’da yer alan değişkenlerin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Tablo-4.9. VZA Uygulamasında Kullanılacak Değişkenler

Değişken Adı	Değişken Tipi	
	Girdi	Çıktı
Toplam Proje Sayısı		X
Nihai Raporlu Proje Oranı		X
Raporun Bütünlüğü (Değişken-B)		X
Proje Yürütücüsünün Müracaat İle İlgili Bilgi Düzeyi	X	
Uzaklık	X	

4.6.5. Kayan Etkinlik Analizi

Kayan Etkinlik Analizi ile ilgili temel açıklamalar Bölüm-3’te bulunmaktadır. Buradaki uygulamada girdi değişkeni olarak Ek A.5’te yer alan proje harcamaları, çıktı değişkeni olarak da Ek A.3’te bulunan kapanan proje sayısı / toplam proje sayısı oranı kullanılmıştır.

Kayan Etkinlik Analizi’nde en önemli noktalardan biri dönem sayısının belirlenmesidir. Konu ile ilgili daha önceki çalışmalarda (Charnes vd., 1994) üç ya da dört dönem bir analiz dönemi olarak alınmıştır. Ancak bahsedilen çalışmalar aylık veya haftalıktır ve olası mevsimsel etkileri gözden kaçırmamak için bu yola başvurulmuştur. Halbuki bu çalışmada veriler yıllıktır. Bu yüzden bir analiz dönemi bir yıl olarak belirlenmiştir.

4.6.5.1. Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi

Ayrıca bilindiği gibi Kayan Etkinlik Analizi klasik yöntemlerin tümü ile uygulanabilmektedir. Burada etkinliğin üst sınırını “1” ile sınırlayan ve birden fazla

sayıda karar birimine etkin çıkma olanağı sağlayan BCC Modeli tercih edilmiştir. Girdiye yönelik BCC Modelinin temel alındığı Kayan Etkinlik Analizi'nin sonuçları Tablo-4.10'da verilmiştir. Tablo-4.10'da verilen Girdiye yönelik Kayan Etkinlik Analizi'nin ayrıntı analizi ise Tablo-4.11'de sunulmuştur.

Tablo-4.11. Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Ayrıntılı Analiz Sonucu

Fakülte	Ort	St. Sapma	Etkinlik Sayısı	Yararlanma Sayısı	Birikimli Etkinlik
İnşaat	0,335673	0,352884	1	9	0,292949
Fen-Edebiyat	0,055772	0,101657	0	4	0,08077
Kimya-Metalürji	0,250088	0,382618	2	7	0,777996
Maden	0,367066	0,390285	2	9	0,51297
Elektrik-Elektronik	0,442988	0,450907	4	9	0,212242
Mimarlık	0,405654	0,404377	3	10	0,416125
Makina	0,353161	0,371619	1	8	0,459043
Uçak-Uzay	0,282001	0,416685	2	4	0,856045
Gemi İnşaatı	0,045455	0,150756	0	1	0,125
İşletme	0,189924	0,371331	1	3	0,499584

Tablo-4.10. Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Sonucu

Fakülte	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
İnşaat	0,010229	0,994318	0,341367	0,167876	0,312949	1,00000086	0,257169	0	0,272472	0,336023	0
Fen-Edebiyat	0	0	0,066612	0,32345	0,069642	0	0	0	0	0,153789	0
Kimya-Metalürji	0,013671	0,107705	0,271287	0	0	0	0	0,213594	1,000001	1	0,144705
Maden	0,028056	1	0	0,226499	0,181397	0,11821601	0	0,50831	0,194	0,78125	1
Elektrik-Elektronik	1,000001	0,033871	1	1	0	0	0,253953	0,221265	0,107658	0,256117	1,000001
Mimarlık	0,03093	0	0,298686	1	0,052986	0,36912752	1,000001	1,000001	0,071862	0,378514	0,26009
Makina	0,01943	1	0	0,817419	0	0,18187078	0,291008	0,259981	0	0,788593	0,526471
Uçak-Uzay	0	0	0	0	0	0	0,507308	0,594705	1,000001	1	0
Gemi İnşaatı	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
İşletme	0	0	0	0	1,000001	0	0	0	0,2425	0,846667	0

Burada, özellikle ayrıntı analizi için şu belirtilmelidir ki, birçok fakülte bazı yıllarda Araştırma Etkinliği Sekreterliği'nin sunduğu olanaklardan yararlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı her ne kadar fakültelerin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden yararlanma etkinliklerini bulmaksa da, fakültelerin buradan çok yararlanmaları da bir yan amaçtır. Bu yüzden girdiye yönelik analizde bir karar biriminin alabileceği en düşük değer olan "0", yararlanmama cezası olarak boş kalan hanelere eklenmiştir. Bu durumda %44 gibi düşük bir ortalama ile girdiye yönelik olarak Elektrik-Elektronik Fakültesi en etkin yararlanan fakülte olmaktadır. Ardından sırası ile Mimarlık, Maden, Makina, İnşaat, Uçak-Uzay, Kimya-Metalürji, İşletme, Fen-Edebiyat ve Gemi-İnşaat Fakülteleri gelmektedir.

Standart sapma değerleri ise tüm fakülteler için ortalama değerlerinden de büyüktür. Bu da yıllar açısından ortada bir tutarsızlık olduğunu göstermektedir. Bir başka deyişle, bir sene en etkin olan fakülte bir diğer sene en kötü etkinliği elde edebilmektedir.

En etkin olduğu yıl sayısı ile yararlanma sayısı birlikte incelenirse daha ilginç sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Buna göre yararlanma sayısına göre en etkin olma sayısının oranı en yüksek Uçak-Uzay Fakültesi için geçerlidir. Uçak-Uzay Fakültesi, Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nin kaynaklarından dört yıl yararlanmış ve bunların ikisinde kaynaklarını en etkin kullanmıştır. Hemen ardından ise Elektrik-Elektronik Fakültesi gelmektedir.

Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi'ne göre oluşturulan birikimli etkinlik sütununa göre %85 ile Uçak-Uzay Fakültesi kaynakları en etkin kullanan fakülte olarak gözükmektedir. Aynı fakültenin ortalama etkinlikte birinci olmaması, bu fakültenin etkinliğini özellikle son senelerde arttırdığını göstermektedir. Çünkü birikimli etkinlik, ortalama etkinliğin aksine, zamanın etkisini içermektedir. Benzer yaklaşımla, Elektrik-Elektronik Fakültesi'nin etkinliğinde son yıllarda düşüş gözlemlendiği söylenebilmektedir.

4.6.5.2. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi

Girdiye Yönelik Kayan Etkinlik Analizi'nde yapılan yorumlamalar, Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi için de gerçekleştirilmiştir. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Sonucu Tablo-4.12'de, Detay Analizi Sonucu ise Tablo-4.13'te bulunmaktadır.

Ayrıntılı analiz sonuçları incelenmeden önce girdiye yönelik analizde olduğu gibi, burada da Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği kaynaklarından yararlanmayan fakültelere ceza puanı uygulanmıştır. Ancak burada ceza puanı "0" olamaz, çünkü alınabilecek en küçük değer, aynı zamanda etkinliği gösteren "1"dir. Burada olumsuzluk "1"den uzaklaştıkça başlamaktadır. Bu yüzden fakültelerin katılıp da aldıkları en kötü etkinlik değeri olan "5"ten daha kötü olarak "6" verilmiştir.

Ortalama etkinlikte en iyi değer "1,33" ile Mimarlık Fakültesine aittir. Ardından, sırasıyla, Maden, İnşaat, Elektrik-Elektronik, Kimya-Metalürji, Fen-Edebiyat, Makina, Uçak-Uzay, İşletme ve Gemi İnşaatı Fakülteleri gelmektedir.

Bu arada Mimarlık ve İnşaat Fakülteleri'nin standart sapmaları oldukça düşüktür. Bunda gözlenmiş olan tüm yıllarda Araştırma Etkinlikleri'nden yararlanmış olmalarının etkisi çok büyüktür.

Etkin olunan değer sayısı ile katılım sayısına bakılır ise yine Uçak-Uzay Fakültesi'nin üstünlüğü görülmektedir.

En önemli gösterge olan birikimli etkinlikte ise Mimarlık Fakültesi "1,33" olan değerini "1,20"ye indirmiştir. Ancak en büyük gelişmeyi yine Uçak-Uzay Fakültesi yapmıştır. Bu da, bu fakültenin son yıllarda Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden oldukça etkin yararlandıklarını göstermektedir.

Tablo-4.12. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Sonucu

Fakülte	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
İnşaat	1,687334	1,000052	1,22498	1,55844	3,009276	1	1,917624	5,195015	1,096567	1,503483	1
Fen-Edebiyat	6	6	1,181485	1,057461	5,05398	1,4893009	1	1	1,804306	3,432107	6
Kimya-Metalürji	3,712782	3,405868	1,234775	1,128123	1,452779	1,1365461	6	5,497227	1,707762	1	6
Maden	1,022737	1	6	1,536205	1,019365	1,0679004	1,792381	1,466269	1,733288	1,011978	1,009642
Elektrik-Elektronik	1,000001	1,258863	1	1	1,098431	4,1564619	1,730094	5,344281	1,758688	2,267673	6
Mimarlık	2,020397	2,112181	1,030411	1	1,218609	1,0155579	1	1	1,11471	1,340798	1,794766
Makina	5,032447	1,000001	6	1,496998	6	1,5404947	1,503417	4,708801	1,017355	6	6
Uçak-Uzay	6	6	6	6	6	6	1,051159	1,328505	1	1	1
Gemi İnşaatı	6	6	6	6	6	6	6	6	1,012668	6	6
İşletme	6	6	6	6	1	6	6	6	1,012668	6	6

Tablo-4.13. Çıktıya Yönelik Kayan Etkinlik Analizi Ayrıntılı Analiz Sonucu

Fakülte	Ort.	St. Sapma	Etkin Olduğu Toplam Değer Sayısı	Kaç Kez Katıldığı	Birikimli Etkinlik
İnşaat	1,835706	1,26066	2	11	1,895591
Fen-Edebiyat	3,092604	2,2383827	2	8	2,516453
Kimya-Metalürji	2,934169	2,0740644	1	9	2,074851
Maden	1,696342	1,4609046	1	10	1,323307
Elektrik-Elektronik	2,419499	1,8564375	3	10	2,512857
Mimarlık	1,331585	0,4334326	3	11	1,207262
Makina	3,663592	2,2971014	1	7	4,125708
Uçak-Uzay	3,761788	2,5730984	3	5	1,356761
Gemi İnşaatı	5,546606	1,5037371	0	1	4,753167
İşletme	5,092061	2,0200393	1	2	4,675042

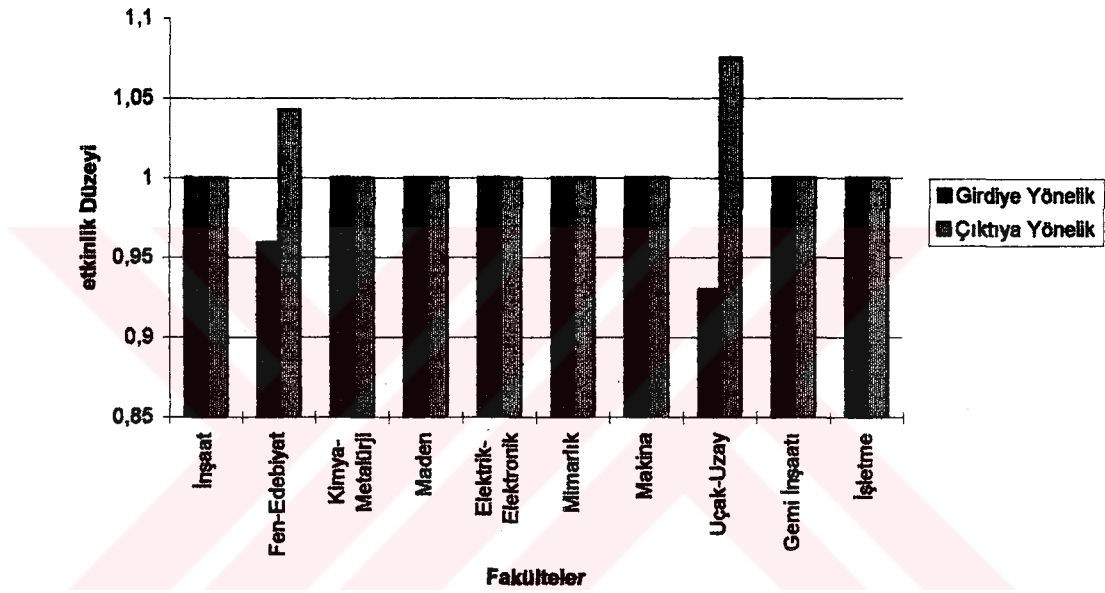
4.6.6. Kategorik ve Kardinal Değişkenlerin Birlikte CCR Modeli İle VZA

Kategorik ve kardinal değişkenlerin birlikte değerlendirildiği ve bundan sonra “Karma Model” olarak anılacak olan model, klasik modellerin tümüne uyum sağlayabilmektedir. Bu bölümde girdiye ve çıktıya yönelik olarak yapılmış olan CCR Modeli uygulamasının sonuçları incelenecektir. Ancak ileride karşılaştırma imkanının olması amacı ile CCR modeli ile BCC modellerinin “ε” değerleri eşit alınmıştır. Bu uygulamada, ayrıca girdilerin kendi aralarında, çıktıların kendi aralarında ağırlıkları birbirlerine eşittir (COOK vd., 1996).

Tablo-7.14’te ve Şekil-7.1’de CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik uygulamalarının sonuçları görülmektedir. Burada göze ilk çarpan sonuç, girdiye veya çıktıya yönelik etkinliği sağlamış karar birimlerinin diğer açıdan da etkin olması, yani gerçek etkinliğin sağlanmış olmasıdır. CCR Modeline göre Fen-Edebiyat Fakültesi ve Uçak-Uzay Fakültesi hem girdiye hem de çıktıya yönelik olarak etkin değildir.

Tablo-4.14. CCR Modeli Temelli Karma Modelin Uygulama Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdiye Yönelik	1	0,95933	1	1	1	1	1	0,93	1	1
Çıktıya Yönelik	1	1,042394	1	1	1	1	1	1,0753	1	1



Şekil-4.1. CCR Modeline Göre Fakültelerin Genel Etkinlik Düzeyleri

4.6.7. Kategorik Ve Kardinal Değişkenlerin Birlikte BCC Modeli İle VZA

Bu bölümde girdiye ve çıktıya yönelik olarak yapılmış olan BCC Modeli uygulamasının sonuçları incelenecektir.

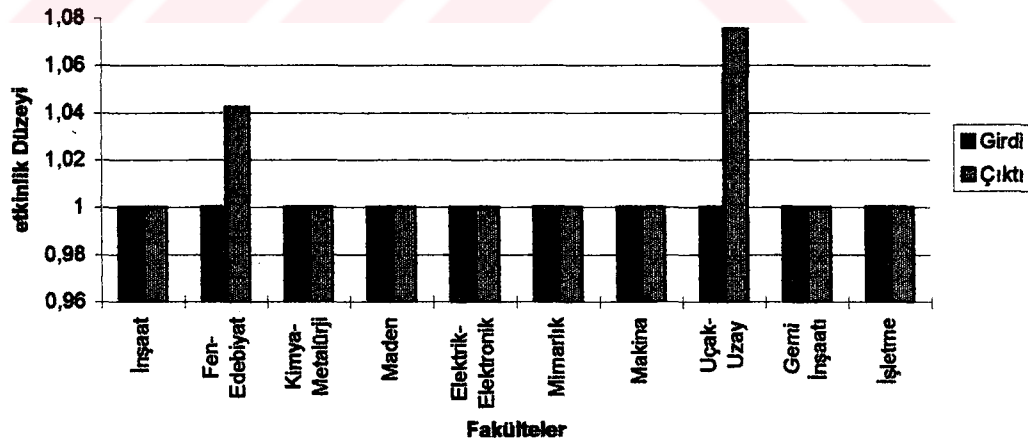
Tablo-4.15'te ve Şekil-4.2'de BCC Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik uygulamalarının sonuçları görülmektedir. Burada göze ilk çarpan sonuç, CCR Modeli uygulamasından farklı olarak girdiye veya çıktıya yönelik etkinliği sağlamış karar birimlerinin diğer açıdan da etkin olması, yani gerçek etkinliğin bir takım karar birimleri için sağlanmamış olmasıdır. BCC Modeline göre Fen-Edebiyat

Fakültesi ve Uçak-Uzay Fakültesi girdiye yönelik etkinliği sağlamış olmalarına rağmen çıktıya yönelik olarak etkin değildir.

CCR Modeli temelli Karma Model ile BCC Modeli temelli Karma Model çözümü karşılaştırıldığında ortaya çıkan en önemli fark, BCC Modelinde karar birimlerinin daha etkin çıkmalarıdır. Her ne kadar girdiye yönelik analizde BCC Modeli, karar birimlerini daha etkin hale getirdi ise de aynı sonucu çıktıya yönelik analizde gerçekleştirememiştir. Buna ek olarak, çıktıya yönelik analiz sonucunda hiçbir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu durumda eşit ağırlıklı girdi ve çıktı değişkenleri durumu için hem BCC temelli hem de CCR temelli Karma Model için Fen-Edebiyat ve Uçak-Uzay Fakülteleri etkin değildir.

Tablo-4.15. BCC Modeli Temelli Karma Modelin Uygulama Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Çıktı	1	1,0424	1	1	1	1	1	1,0753	1	1



Şekil-4.2. BCC Modeline Göre Fakültelerin Genel Etkinlik Düzeyleri

4.7. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE DUYARLILIK

VZA’da da tüm yöneylem araştırması konularında olduğu gibi duyarlılık analizi sonuca gitme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada VZA’nde üç konunun sonuca etkisi, duyarlılığı incelenmiştir:

1. VZA’nde model,
2. Girdi ve çıktı ağırlıkları,
3. “ ϵ ” değeri.

Modelin VZA analizi sonucuna etkisi Bölüm-4.6.7’de de görülmüştür. BCC modeli ile CCR modeli farklı sonuçlar sunmuştur. İki modelin sonuçlarının aynı olabilmesi için ölçek etkinliğinin “1” olması gerekmektedir (BELTON ve VICKERS, 1993).

Buradan sonra ikinci ve üçüncü başlıklar incelenecektir.

4.7.1. Çıktı Değişkenlerinin VZA’nde Sonuç Üzerine Etkisi

Çıktı değişkenlerinin VZA’nde sonuç üzerine etkisi incelenirken bir çıktının üç durumu incelenmiştir:

1. Diğer çıktılar ile eşit ağırlıklı durum
2. Tüm ağırlığın incelenen çıktı değişkeninde olduğu durum
3. İncelenen çıktı değişkeninin ağırlığının sıfır olduğu durum

İlk durum Bölüm-4.6.7’de yer almaktadır. Bu yüzden bölüm içinde tek başına incelenmemekle beraber karşılaştırma analizlerinde bulunacaktır. Bu çalışmanın Karma Model kısmında yeralan üç çıktı için de aynı çalışma yapılmıştır. Burada sırasıyla incelenecektir (CHARNES ve NERALIC, 1990).

4.7.1.1. Çıktı-1'in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda VZA

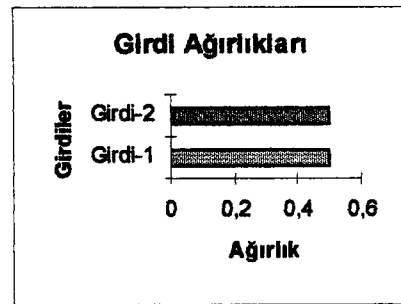
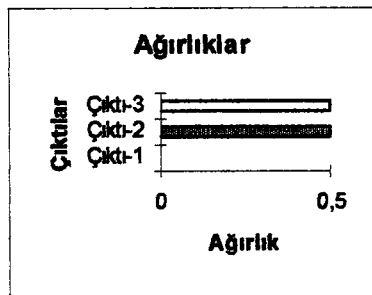
Tablo-4.16 ve Şekil-4.4, Çıktı-1 değişkeninin sıfır ağırlıkla CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

Bu sonuçlara göre girdiye yönelik Karma Modelde Mimarlık ve Makina Fakültelerinin etkinliklerinin "0" olduğu görülmektedir. Bunun nedeni etkinliklerinin gerçekten sıfır olması değil, uygulanan programın bu fakülteler için uygun çözümler bulamamasıdır. Ayrıca Fen-Edebiyat ve Uçak-Uzay fakülteleri etkin değildirler.

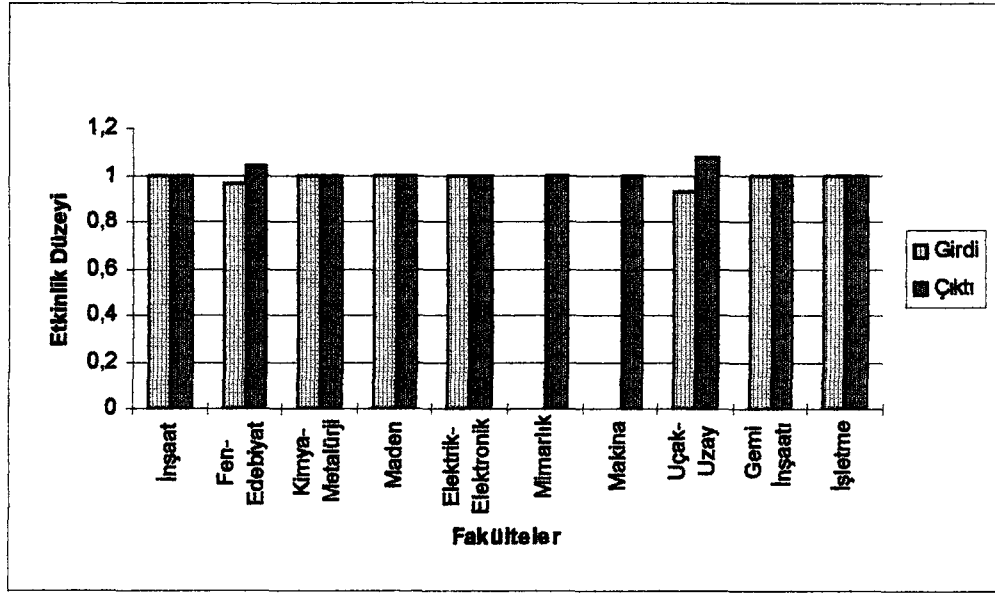
Aynı fakülteler çıktıya yönelik analiz sonucunda da etkin çıkmamışlardır. Halbuki girdiye yönelik etkin olan fakülteler, çıktıya yönelik olarak da etkindirler.

Tablo-4.16. Çıktı-1'in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9593	1	1	1	0	0	0,93	1	1
Çıktı	1	1,0424	1	1	1	1	1	1,0753	1	1



Şekil-4.3. Şekil-4.4'ü Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.4. CCR Modeline Göre Çıktı-1 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

4.7.1.2. Çıktı-1'in Ağırlığının Bir Olması Durumunda VZA

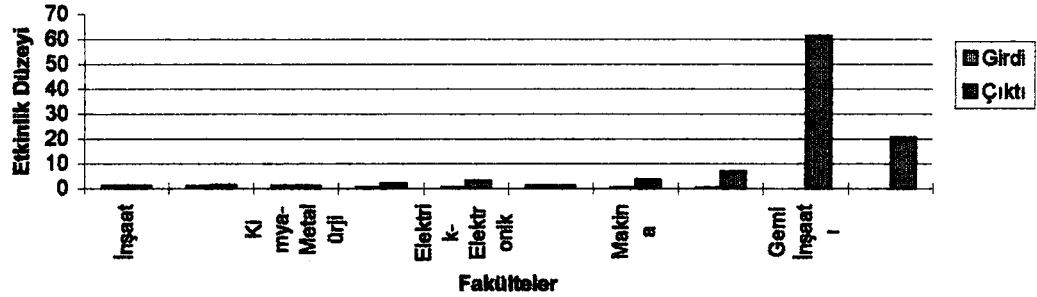
Tablo-4.17 ve Şekil-4.6, Çıktı-1 değişkeninin bir ağırlıkla, diğer çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının olmadığı, CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

Tablo-4.17. Tüm Ağırlık Çıktı-1'de İken CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İNŞAAT	FEN-EDEBİYAT	KİMYA-METALÜRJİ	MADEN	ELEKTRİK-ELEKTRONİK	MİMARLIK	MAKİNA	UÇAK-UZAY	GEMİ İNŞAATI	İŞLETME
Girdi	1	0,83607	1	0,5084	0,34426	1	0,2950	0,1474	0,0169	0,0491
Çıktı	1	1,19608	1	1,9667	2,90476	1	3,3889	6,7778	61,001	20,334



Şekil-4.5. Şekil-4.6'yı Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.6. CCR Modeline Göre Tüm Ağırlık Çıktı-1’de İken Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

Bu tablo ve şekillere göre girdiye yönelik olarak sadece üç fakülte - İnşaat, Kimya-Metalürji, Mimarlık - etkin çıkmıştır. Bu değişkenin toplam proje sayısı gibi çok önemli bir değişken olduğu düşünülür ise Gemi İnşaatı, İşletme ve Uçak-Uzay fakültelerinin çok düşük etkinlikleri oldukça anlamlıdır.

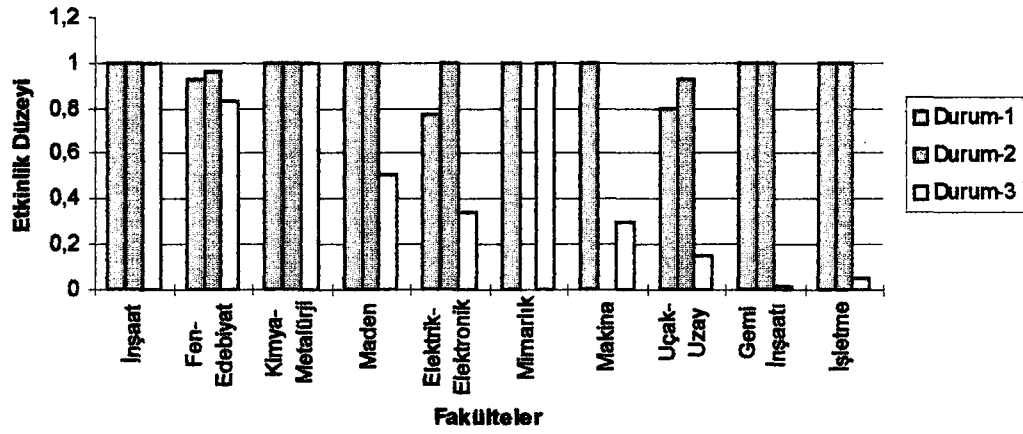
Çıktıya yönelik olarak etkin olan fakültelerin tümü, aynı zamanda girdiye yönelik etkin olanlardır. Yine, özellikle “61” gibi çok kötü bir etkinlik gösteren Gemi İnşaatı Fakültesi’nin durumu düşündürücüdür.

4.7.1.3. Çıktı-1’in Üç Farklı Ağırlığında VZA İncelemesi

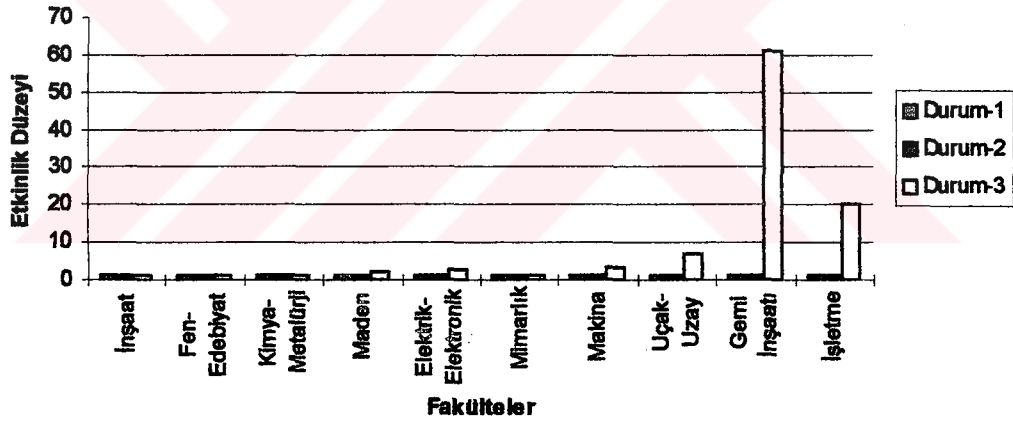
Tablo-4.18, Şekil-4.7 ve Şekil-4.8, Çıktı-1 değişkeninin üç farklı ağırlık durumunda CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonuçları yansıtmaktadır.

Tablo-4.18. Çıktı-1'in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları

Girdiye Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eğit	Durum-1	1	0,928152	1	1	0,7690441	1	1	0,794017	1	1
Çıktı-1=0	Durum-2	1	0,959331	1	1	1	0	0	0,930001	1	1
Çıktı-1=1	Durum-3	1	0,836066	1	0,508475	0,3442626	1	0,295082	0,147541	0,016393	0,04918
Çıktıya Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eğit	Durum-1	1	1,07741	1	1	1,3003156	1	1	1,259419	1	1
Çıktı-1=0	Durum-2	1	1,042395	1	1	1	1	1	1,075269	1	1
Çıktı-1=1	Durum-3	1	1,19608	1	1,966669	2,9047647	1	3,388892	6,777784	61,00006	20,33335



Şekil-4.7. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-1 İçin Duyarlılık Analizi



Şekil-4.8. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-1 İçin Duyarlılık Analizi

Öncelikle girdiye yönelik sonuçlar fakülte bazında incelenip yorumlanmıştır.

İnşaat Fakültesi ve Kimya-Metalürji Fakültesi, girdiye yönelik olarak, Çıktı-1 değişkenine, toplam proje sayısına, duyarlı değildir. Çünkü Çıktı-1'in tüm değerleri için "1" etkinlik değerini almıştır.

Fen-Edebiyat Fakültesi, girdiye yönelik olarak Çıktı-1 değişkenine duyarlıdır. Çıktı-1 değişkeninin ağırlığı arttıkça Fen-Edebiyat Fakültesi'nin etkinliği azalmaktadır.

Maden ve Mimarlık fakülteleri, çıktıların eşit ağırlıklandırılması ile tüm ağırlığı Çıktı-1'in alması arasında bir yerde etkin olmaktan çıkmaktadır. Sonuç olarak Maden ve Makina fakülteleri de bu çıktı değişkeninin ağırlığındaki değişimlere duyarlıdır.

Elektrik-Elektronik, Uçak-Uzay, Gemi İnşaatı ve İşletme fakültelerinin etkinlikleri, Çıktı-1'in ağırlığının artması ile birlikte azalmaktadır. Ancak özellikle Gemi İnşaatı ve İşletme fakültelerindeki düşüş trajik boyutlardadır.

Mimarlık Fakültesi ise duyarsızdır. Her ne kadar Çıktı-1'in ağırlığı sıfırlandığında bu fakülte için uygun çözüm bulunamadı ise de bu durumun problemde kullanılan "ε" değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çıktıya yönelik duyarlılık analizi sonuçları da aşağıda verilmiştir.

İnşaat, Kimya-Metalürji ve Mimarlık fakülteleri bu değişkene karşı duyarsızdırlar.

Fen-Edebiyat, Maden, Elektrik-Elektronik, Uçak-Uzay, Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri ise duyarlıdır. Duyarlılıklarının boyutu ise değişmektedir. Örneğin Fen-Edebiyat Fakültesi Çıktı-1'in hiçbir ağırlık durumunda etkin olamazken Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri sıfır ve eşit ağırlık durumlarında etkin iken tüm ağırlık Çıktı-1'e geçtiğinde etkinlikleri Fen-Edebiyat Fakültesi'nin çok gerisine düşmektedir.

4.7.1.4. Çıktı-2'nin Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda VZA

Tablo-4.19 ve Şekil-4.10, Çıktı-2 değişkeninin sıfır ağırlıkla CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

Bu sonuçlara göre girdiye yönelik Karma Modelde İnşaat, Kimya-Metalürji, Maden, Gemi-İnşaatı ve İşletme fakülteleri etkindirler. Aynı fakülteler çıktıya yönelik analizde de etkin olarak görülmektedirler.

Fen-Edebiyat, Elektrik-Elektronik, Mimarlık, Makina ve Uçak-Uzay fakülteleri ise etkin değildirler. Ancak bu fakültelerin arasından Makina ile Mimarlık ayrı tutulmalıdır. Çünkü bu fakültelerin etkinliklerinin “0” çıkması analizde kullanılan “ε” değeri ile ilgilidir.

Çıktıya yönelik analizde sadece Mimarlık Fakültesi konumunu değiştirip etkin olmayanların arasından etkinliğe yol almıştır. Diğerleri ise mevcut durumunu korumaktadır.

Tablo-4.19. Çıktı-2’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

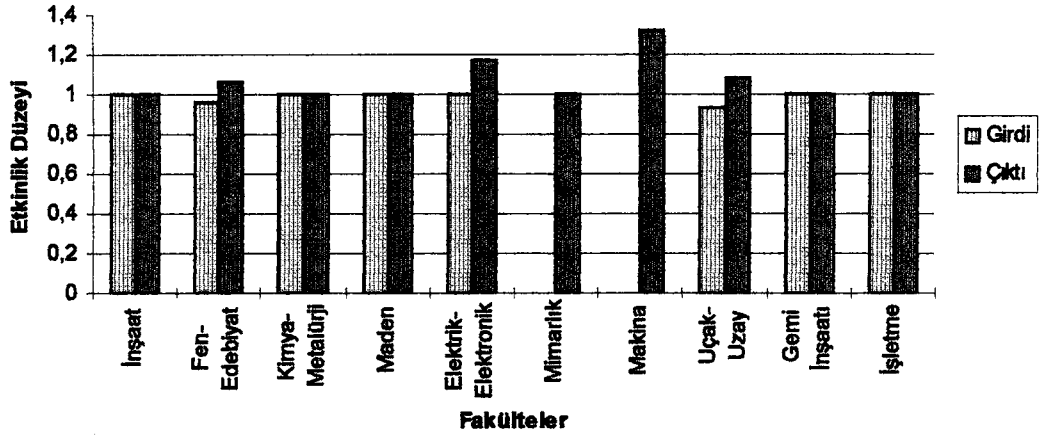
Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9474	1	1	0,8571	0	0	0,93	1	1
Çıktı	1	1,0556	1	1	1,1667	1	1,3167	1,0753	1	1



Şekil-4.9. Şekil-4.10'u Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları

4.7.1.5. Çıktı-2'nin Ağırlığının Bir Olması Durumunda VZA

Tablo-4.20 ve Şekil-4.12, Çıktı-2 değişkeninin bir ağırlıkla, diğer çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının olmadığı, CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.



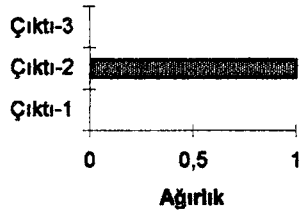
Şekil-4.10. CCR Modeline Göre Çıktı-2 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

Tüm ağırlık Çıktı-2’de iken girdiye yönelik model ile çıktıya yönelik model sonuçları arasında bir uyum olduğu göze çarpmaktadır. İkisinde de etkin olanlar Kimya-Metalürji, Elektrik-Elektronik, Makina ve Gemi İnşaatı fakülteleridir. En kötü performansları ise Uçak-Uzay Fakültesi ile İşletme Fakültesi göstermektedir.

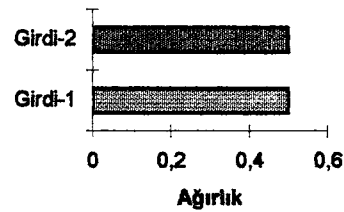
Tablo-4.20. Tüm Ağırlık Çıktı-2’de İken CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	0,9037	0,875	1	0,3576	1	0,627	1	0,2917	1	0,3333
Çıktı	1,1066	1,1429	1	2,7966	1	1,5948	1	3,4286	1	3

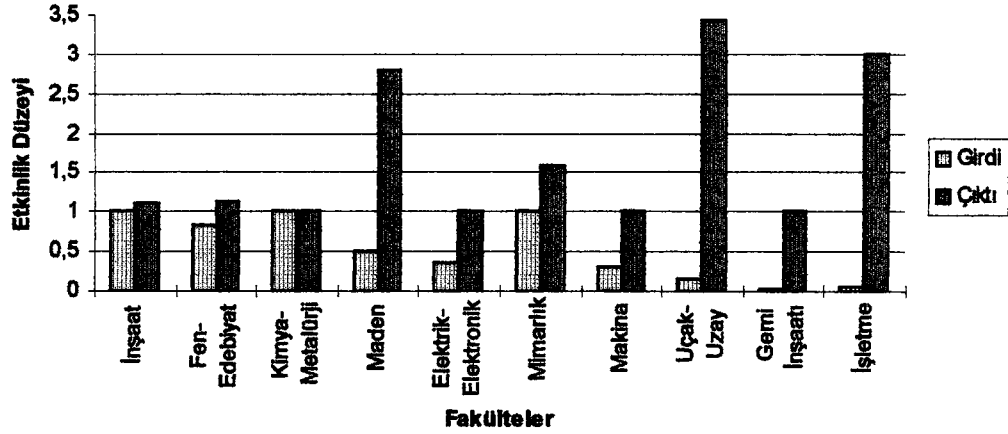
Çıktı Ağırlıkları



Girdi Ağırlıkları



Şekil-4.11. Şekil-4.12’yi Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.12. CCR Modelinde Çıktı-2'ye Tüm Ağırlık Verildiğinde Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

4.7.1.6. Çıktı-2'nin Üç Farklı Ağırlığında VZA İncelemesi

Tablo-4.21, Şekil-4.13 ve Şekil-4.14, Çıktı-2 değişkeninin üç farklı ağırlık durumunda CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonuçları yansıtmaktadır.

Girdiye yönelik Karma Modeli sonuçlarına bakıldığında görülecektir ki yalnızca Kimya-Metalürji, Makina ile Gemi İnşaatı fakülteleri Çıktı-2'ye karşı duyarsızdır.

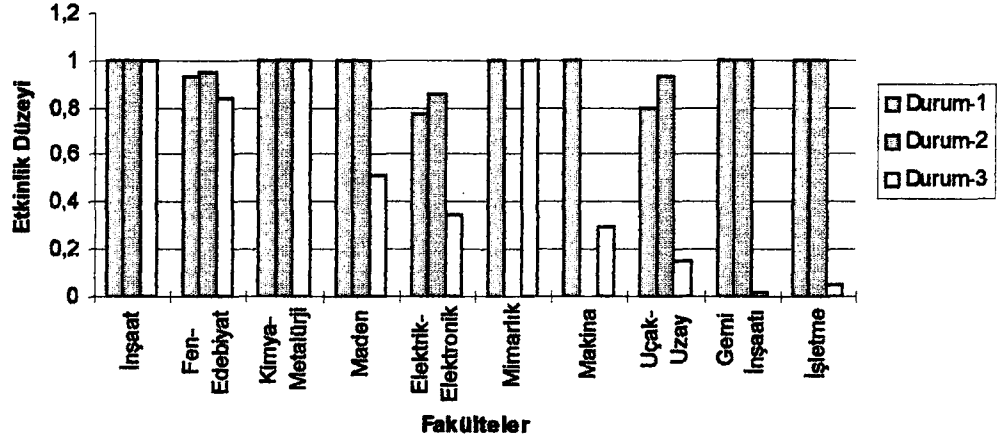
İnşaat, Maden, Mimarlık, İşletme fakülteleri eşit ağırlık ile Çıktı-2'nin tüm ağırlığı alması arasındaki bir yere kadar etkindir. O noktadan sonra, özellikle Maden ve İşletme fakültelerinin etkinlikleri büyük oranda düşmektedir.

Elektrik-Elektrik Fakültesi ise diğer fakültelere nazaran farklı bir etkileşim içindedir. Çıktı-2'nin ağırlığı sıfırdan diğerleri ile eşit ağırlığa gelinceye kadar etkinliğini yitirirken sonraki değişimlerde etkin hale gelmiştir.

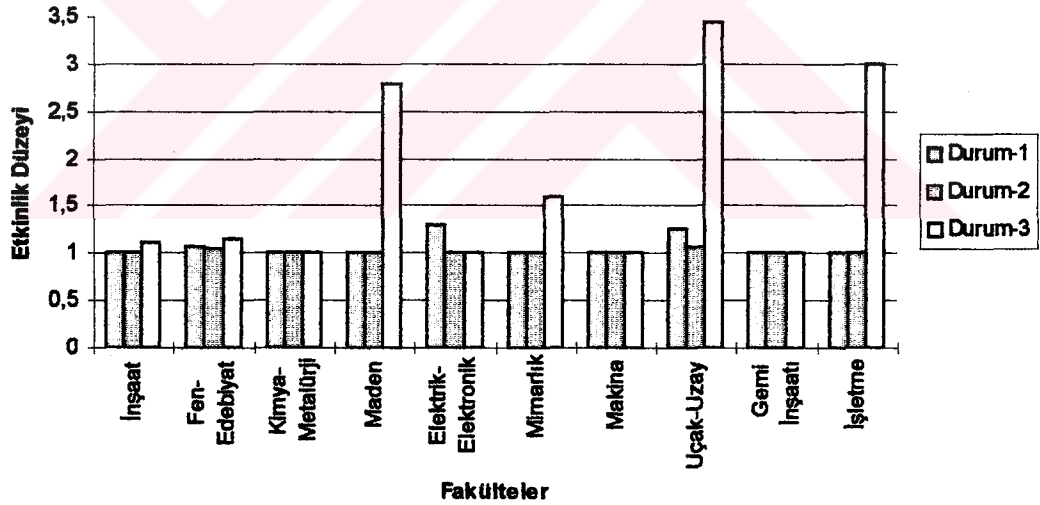
Çıktıya yönelik Karma Model sonuçlarına bakılınca girdiye yönelik olan sonuçların aynısı ile karşılaşılmaktadır.

Tablo-4.21. Çıktı-2'in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları

Girdiye Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	0,92815217	1	1	0,76904407	1	1	0,794017	1	1
Çıktı-2=0	Durum-2	1	0,94736937	1	1	0,85714371	0	0	0,930001	1	1
Çıktı-2=1	Durum-3	0,9036894	0,87500087	1	0,357576	1	0,62704981	1	0,291667	1	0,333334
Çıkıya Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	1,07740955	1	1	1,30031559	1	1	1,259419	1	1
Çıktı-2=0	Durum-2	1	1,05555657	1	1	1,16666667	1	1,316667	1,075269	1	1
Çıktı-2=1	Durum-3	1,1065771	1,14285829	1	2,796613	1	1,59477284	1	3,428575	1	3



Şekil-4.13. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-2 İçin Duyarlılık Analizi



Şekil-4.14. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-2 İçin Duyarlılık Analizi

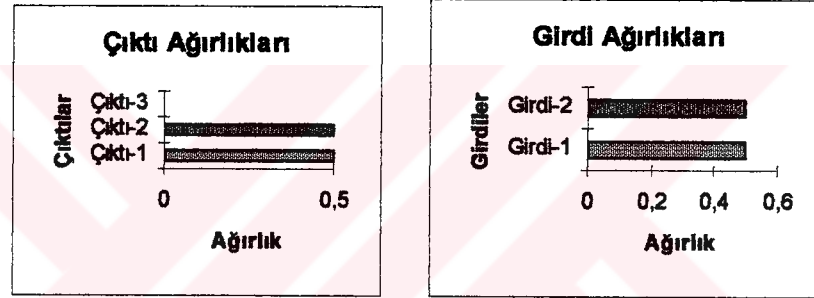
4.7.1.7. Çıktı-3'ün Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda VZA

Tablo-4.22 ve Şekil-4.16, Çıktı-3 değişkeninin sıfır ağırlıkla CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

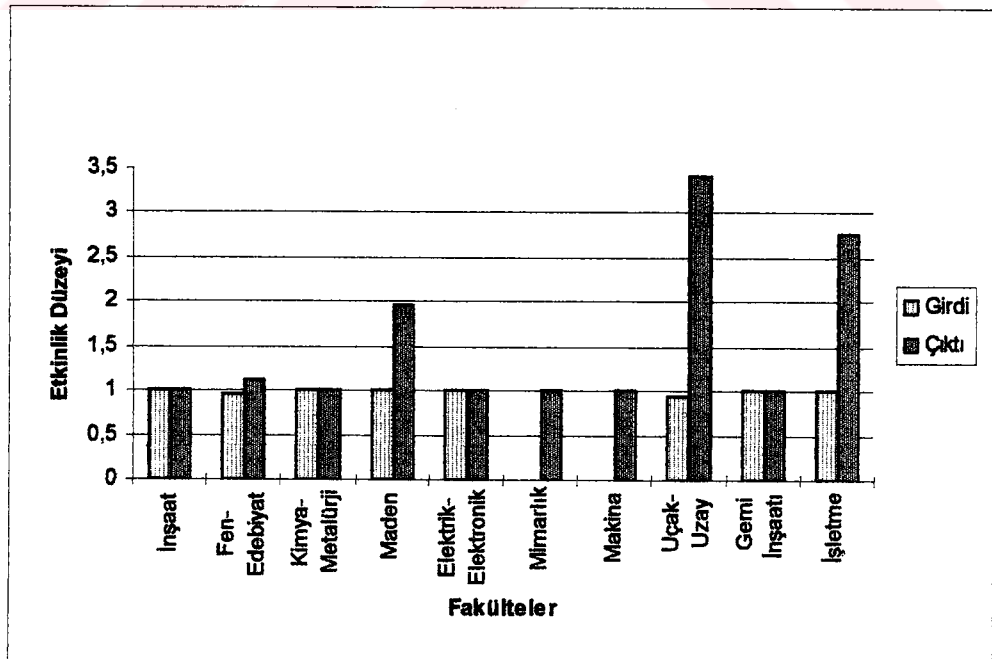
Tablo-4.22'ye göre girdiye ve çıktıya yönelik olarak etkin fakülteler aynıdır. Bu fakülteler; İnşaat, Kimya-Metalürji, Elektrik-Eletronik, Mimarlık, Makina ve Gemi İnşaatı'dır. Diğer fakülteler içinde de özellikle Uçak-Uzay ve İşletme'nin etkinliği düşük çıkmıştır.

Tablo-4.22. Çıktı-3'ün Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,893	1	0,5085	1	1	1	0,2933	1	0,3619
Çıktı	1	1,1198	1	1,9667	1	1	1	3,41	1	2,7635



Şekil-4.15. Şekil-4.16'yı Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.16. CCR Modeline Göre Çıktı-3 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

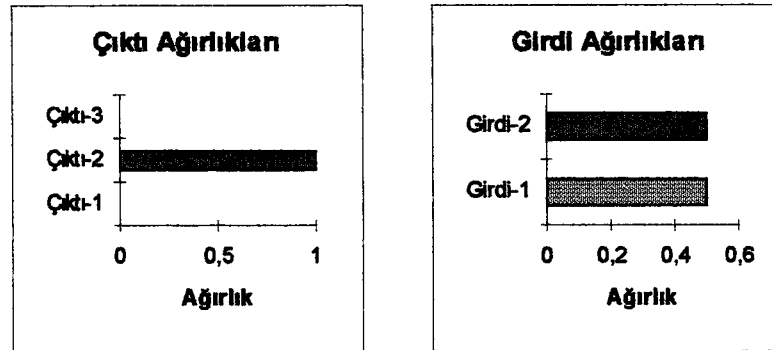
4.7.1.8. Çıktı-3'ün Ağırlığının Bir Olması Durumunda VZA

Tablo-4.23 ve Şekil-4.18, Çıktı-3 değişkeninin bir ağırlıkla, diğer çıktı değişkenlerinin ağırlıklarının olmadığı, CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

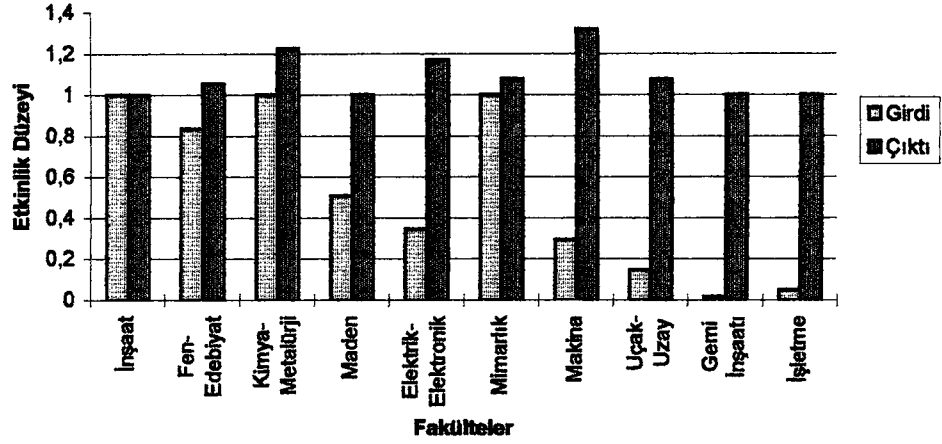
Tablo-4.23 ve Şekil-4.18'e göre İnşaat, Madeni Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri hem girdiye hem de çıktıya yönelik olarak etkindirler. Mimarlık ve Makina fakültelerinin girdiye yönelik değerleri programın uygun çözüm vermemesi nedeni ile sıfır gözükmemekte olmasına rağmen çıktıya yönelik olarak her ikisi de etkin değildirler. Fen-Edebiyat, Kimya-Metalürji, Elektrik-Elektronik ve Uçak-Uzay fakülteleri her iki yönetime göre de etkin değildirler.

Tablo-4.23. Çıktı-3'ün Ağırlığının Bir Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9474	0,8158	1	0,8571	0	0	0,93	1	1
Çıktı	1	1,0556	1,2259	1	1,1667	1,0773	1,3167	1,0753	1	1



Şekil-4.17. Şekil-4.18'i Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.18. CCR Modeline Göre Çıktı-3'ün Ağırlığı Bir Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

4.7.1.9. Çıktı-3'ün Üç Farklı Ağırlığında VZA İncelemesi

Tablo-4.24, Şekil-4.19 ve Şekil-4.20, Çıktı-3 değişkeninin üç farklı ağırlık durumunda CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonuçları yansıtmaktadır.

Girdiye yönelik Karma Model sonuçları incelendiğinde İnşaat, Mimarlık, Makina ve Gemi İnşaatı fakültelerinin Çıktı-3'ün çeşitli ağırlıklarına duyarsız olduğu görülmektedir.

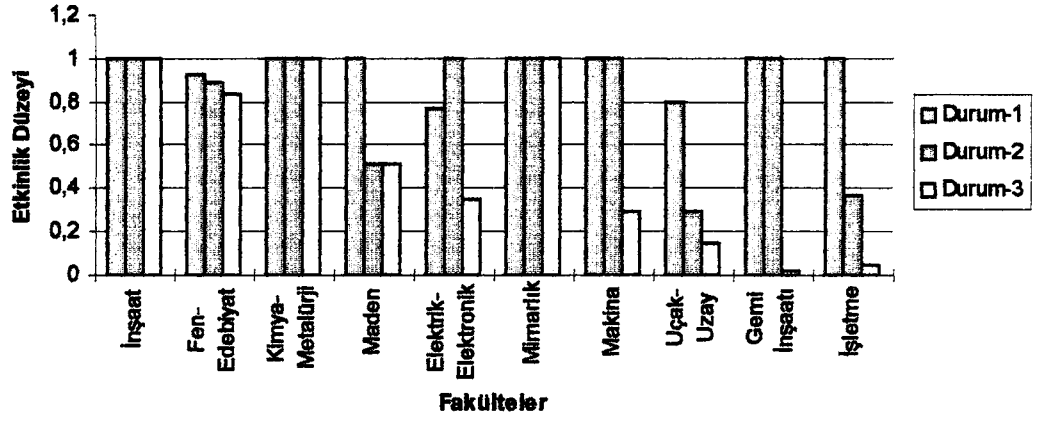
Fen-Edebiyat Fakültesi, Uçak-Uzay Fakültesi, Maden Fakültesi ve İşletme Fakültesi, Çıktı-3'ün ağırlığının artmasından olumlu etkilenmektedir. Hatta Maden ve İşletme fakülteleri eşit ağırlıklı durumdan itibaren etkin duruma geçmektedirler.

Çıktı-1'in ağırlığındaki olumsuz etkilenen tek fakülte Kimya-Metalürji'dir.

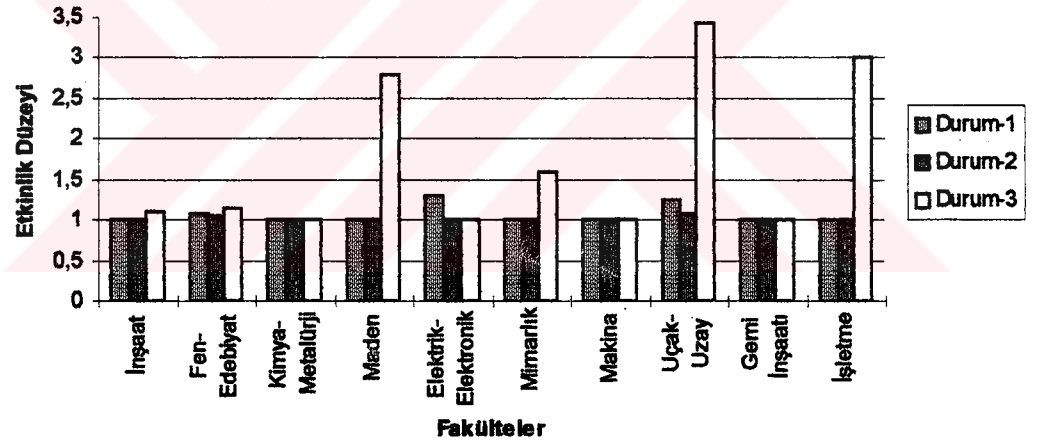
Çıktı-1'in durumu çıktıya yönelik incelenecek olursa yine aynı sonuçlara ulaşılacaktır.

Tablo-4.24. Çıktı-3'ün Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları

Girdiye Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	0,928152	1	1	0,769044075	1	1	0,794017	1	1
Çıktı-3=0	Durum-2	1	0,89298	1	0,508475	1	1	1	0,293251	1	0,361858
Çıktı-3=1	Durum-3	1	0,947369	0,8157533	1	0,857143571	0	0	0,930001	1	1
Çıkıya Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	1,07741	1	1	1,300315594	1	1	1,259419	1	1
Çıktı-3=0	Durum-2	1	1,119847	1	1,966667	1	1	1	3,410048	1	2,763515
Çıktı-3=1	Durum-3	1	1,055557	1,2258633	1	1,166667833	1,07727382	1,316668	1,075269	1	1



Şekil-4.19. CCR Girdiye Yönelik Karma Modelinde Çıktı-3 İçin Duyarlılık Analizi



Şekil-4.20. CCR Çıktıya Yönelik Karma Modelinde Çıktı-3 İçin Duyarlılık Analizi

4.7.2. Girdi Değişkenlerinin VZA'nde Sonuç Üzerine Etkisi

Bilindiği gibi Karma Model uygulaması sırasında üç adet çıktı ve iki adet girdi değişkeni kullanılmıştır. Girdi değişkenlerinin ikisi de kategorik olduğu için her bir kategori de ayrı ayrı ağırlıklandırılabilir. Ancak bu çalışma sırasında sadece girdi değişkenlerinin genel ağırlıklarına bakılmıştır. Bu da bir kolaylık sağlamıştır.

Çünkü iki adet değişken vardır ve birinin ağırlığı “x” ise diğerinin “1-x”tir. Böylece bir değişkenin incelenmesi yeterli olacaktır.

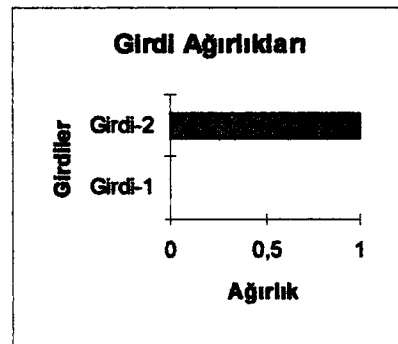
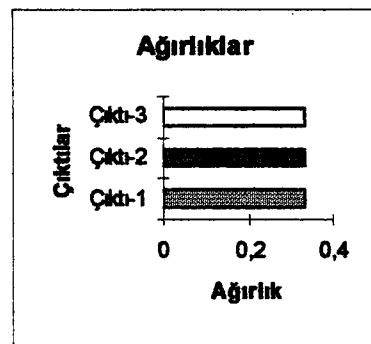
4.7.2.1. Girdi-1’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda VZA

Tablo-4.25 ve Şekil-4.22, Girdi-1 değişkeninin sıfır ağırlıkla CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

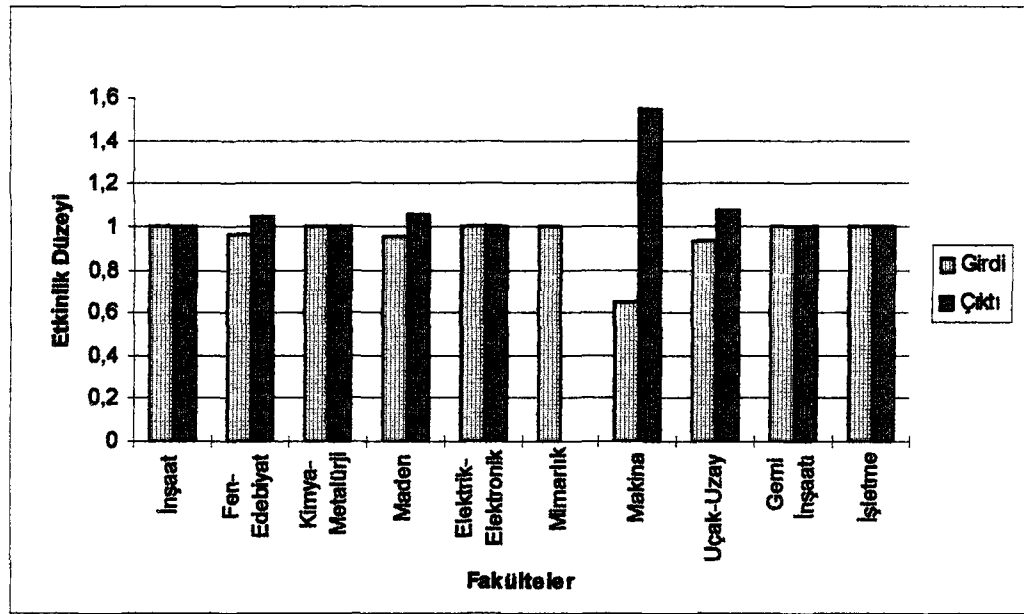
Bu sonuca göre Girdi-1’in sıfır ağırlıkta, yani Girdi-2’nin - uzaklık - tüm ağırlığı aldığı durumda İnşaat, Kimya-Metalürji, Elektrik-Elektronik, Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri hem girdiye hem de çıktıya yönelik etkinlikte “1” değerini yakalamışlardır. Fen-Edebiyat, Maden, Makina, Uçak-Uzay gibi etkin olmayan fakülteler arasında etkinliği en az olan Makina’dır.

Tablo-4.25. Girdi-1’in Ağırlığının Sıfır Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9593	1	0,948	1	1	0,6481	0,93	1	1
Çıktı	1	1,0424	1	1,0549	1	0	1,543	1,0753	1	1



Şekil-4.21. Şekil-4.22’yi Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.22. CCR Modeline Göre Girdi-1 Olmadan Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

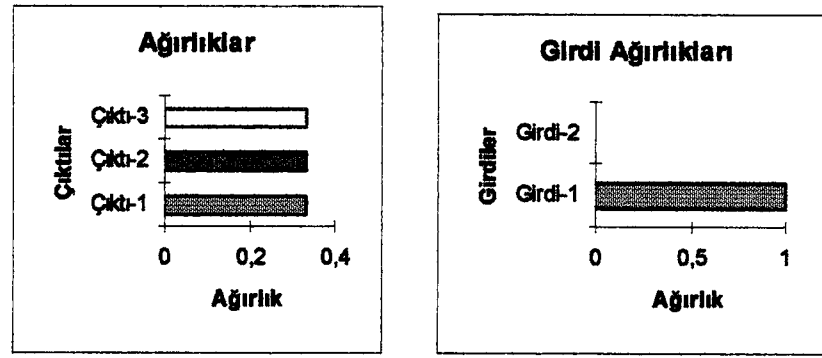
4.7.2.2. Girdi-1'in Tüm Ağırlığı Alması Durumunda VZA

Tablo-4.26 ve Şekil-4.24, Girdi-1 değişkeninin sıfır ağırlıkla CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

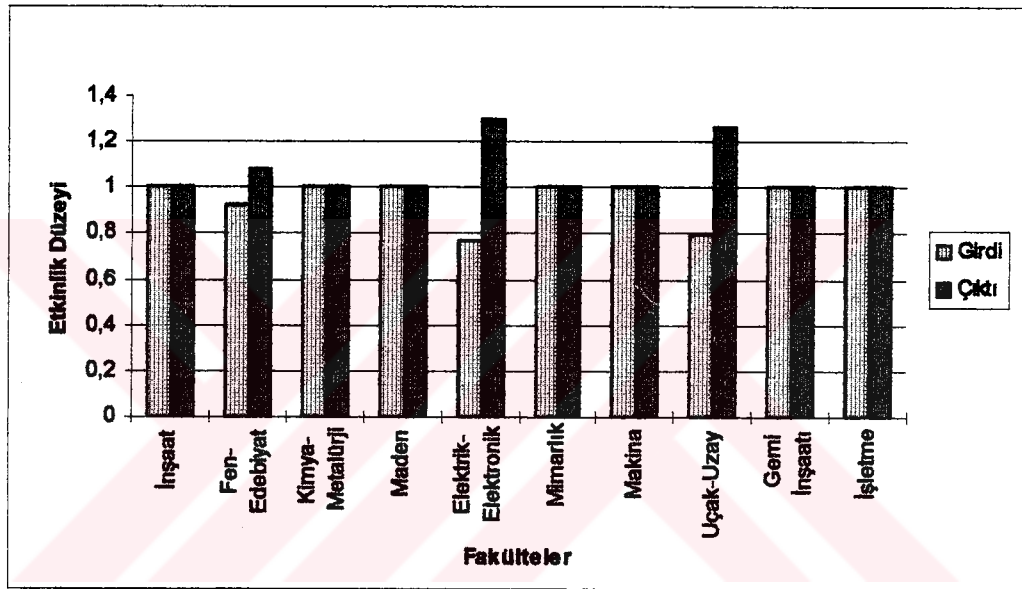
Bu sonuca göre İnşaat, Kimya-Metalürji, Maden, Mimarlık, Makina, Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri iki yönetime göre de etkindirler. Fen-Edebiyat, Elektrik-Elektronik, Uçak-Uzay fakülteleri de her iki yönetime göre de etkin değildirler.

Tablo-4.26. Girdi-1'in Ağırlığının Bir Olması Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9282	1	1	0,769	1	1	0,794	1	1
Çıktı	1	1,0774	1	1	1,3003	1	1	1,2594	1	1



Şekil-4.23. Şekil-4.24'ü Ortaya Çıkaran Girdi ve Çıktı Ağırlıkları



Şekil-4.24. CCR Modeline Göre Tüm Ağırlığın Girdi-1'de Olması Durumunda Fakültelerin Etkinlik Düzeyleri

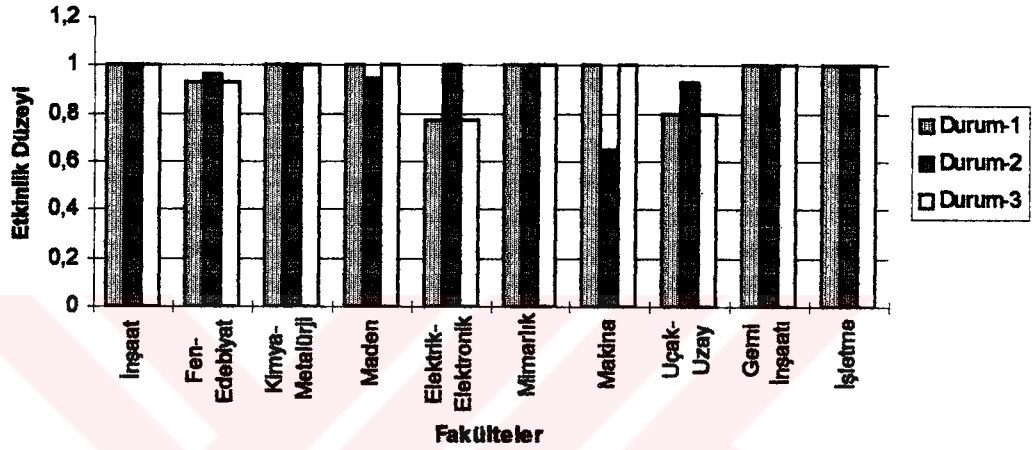
4.7.2.3. Girdi-1'in Üç Farklı Ağırlığında VZA İncelemesi

Tablo-4.27, Şekil-4.25 ve Şekil-4.26, Girdi-1 değişkeninin üç farklı ağırlık durumunda CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonuçları yansıtmaktadır.

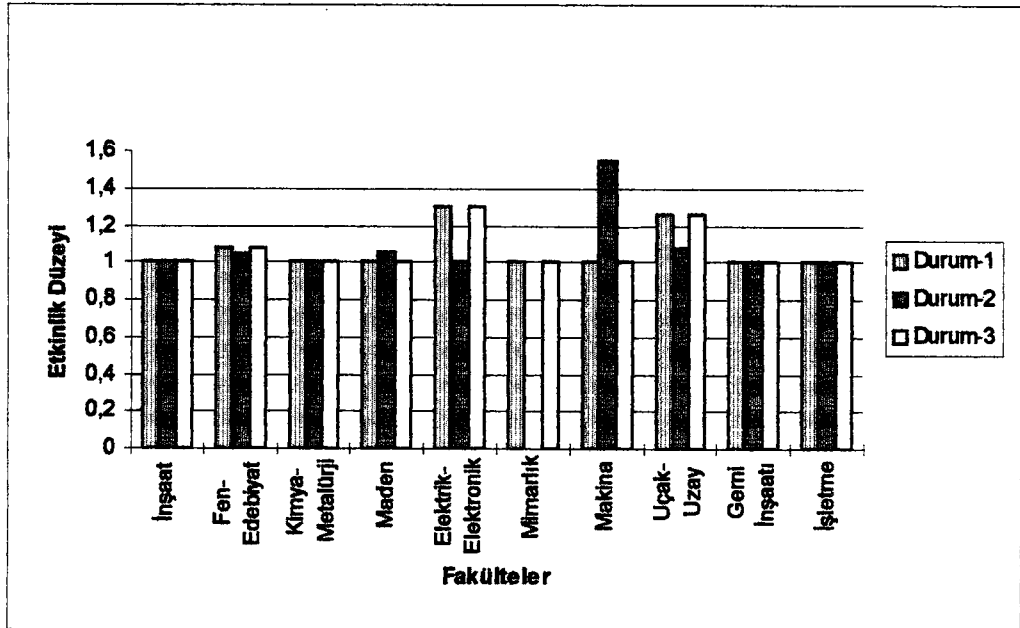
Girdiye yönelik Karma Model sonuçlarına göre İnşaatı Mimarlık, Kimya-Metalürji, Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri Girdi-1'e duyarsızdır. Bir girdiye bu kadar çok duyarsız karar biriminin olması ise düşündürücüdür. Fen-Edebiyat, Uçak-Uzay, Elektrik-Elektronik fakülteleri Girdi-1'in ağırlığının artmasından belirli bir yere

kadar olumsuz etkilendikten sonra sabitlenmektedirler. Aynı durum ters olarak Maden ve Makina fakülteleri için geçerlidir.

Çıktıya yönelik analizde de sonuçlar girdiye yönelik olan ile aynıdır.



Şekil-4.25. CCR Girdiye Yönelik Modelinde Girdi-1 İçin Duyarlılık Analizi



Şekil-4.26. CCR Çıktıya Yönelik Modelinde Girdi-1 İçin Duyarlılık Analizi

Tablo-4.27. Girdi-1'in Üç Farklı Ağırlık Durumunda CCR Modeli Temelli Karma Modelin Sonuçları

Girdiye Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	0,9281522	1	1	0,769044075	1	1	0,794017	1	1
Girdi-1=0	Durum-2	1	0,9593311	1	0,948	1	1	0,64808	0,930001	1	1
Girdi-1=1	Durum-3	1	0,9281522	1	1	0,769044074	1	1	0,794017	1	1
Çıkıya Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Eşit	Durum-1	1	1,0774095	1	1	1,300315594	1	1	1,259419	1	1
Girdi-1=0	Durum-2	1	1,042395	1	1,05485	1	0	1,54302	1,07527	1	1
Girdi-1=1	Durum-3	1	1,0774105	1	1	1,30031674	1	1	1,259419	1	1

4.7.3. “ε” Değerinin VZA’nde Duyarlılık Analizi

“ε” Değerinin seçimi VZA hangi yöntemi uyguluyor olursa olsun sonuca büyük etki etmektedir. Çünkü primal problemin amaç fonksiyonunda da çarpan olarak yer almaktadır. Bu yüzden “ε”un aldığı değerlere göre sonucun nasıl değiştiği bu bölümde incelenecektir. Bu arada uygulamada kullanılan CCR ve BCC modellerinde yer alan “ε” değeri “0,00000000000000000005”tir.

Girdilerin ve çıktıların kendi içlerinde ağırlıkları birbirlerine eşittir.

4.7.3.1. “ε”-2 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Uygulaması

Tablo-4.28 ve Şekil-4.27, “ε”un “0,000000000001” değerini aldığı CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

Bu duruma göre Fen-Edebiyat ve Uçak-Uzay fakülteleri dışındaki fakülteler iki yönetime göre de etkindir. Ancak Mimarlık ve Makina fakülteleri için girdiye yönelik analizde uygun bir çözüm kümesi bulunamamıştır.

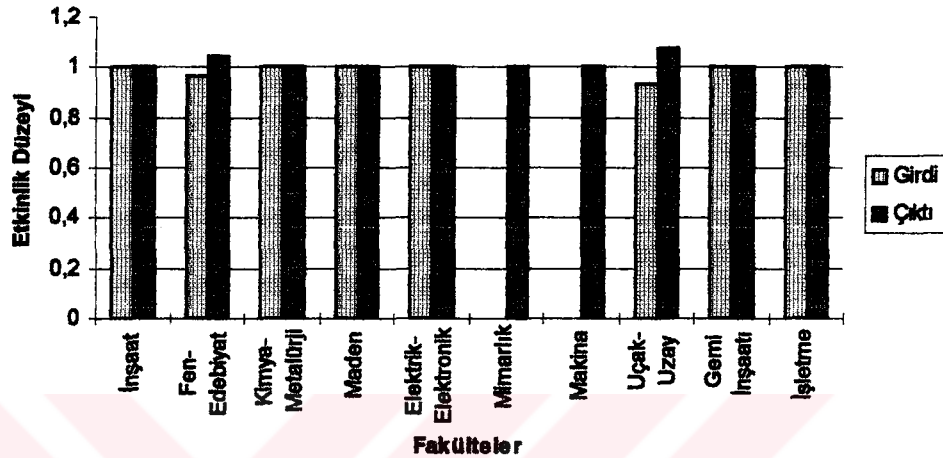
Tablo-4.28. “ε”-2 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9593	1	1	1	0	0	0,93	1	1
Çıktı	1	1,0424	1	1	1	1	1	1,0753	1	1

4.7.3.2. “ε”-3 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Uygulaması

Tablo-4.29 ve Şekil-4.28, “ε”un “0,0001” değerini aldığı CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonucu yansıtmaktadır.

Bu duruma göre İnşaat, Kimya-Metalürji, Maden, Elektrik-Elektronik, Mimarlık ve Makina fakülteleri tam etkindir. Ancak epsilon değeri yüzünden Gemi İnşaatı ve İşletme fakültelerinin iki yönelime göre de değeri hesaplanamamıştır.



Şekil-4.27. "ε"-2 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu

Tablo-4.29. "ε"-3 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu

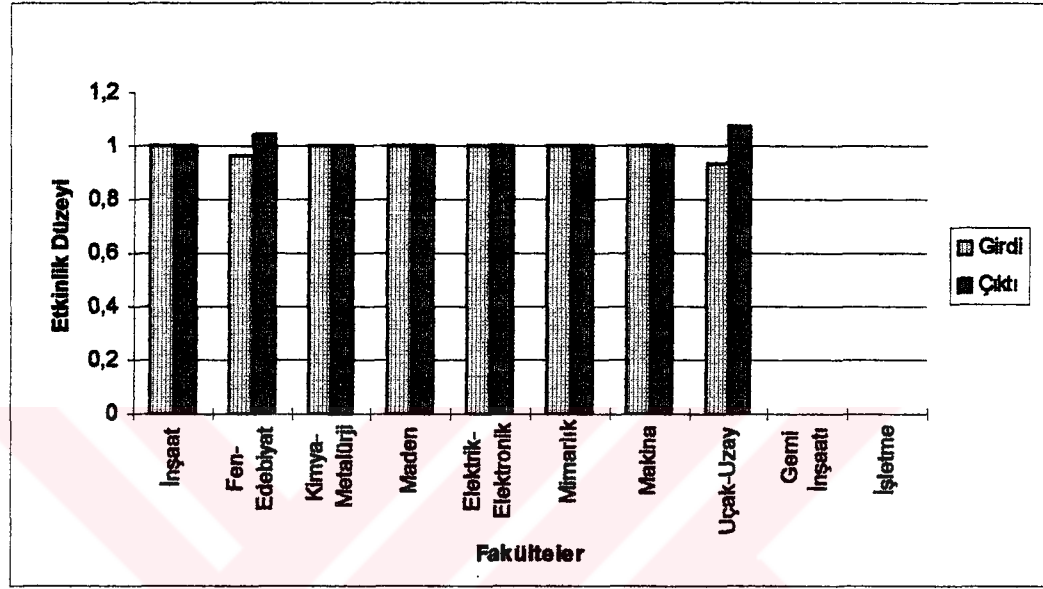
Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdi	1	0,9593	1	1	1	1	1	0,93	0	0
Çıktı	1	1,0424	1	1	1	1	1	1,0753	0	0

4.7.3.3. "ε"un CCR Temelli VZA'nde Duyarlılık Analizi

Tablo-4.30, Şekil-4.29 ve Şekil-4.30, epsilon değerinin üç farklı ağırlık durumunda CCR Modeli temelli Karma Modelin girdiye ve çıktıya yönelik olarak uygulanmasında ortaya çıkan sonuçları yansıtmaktadır.

Bu tablo ve şekillere göre girdiye yönelik analiz sonucunda İnşaat, Kimya-Metalürji ve Maden fakültelerinin epsilon değerindeki değişimlerden etkilenmedikleri görülmektedir.

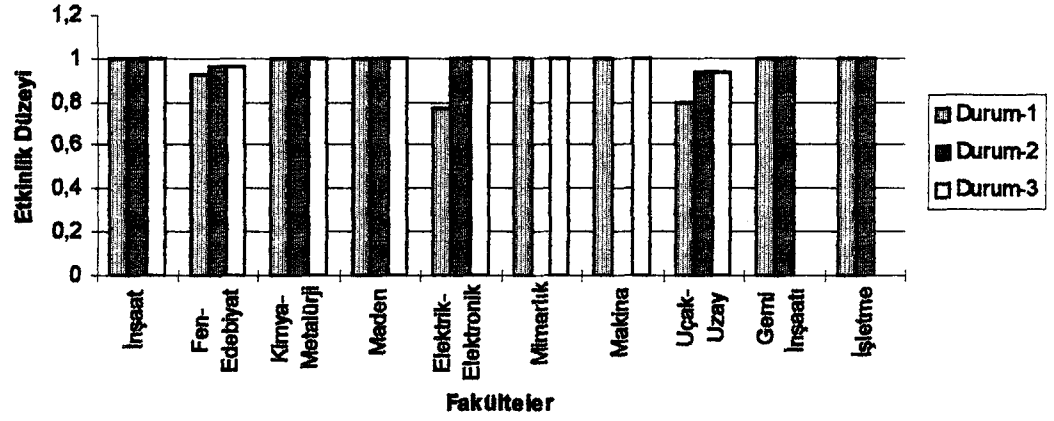
Oysa Fen-Edebiyat, Elektrik-Elektronik ve Uçak-Uzay Fakülteleri epsilon değeri arttıkça etkinleşmektedir. Ancak Gemi İnşaatı ve İşletme fakülteleri için epsilon arttıkça çözüm kümesi bulunamamaktadır. Aynı sonuçlar çıktıya yönelik analiz sonuçlarından da elde edilebilmektedir.



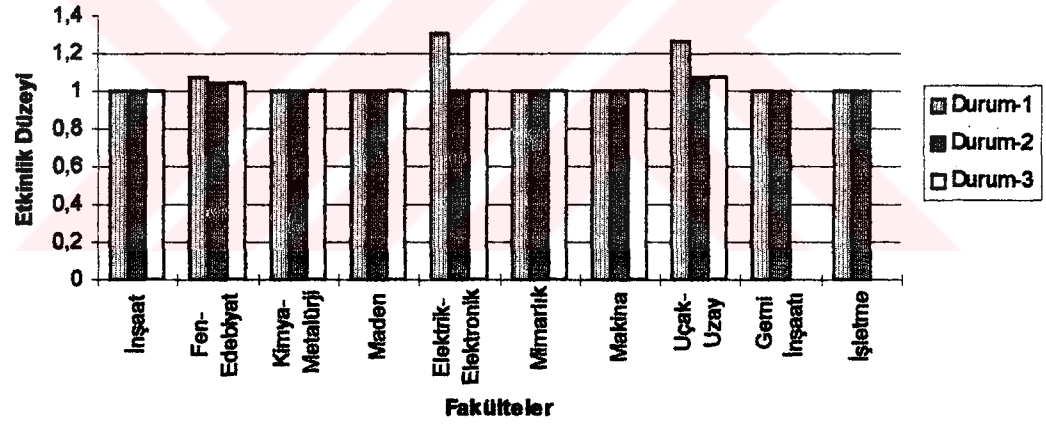
Şekil-4.28. “ε”-3 Değeri İçin CCR Modeli Temelli Karma Model Sonucu

Tablo-4.30. "e"un Üç Farklı Değeri İçin Karma Modelin Duyarlılık Analizi

Girdiye Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
$\varepsilon = 5E-20$	Durum-1	1	0,9281522	1	1	0,769044075	1	1	0,79402	1	1
$\varepsilon = 1E-12$	Durum-2	1	0,9593311	1	1	1	0	0	0,93	1	1
$\varepsilon = 0,0001$	Durum-3	1	0,9593298	1	1	1	1	1	0,92996	0	0
Çıkıya Yönelik		Fakülteler									
Ağırlık Durumu	Analiz Durumu	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
$\varepsilon = 5E-20$	Durum-1	1	1,0774095	1	1	1,300315594	1	1	1,25942	1	1
$\varepsilon = 1E-12$	Durum-2	1	1,042394	1	1	1	1	1	1,07527	1	1
$\varepsilon = 0,0001$	Durum-3	1	1,0423954	1	1	1	1	1	1,07531	0	0



Şekil-4.29. “ε”un Üç Farklı Değeri İçin Girdiye Yönelik Karma Modelin Duyarlılık Analizi



Şekil-4.30. “ε”un Üç Farklı Değeri İçin Çıktıya Yönelik Karma Modelin Duyarlılık Analizi

4.8. KAYAN ETKİNLİK ANALİZİ İLE KARMA MODEL SONUÇLARININ BİRLEŞTİRİLMESİ

Kayan Etkinlik Analizi ile Karma Model sonuçlarının birleştirilmesi için bir yöntem daha önceki bölümlerde önerilmiştir. Karma Model uygulamaları içinden eşit

ağırlıklı girdi ve çıktı değişkenli, CCR temelli olan seçilmiştir. Çarpım katsayısı olarak da “0,5” kullanılmıştır.

Buna göre Tablo-8.16 oluşmuştur. Bu tabloya göre girdiye yönelik olarak en etkin fakülte “0.893” etkinlik değeri ile Uçak-Uzay Fakültesi’dir. Ardından sırasıyla Kimya-Metalürji, Maden, İşletme, Makina, Mimarlık, İnşaat, Elektrik-Elektronik ve Fen-Edebiyat fakülteleri gelmektedir.

Çıktıya yönelik sonucu bakıldığında Mimarlık Fakültesi en etkin fakülte olarak görülmektedir. Ardından sırasıyla Maden, Uçak-Uzay, İnşaat, Kimya-Metalürji, Elektrik-Elektronik, Fen-Edebiyat, İşletme ve Gemi İnşaatı fakülteleri gelmektedir.

Ancak ağırlıklar değiştirildiğinde bu sonuçların değiştirileceği açıktır.

Tablo-4.31. Kayan Etkinlik Analizi ile CCR Temelli Karma Model Sonuçlarının Biraraya Getirilmesi

Fakülte	İnşaat	Fen-Edebiyat	Kimya-Metalürji	Maden	Elektrik-Elektronik	Mimarlık	Makina	Uçak-Uzay	Gemi İnşaatı	İşletme
Girdiye Yönelik	1,2929	1,0401	1,778	1,513	1,2122	1,4161	1,459	1,786	1,125	1,4996
Çıktıya Yönelik	2,8956	3,5588	3,0749	2,3233	3,5129	2,2073	5,1257	2,432	5,7532	5,675

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel iki amacı Veri Zarflama Analizi'ni öğrenilmesi ve Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden fakültelerin yararlanma etkinliklerinin değerlendirilmesidir. Ancak öncelikli amaç Veri Zarflama Analizi ve bu konudaki yeni yaklaşımların bir şekilde uygulanabilmesidir.

Çalışmada öncelikle VZA'nin klasikleşmiş modelleri uygulamalı örnekler ile birlikte tanıtılmış ve özellikleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ancak literatür tarandığında yeni yaklaşımlar olduğu da görülmüştür.

Ardından uygulamaya geçilmiştir. Uygulama sırasında elde edilen veriler kategorik, kardinal ve zaman serileri şeklinde olmak üzere çeşitli özelliklere sahip bulunmaktadır.

Zaman serisi verilerinin uygulaması kolay olmuştur. Burada CCR temelli Kayan Etkinlik Analizi kullanılmıştır.

Daha sonra dinamik olmayan değişkenlere geçilmiştir. Bu verileri birarada değerlendirebilecek bir karma model literatürden bulunmuş, ancak bu makale örnekler ile yeterince desteklenmediği için uygulama zor gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada ortaya çıkan en önemli gerçek, VZA'nde uygun model, uygun girdi ve çıktı ağırlıkları ve uygun epsilon değerleri seçilerek istenen sonuç elde edilebilmektedir, istenen karar birimi etkin gösterilebilmektedir. Bu yüzden yukarıda adı geçen konularda duyarlılık analizi yapılması bir zorunluluktur.

Bu çalışmanın bir başka sonucu da dinamik ve statik değişkenlerin biraraya getirilmesidir. Bu amaçla dinamik değişkenler öncelikle işlenip sonra üstel düzeltme yöntemi ile statikleştirilmişlerdir.

Çalışmanın eksik kalan noktaları da bulunmaktadır. Örneğin, ilk bölümlerde verilen örneklerde kullanılan programın özelliklerinden yararlanılıp primal ve dual problem çözümleri yorumlanmasına karşın, karma modelde bu işlemin nasıl gerçekleştirilebileceği tam çözülemediği için bu uygulama gerçekleştirilememiştir.

Eksik kalan bir başka nokta da her ne kadar duyarlılık analizine ilişkin çalışmalar gerçekleştirildi ise de değişkenlerin duyarlılığı doğrusal olarak ortaya konamamıştır.

Çalışmanın bilimsel sonuçlarının yanı sıra uygulama sonuçları da bulunmaktadır. Ancak bu sonuçlar elde edilen verilerin nitel ve nicel kalitesizliği yüzünden çok gerçekçi değildir. Bu çalışmadan uygulama ile ilgili çıkabilecek tek gerçekçi sonuç; Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği yöneticileri, gerçekten fakültelerin etkinliklerini değerlendirmek istiyorlar ise bu etkinliği ortaya koyacak üretim fonksiyonuna ait değişkenlerin verileri tutulmalıdır, kayda geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

- ATHANASSOPOULOS, A.D. (1996)**, Assessing the Comparative Spatial Disadvantage (CSD) of Regions in the European Union using Non-radial DEA Methods, *European Journal of Operational Research*, Vol.94, pp.439-452.
- ATHANASSOPOULOS, A.D., THANASSOULIS, E. (1995)**, Separating Market Efficiency from Profitability and its Implications for Planning, *Journal of The Operational Research Society*, Vol. 46, pp.20-39.
- BANKER, R. D., CHARNES, A., COOPER W. W. (1984)**, Some Models for Estimating Technical And Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, Vol. 30, No. 9.
- BANKER, R. D., THRALL, R. M. (1992)**, Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol. 62, pp. 74-84.
- BELTON, V., VICKERS, S. P. (1993)**, Demystifying DEA - A Visual Interactive Approach Based On Multiple Criteria Analysis, *Journal of Operational Research Society*, Vol. 44, No. 9, pp. 883-896.
- CHARNES, A., COOPER, W.W., LEWIN, A.Y., SEIFORD, L.M. (1994)**, *Data Envelopment Analysis : Theory, Methodology and Application*, Massachusettes, A.B.D.
- CHARNES, A., NERALIC, L. (1990)**, Sensitivity Analysis of The Additive Model in Data Envelopment Analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, pp. 332-341.
- COOK, W. D., KRESS, M. (1991)**, A Multiple Criteria Decision Model With Ordinal Preference Data, *European Journal of Operational Research*, Vol. 54, pp. 191-198.
- COOK, W. D., KRESS, M., SEIFORD, L. M. (1992)**, Prioritization Models for Frontier decision Making Units in DEA, *European Journal of Operational Research*, Vol. 59, pp.319-323.
- COOK, W. D., KRESS, M., SEIFORD, L. M. (1996)**, Data Envelopment Analysis in The Presence of Both Quantitative and Qualitative Factors, *Journal of The Operational Research Society*, Vol. 47, pp. 945-953.

- HASHIMOTO, A. (1997)**, A Ranked Voting System Using a DEA / AR Exclusion Model : A note, *European Journal of Operational Research*, Vol.97, pp.600-604.
- SENGUPTA, J.K. (1995)**, Dynamics of Data Envelopment Analysis : Theory of Systems Efficiency, A.B.D.
- STEWART, T. J. (1992)**, A Critical Survey on The Status of Multiple Criteria Decision Making Theory and Practice, *Omega*, Vol. 20, No. 5/6, pp. 569-586.
- STEWART, T. J. (1994)**, Data Envelopment Analysis and Multiple Criteria Decision Making : A Response, *Omega*, Vol. 22, No. 2, pp. 205-206.
- STEWART, T. J. (1996)**, Relationships Between Data Envelopment Analysis and Multicriteria Decision Analysis, *Journal of The Operational Research Society*, Vol. 47, pp. 654-665.
- THANASSOULIS, E. (1996)**, Altering the Bias in Differential School Effectiveness Using Data Envelopment Analysis, *Journal of The Operational Research Society*, Vol. 47, pp.882-894.
- YOLALAN, R. (1993)**, İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü, Ankara.
- YU, G., WEI, Q., BROCKETT, P., ZHOU, L. (1996)**, Construction of All DEA Efficient Surfaces of the Production Set under the Generalized DEA Model, *European Journal of Operational Research*, Vol.95, pp.491-510.



EKA

Ek A.1. Fakültelere Göre Yıl Bazında Açılan Proje Sayıları

AR-GE PROJELERİNİN YILLARA GÖRE FAKÜLTELERE DAĞILIMI - 1

Veri Grubu : Proje Sayısı

Fakülte / Proje Sayısı	Yıl											
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
İnşaat	13	4	6	6	3	1	5	8	2	6	7	2
Fen-Edebiyat	0	0	1	1	10	10	4	1	12	9	3	3
Kimya-Metalürji	11	10	6	9	10	4	0	4	1	3	2	3
Maden	2	2	0	3	1	5	4	2	1	8	4	6
Elektrik-Elektronik	1	2	1	1	3	4	3	2	1	3	1	2
Mimarlık	6	10	4	6	8	2	3	3	6	9	7	4
Makina	5	1	0	2	0	3	4	2	1	1	1	2
Uçak-Uzay	0	0	0	0	0	0	2	1	2	4	0	3
Gemi İnşaatı	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
İşletme	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2

Ek A.2. Fakültelele Göre Yıl Bazında Yapılan Harcamalar (Deflatörsüz)

AR-GE PROJELERİNİN YILLARA GÖRE FAKÜLTELERE DAĞILIMI - 2

Veri Grubu : Desteklenen Proje Ödeneği (TL. Cinsinden)

Fakülte	Yıllara Göre Desteklenen Proje Ödeneği (Bin TL.)													
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
İnşaat	13.434	2.640	14.643,4	56.291,5	15.600	16.500	254.467	501.655	178.000	757.000	3.547.000	1.230.000		
Fen-Edebiyat	0	0	75.062	55.650	67.000	702.000	1.004.940,5	640.100	810.600	1.634.500	2.990.000	1.300.000		
Kimya-Metalürji	9.975	23.605	18.425	101.949	397.783	264.001	0	410.058	48.500	255.000	1.237.000	1.230.000		
Maden	4.990	2.625	0	41.722	27.200	139.575	496.991	174.325	250.000	896.000	627.000	1.362.320		
Elektrik-Elektronik	140	77.500	5.000	18.000	118.110	300.100	258.000	396.000	450.500	989.200	179.000	665.000		
Mimarlık	4.490	35.073	16.740	9.450	92.032,9	44.700	65.950	88.611	1.005.500	672.700	1.672.500	939.000		
Makina	7.060	1.350	0	11.549	0	89.900	225.657,1	337.590	237.000	322.000	340.000	2.180.000		
Uçak-Uzay	0	0	0	0	0	0	130.000	149.000	100.000	700.000	0	2.055.000		
Gemi İnşaatı	0	0	0	0	0	0	0	0	200.000	0	0	0		
İşletme	0	0	0	0	4.934	0	0	27.720	200.000	300.000	0	552.000		

Ek A.3. Fakültelelere Göre Yıl Bazında Kapanan Proje Sayıları

AR-GE PROJELERİNİN YILLARA GÖRE FAKÜLTELERE DAĞILIMI - 3

Veri Grubu : Kapatılan Proje Sayısı

Fakülte	Yıllara Göre Kapanan Proje Sayısı											
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
İnşaat	8	4	5	4	1	1	3	5	0	3	0	0
Fen-Edebiyat	0	0	1	1	2	9	7	4	7	2	0	0
Kimya-Metalürji	3	3	5	9	9	4	0	2	0	2	0	0
Maden	2	2	0	2	1	5	3	2	0	6	3	0
Elektrik-Elektronik	1	2	1	1	3	1	2	1	0	1	0	0
Mimarlık	3	5	4	4	7	2	3	3	6	5	3	0
Makina	1	1	0	1	0	2	3	1	1	0	0	0
Uçak-Uzay	0	0	0	0	0	0	2	1	2	3	0	0
Gemi İnşaatı	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
İşletme	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Ek A.4. GSMH Deflatörü

YIL	Deflatör
85	10663,5
86	14462,3
87	19302,4
88	32761,1
89	57489,9
90	90629,1
91	144253,9
92	235845,3
93	394691
94	818194,4
95	1488295,6
96	2754835,16

NOT : 1968 değeri "100" kabul edilmiştir.

Ek A.5. Fakültelelere Göre Yıl Bazında Yapılan Harcamalar (Deflatörlü)

AR-GE PROJELERİNİN YILLARA GÖRE FAKÜLTELERE DAĞILIMI - 2

Veri Grubu : Desteklenen Proje Ödeneği (TL. Cinsinden)

Fakülte	Yıllara Göre Desteklenen Proje Ödeneği (Bin TL.)											
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
İnşaat	125,981	18,2544	75,8631	171,824	27,1352	18,2061	176,402	212,705	45,0986	92,5208	238,326	44,6488
Fen-Edebiyat	0	0	388,874	169,866	116,542	774,586	696,647	271,407	205,376	199,769	200,901	47,1898
Kimya-Metalürji	93,5434	163,217	95,4545	311,189	691,918	291,298	0	173,867	12,2881	31,1662	83,1152	44,6488
Maden	46,7951	18,1506	0	127,352	47,3127	154,007	344,525	73,915	63,3407	109,509	42,1287	49,452
Elektrik-Elektronik	1,31289	535,876	25,9035	54,9432	205,445	331,13	178,851	167,907	114,14	120,9	12,0272	24,1394
Mimarlık	42,1063	242,513	86,725	28,8452	160,085	49,3219	45,718	37,5717	254,758	82,2176	112,377	34,0855
Makina	66,2072	9,33461	0	35,2522	0	99,1955	156,431	143,14	60,047	39,355	22,8449	79,1336
Uçak-Uzay	0	0	0	0	0	0	90,1189	63,177	25,3363	85,5542	0	74,5961
Gemi İnşaatı	0	0	0	0	0	0	0	0	50,6726	0	0	0
İşletme	0	0	0	0	8,58238	0	0	11,7535	50,6726	36,6661	0	20,0375

Ek A.6. Hakem Raporlarını Sayısallaştırma Çalışması Örneği

- A : Gerekli Literatür Çalışmasının Yapılmış Olması
 B : Raporun Bütünlüğü
 C : Çalışmanın Ülkeye Katkısı
 D : Çalışmanın Orijinalliği
 E : Raporun Proje Amacına Uygunluğu

İnşaat Fakültesi

Proje No	A	B	C	D	E
8501-12	☐	☐	☐	☐	☐
8502-20	☐	☐	☐	☐	☐
8601-45	☐	☐	☐	☐	☐
8602-49	☐	☐	☐	☐	☐
8801-111	☐	☐	☐	☐	☐
8802-115	☐	☐	☐	☐	☐
8503-25	☐	☐	☐	☐	☐
8504-32	☐	☐	☐	☐	☐
8505-33	☐	☐	☐	☐	☐
8506-34	☐	☐	☐	☐	☐
8507-35	☐	☐	☐	☐	☐
8701-88	☐	☐	☐	☐	☐
8702-92	☐	☐	☐	☐	☐
8703-93	☐	☐	☐	☐	☐
8803-100	☐	☐	☐	☐	☐
8804-107	☐	☐	☐	☐	☐
8901-143	☐	☐	☐	☐	☐
9001-222	☐	☐	☐	☐	☐
8508-13	☐	☐	☐	☐	☐
8509-24	☐	☐	☐	☐	☐
8510-36	☐	☐	☐	☐	☐
8511-36/A	☐	☐	☐	☐	☐
8603-42	☐	☐	☐	☐	☐
8604-57	☐	☐	☐	☐	☐

Ek A.7. Hakem Raporları Sayısal Sonuçları

Fakülte Adı	A	B	C	D	E
İnşaat	4,25	4,1666667	4,4166667	4,3333333	4,0833333
Fen-Edebiyat	3,8421053	3,9473684	3,5263158	3,7368421	4
Kimya-Metalürji	3,3333333	3,2222222	3,1111111	3,1111111	3,3333333
Maden	3,8	3,95	3,65	3,7	3,9
Elektrik	3,5714286	3,5714286	3,5714286	3,2857143	3,2857143
Mimarlık	3,8571429	3,6666667	3,7142857	3,9047619	3,6666667
Makina	2,25	3	3,25	3,25	3,25
Uçak-Uzay	3,625	3,875	4	3,875	3,875
Gemi İnşaatı	4	5	4	4	4
İşletme	5	5	4	5	5

Ek A.8. Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği Çalışanları Arasında Yapılan Anket Çalışması
Örneği

ARAŞTIRMA FONU SEKRETERYASI'NIN FAKÜLTELER HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ
ANKET ÇALIŞMASI

Fakültedeki İlgili Memurun Bilgi Düzeyi

	Çok Az	Az	Normal	İyi	Çok İyi
İnşaat	☐	☐	☐	☐	☐
Fen-Edebiyat	☐	☐	☐	☐	☐
Kimya-Metalürji	☐	☐	☐	☐	☐
Maden	☐	☐	☐	☐	☐
Elektrik	☐	☐	☐	☐	☐
Mimarlık	☐	☐	☐	☐	☐
Makina	☐	☐	☐	☐	☐
Uçak-Uzay	☐	☐	☐	☐	☐
Gemi İnşaatı	☐	☐	☐	☐	☐
İşletme	☐	☐	☐	☐	☐

Proje Yürütücüsünün Müracaat İle İlgili Bilgi Düzeyi

	Çok Az	Az	Normal	İyi	Çok İyi
İnşaat	☐	☐	☐	☐	☐
Fen-Edebiyat	☐	☐	☐	☐	☐
Kimya-Metalürji	☐	☐	☐	☐	☐
Maden	☐	☐	☐	☐	☐
Elektrik	☐	☐	☐	☐	☐
Mimarlık	☐	☐	☐	☐	☐
Makina	☐	☐	☐	☐	☐
Uçak-Uzay	☐	☐	☐	☐	☐
Gemi İnşaatı	☐	☐	☐	☐	☐
İşletme	☐	☐	☐	☐	☐

Ek A.9 Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği Çalışanları Arasında Yapılan Anketin Sonuçları

**ARAŞTIRMA FONU SEKRETERYASI'NIN FAKÜLTELER HAKKINDAKİ
GÖRÜŞLERİ ANKET ÇALIŞMASI**

	A	B	C	D	E	F
İnşaat	2	2	1	3	2	1
Fen-Edebiyat	1	2	3	2	2	3
Kimya-Metalürji	4	3	3	4	4	3
Maden	2	3	3	3	3	2
Elektrik	1	2	2	2	3	3
Mimarlık	4	3	3	3	3	4
Makina	1	3	2	2	2	3
Uçak-Uzay	4	2	2	4	4	4
Gemi İnşaatı	1	2	1	2	2	3
İşletme	1	2	2	1	1	2

Ek A.10. Nihai Raporlu Proje Durumu

Nihai Raporlu Proje Durumu

	Toplam	Yok	Oran
İnşaat	61	21	0,344262
Fen-Edebiyat	51	17	0,333333
Kimya-Metalürji	59	22	0,372881
Maden	30	4	0,133333
Elektrik	21	8	0,380952
Mimarlık	61	17	0,278689
Makina	18	8	0,444444
Uçak-Uzay	9	1	0,111111
Gemi İnşaatı	1	1	1
İşletme	3	1	0,333333



EK B

Ek B.1. Hakem Raporundaki Değişkenlerden A-B Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,836512
R Square	0,699752
Adjusted R	0,662221
Standard E	0,404912
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	3,05687	3,05687	18,64468	0,002553
Residual	8	1,311632	0,163954		
Total	9	4,368503			

	<i>Coefficients</i>	<i>andard Ern</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0,270245	0,816654	0,330918	0,749207	-1,61296	2,153454
B	0,883937	0,204712	4,317948	0,002553	0,411869	1,356005

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted A</i>	<i>Residuals</i>	<i>andard Residuals</i>
1	3,953317	0,296683	0,732708
2	3,759471	0,082634	0,204078
3	3,118488	0,214846	0,530598
4	3,761798	0,038202	0,094347
5	3,427164	0,144264	0,356285
6	3,511349	0,345794	0,853997
7	2,922057	-0,67206	-1,65976
8	3,695502	-0,0705	-0,17412
9	4,689932	-0,68993	-1,7039
10	4,689932	0,310068	0,765766

Ek B.2. Hakem Raporundaki Değişkenlerden A-C Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,691817
R Square	0,478611
Adjusted R	0,413438
Standard E	0,533583
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	2,090815	2,090815	7,343641	0,026662
Residual	8	2,277688	0,284711		
Total	9	4,368503			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,83664	1,701994	-0,49156	0,63623	-4,76145	3,088171
C	1,232428	0,454785	2,709915	0,026662	0,183692	2,281164

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted A</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,606587	-0,35659	-0,66829
2	3,509293	0,332812	0,623731
3	2,997583	0,33575	0,629237
4	3,661725	0,138275	0,259144
5	3,564891	0,006537	0,012252
6	3,740953	0,11619	0,217755
7	3,168754	-0,91875	-1,72186
8	4,093075	-0,46807	-0,87723
9	4,093075	-0,09307	-0,17443
10	4,093075	0,906925	1,699689

Ek B.3. Hakem Raporundaki Değişkenlerden A-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,855939
R Square	0,732632
Adjusted R	0,699211
Standard E	0,382099
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regressor	1	3,200505	3,200505	21,92131	0,001578
Residual	8	1,167998	0,146		
Total	9	4,368503			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,30717	0,875541	-0,35084	0,734769	-2,32618	1,711829
D	1,062937	0,227025	4,68202	0,001578	0,539415	1,586458

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted A</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,298886	-0,04889	-0,12794
2	3,664854	0,177252	0,463889
3	2,999741	0,333592	0,873052
4	3,625693	0,174307	0,456184
5	3,185333	0,386095	1,010459
6	3,843342	0,013801	0,036119
7	3,147371	-0,89737	-2,34853
8	3,811707	-0,18671	-0,48863
9	3,944574	0,055426	0,145057
10	5,007511	-0,00751	-0,01966

Ek B.4. Hakem Raporundaki Değişkenlerden A-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,864698
R Square	0,747703
Adjusted R	0,716166
Standard E	0,371174
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	3,266344	3,266344	23,70871	0,001241
Residual	8	1,102158	0,13777		
Total	9	4,368503			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,72346	0,926792	-0,78061	0,457507	-2,86065	1,413727
E	1,1659	0,239446	4,869159	0,001241	0,613736	1,718063

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted A</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,037297	0,212703	0,573055
2	3,940139	-0,09803	-0,26412
3	3,162872	0,170461	0,459249
4	3,823549	-0,02355	-0,06344
5	3,107353	0,464075	1,250292
6	3,551506	0,305637	0,823435
7	3,065714	-0,81571	-2,19766
8	3,794401	-0,1694	-0,45639
9	3,940139	0,059861	0,161275
10	5,106039	-0,10604	-0,28569

Ek B.5. Hakem Raporundaki Değişkenlerden B-C Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,718049
R Square	0,515594
Adjusted R	0,455044
Standard E	0,486717
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	2,01717	2,01717	8,515088	0,019349
Residual	8	1,895148	0,236894		
Total	9	3,912318			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,56805	1,552504	-0,36589	0,723932	-4,14813	3,012033
C	1,210528	0,41484	2,918062	0,019349	0,253906	2,167151

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted B</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,778451	-0,61178	-1,25696
2	3,700656	0,246712	0,50689
3	3,198039	0,024183	0,049686
4	3,850379	0,099621	0,204679
5	3,755266	-0,18384	-0,37771
6	3,928199	-0,26153	-0,53734
7	3,366168	-0,36617	-0,75232
8	4,274064	-0,39906	-0,81991
9	4,274064	0,725936	1,491494
10	4,274064	0,725936	1,491494

Ek B.6. Hakem Raporundaki Değişkenlerden B-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,832356
R Square	0,692817
Adjusted R Square	0,654419
Standard Error	0,387588
Observations	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2,710521	2,710521	18,04311	0,002808
Residual	8	1,201797	0,150225		
Total	9	3,912318			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0,203555	0,888119	0,229197	0,824466	-1,84445	2,251561
D	0,978193	0,230287	4,247718	0,002808	0,447151	1,509235

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted B</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,442391	-0,27572	-0,71138
2	3,858907	0,088461	0,228234
3	3,246822	-0,0246	-0,06347
4	3,822869	0,127131	0,328006
5	3,417617	0,153811	0,396842
6	4,023165	-0,3565	-0,91979
7	3,382682	-0,38268	-0,98734
8	3,994053	-0,11905	-0,30716
9	4,116327	0,883673	2,279928
10	5,09452	-0,09452	-0,24387

Ek B.7. Hakem Raporundaki Değişkenlerden B-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,855746
R Square	0,732301
Adjusted R	0,698838
Standard E	0,361823
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	2,864993	2,864993	21,88428	0,001586
Residual	8	1,047325	0,130916		
Total	9	3,912318			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,2524	0,903444	-0,27938	0,787044	-2,33575	1,830946
E	1,091923	0,233413	4,678064	0,001586	0,55367	1,630176

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted B</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,206287	-0,03962	-0,1095
2	4,115293	-0,16792	-0,46411
3	3,387344	-0,16512	-0,45636
4	4,006101	-0,0561	-0,15505
5	3,335348	0,236081	0,652477
6	3,751319	-0,08465	-0,23396
7	3,296351	-0,29635	-0,81905
8	3,978803	-0,1038	-0,28689
9	4,115293	0,884707	2,445141
10	5,207216	-0,20722	-0,5727

Ek B.8. Hakem Raporundaki Değişkenlerden C-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,788364
R Square	0,621518
Adjusted R	0,574208
Standard E	0,255196
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	0,855551	0,855551	13,13706	0,006738
Residual	8	0,521	0,065125		
Total	9	1,376551			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>ower 95,0%</i>
Intercept	1,62481	0,584755	2,778614	0,023976	0,276361	2,973259	0,276361
D	0,549568	0,151625	3,624508	0,006738	0,199919	0,899217	0,199919

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted C</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,00627	0,410397	1,608162
2	3,678458	-0,15214	-0,59618
3	3,334576	-0,22347	-0,87566
4	3,658211	-0,00821	-0,03217
5	3,430533	0,140896	0,552109
6	3,770741	-0,05646	-0,22122
7	3,410905	-0,16091	-0,63052
8	3,754385	0,245615	0,962457
9	3,823081	0,176919	0,693268
10	4,372649	-0,37265	-1,46024

Ek B.9. Hakem Raporundaki Değişkenlerden C-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,650403
R Square	0,423024
Adjusted R Square	0,350902
Standard Error	0,315087
Observations	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,582315	0,582315	5,865404	0,041729
Residual	8	0,794237	0,09928		
Total	9	1,376551			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,833932	0,786747	2,33103	0,048084	0,019688	3,648175
E	0,492277	0,203264	2,42186	0,041729	0,023549	0,961004

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted C</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	3,844061	0,572608	1,817296
2	3,803038	-0,27672	-0,87824
3	3,474854	-0,36374	-1,15442
4	3,75381	-0,10381	-0,32947
5	3,451412	0,120017	0,3809
6	3,638946	0,07534	0,239108
7	3,433831	-0,18383	-0,58343
8	3,741503	0,258497	0,820398
9	3,803038	0,196962	0,625104
10	4,295315	-0,29531	-0,93725

Ek B.10. Hakem Raporundaki Değişkenlerden D-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,950889
R Square	0,904189
Adjusted R	0,892213
Standard E	0,184189
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regressor	1	2,561315	2,561315	75,49812	2,4E-05
Residual	8	0,271404	0,033926		
Total	9	2,83272			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,14425	0,459906	-0,31365	0,761806	-1,2048	0,916294
E	1,032433	0,118821	8,688965	2,4E-05	0,758431	1,306435

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted D</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4,071516	0,261817	1,42146
2	3,98548	-0,24864	-1,34991
3	3,297192	-0,18608	-1,01027
4	3,882237	-0,18224	-0,9894
5	3,248028	0,037686	0,204606
6	3,641336	0,263426	1,430195
7	3,211155	0,038845	0,210895
8	3,856426	0,018574	0,100842
9	3,98548	0,01452	0,078832
10	5,017913	-0,01791	-0,09725

Ek B.11. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden A-B Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,408248
R Square	0,166667
Adjusted R	0,0625
Standard E	1,326807
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regressior	1	2,816667	2,816667	1,6	0,241504
Residual	8	14,08333	1,760417		
Total	9	16,9			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,5	2,097866	-0,23834	0,817611	-5,33769	4,337691
Proje Yürüt	1,083333	0,85645	1,264911	0,241504	-0,89165	3,058312

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>İlgili Mem</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	1,666667	0,333333	0,25123
2	1,666667	-0,66667	-0,50246
3	2,75	1,25	0,942111
4	2,75	-0,75	-0,56527
5	1,666667	-0,66667	-0,50246
6	2,75	1,25	0,942111
7	2,75	-1,75	-1,31896
8	1,666667	2,333333	1,758608
9	1,666667	-0,66667	-0,50246
10	1,666667	-0,66667	-0,50246

Ek B.12. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden A-C Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<u>Regression Statistics</u>	
Multiple R	0,390613
R Square	0,152578
Adjusted R	0,04665
Standard E	1,337976
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	2,578571	2,578571	1,440399	0,264406
Residual	8	14,32143	1,790179		
Total	9	16,9			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>ower 95,0%</i>
Intercept	0,607143	1,313866	0,462104	0,656314	-2,42264	3,636925	-2,42264
Proje Yürüt	0,678571	0,565398	1,200166	0,264406	-0,62524	1,982382	-0,62524

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>İlgili Mem</i>	<i>Residuals</i>	<i>ırdard Residuals</i>
1	1,285714	0,714286	0,533856
2	2,642857	-1,64286	-1,22787
3	2,642857	1,357143	1,014326
4	2,642857	-0,64286	-0,48047
5	1,964286	-0,96429	-0,72071
6	2,642857	1,357143	1,014326
7	1,964286	-0,96429	-0,72071
8	1,964286	2,035714	1,521488
9	1,285714	-0,28571	-0,21354
10	1,964286	-0,96429	-0,72071

Ek B.13. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden A-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,872872
R Square	0,761905
Adjusted R	0,732143
Standard E	0,709208
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	12,87619	12,87619	25,6	0,000977
Residual	8	4,02381	0,502976		
Total	9	16,9			

	<i>Coefficients</i>	<i>andard Ern</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-1,11905	0,674592	-1,65885	0,13573	-2,67466	0,436564
Proje Yürüt	1,238095	0,2447	5,059644	0,000977	0,673816	1,802375

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>İlgili Mem</i>	<i>Residuals</i>	<i>ard Residuals</i>
1	2,595238	-0,59524	-0,8393
2	1,357143	-0,35714	-0,50358
3	3,833333	0,166667	0,235004
4	2,595238	-0,59524	-0,8393
5	1,357143	-0,35714	-0,50358
6	2,595238	1,404762	1,980747
7	1,357143	-0,35714	-0,50358
8	3,833333	0,166667	0,235004
9	1,357143	-0,35714	-0,50358
10	0,119048	0,880952	1,242163

Ek B.14. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden A-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,788942
R Square	0,622429
Adjusted R	0,575232
Standard E	0,893095
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	10,51905	10,51905	13,18806	0,00667
Residual	8	6,380952	0,797619		
Total	9	16,9			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-0,80952	0,849503	-0,95294	0,368522	-2,76848	1,149435
Proje ile ilg	1,119048	0,308147	3,631537	0,00667	0,408459	1,829637

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>İlgili Mem</i>	<i>Residuals</i>	<i>stand Residuals</i>
1	1,428571	0,571429	0,639829
2	1,428571	-0,42857	-0,47987
3	3,666667	0,333333	0,373234
4	2,547619	-0,54762	-0,61317
5	2,547619	-1,54762	-1,73287
6	2,547619	1,452381	1,626233
7	1,428571	-0,42857	-0,47987
8	3,666667	0,333333	0,373234
9	1,428571	-0,42857	-0,47987
10	0,309524	0,690476	0,773127

Ek B.15. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden A-F Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,458831
R Square	0,210526
Adjusted R	0,111842
Standard E	1,291419
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	3,557895	3,557895	2,133333	0,182257
Residual	8	13,34211	1,667763		
Total	9	16,9			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0,184211	1,373756	0,134093	0,896641	-2,98368	3,3521
Proje Siras	0,684211	0,468447	1,460593	0,182257	-0,39603	1,764452

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>ki</i>	<i>İlgili Mem</i>	<i>Residuals</i>	<i>ırdard Residuals</i>
1	0,868421	1,131579	0,876229	
2	2,236842	-1,23684	-0,95774	
3	2,236842	1,763158	1,365287	
4	1,552632	0,447368	0,346416	
5	2,236842	-1,23684	-0,95774	
6	2,921053	1,078947	0,835474	
7	2,236842	-1,23684	-0,95774	
8	2,921053	1,078947	0,835474	
9	2,236842	-1,23684	-0,95774	
10	1,552632	-0,55263	-0,42793	

Ek B.16. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden B-C Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<u>Regression Statistics</u>	
Multiple R	0,600099
R Square	0,360119
Adjusted R	0,280134
Standard E	0,438137
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	0,864286	0,864286	4,502326	0,066631
Residual	8	1,535714	0,191964		
Total	9	2,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>andard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,535714	0,430242	3,569417	0,0073	0,543573	2,527855
Proje Yürüt	0,392857	0,185147	2,121868	0,066631	-0,03409	0,819807

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>inün</i>	<i>Mürac</i>	<i>Residuals</i>	<i>ıard</i>	<i>Residuals</i>
1	1,928571	0,071429	0,163028		
2	2,714286	-0,71429	-1,63028		
3	2,714286	0,285714	0,652111		
4	2,714286	0,285714	0,652111		
5	2,321429	-0,32143	-0,73363		
6	2,714286	0,285714	0,652111		
7	2,321429	0,678571	1,548764		
8	2,321429	-0,32143	-0,73363		
9	1,928571	0,071429	0,163028		
10	2,321429	-0,32143	-0,73363		

Ek B.17. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden B-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,356348
R Square	0,126984
Adjusted R	0,017857
Standard E	0,511766
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	0,304762	0,304762	1,163636	0,31216
Residual	8	2,095238	0,261905		
Total	9	2,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,904762	0,486787	3,912928	0,004463	0,782229	3,027295
Proje Yürüt	0,190476	0,176576	1,07872	0,31216	-0,21671	0,597662

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>nün</i>	<i>Mürac</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2,47619	-0,47619	-0,93048	
2	2,285714	-0,28571	-0,55829	
3	2,666667	0,333333	0,651339	
4	2,47619	0,52381	1,023533	
5	2,285714	-0,28571	-0,55829	
6	2,47619	0,52381	1,023533	
7	2,285714	0,714286	1,395726	
8	2,666667	-0,66667	-1,30268	
9	2,285714	-0,28571	-0,55829	
10	2,095238	-0,09524	-0,1861	

Ek B.18. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden B-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,356348
R Square	0,126984
Adjusted R	0,017857
Standard E	0,511766
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	0,304762	0,304762	1,163636	0,31216
Residual	8	2,095238	0,261905		
Total	9	2,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,904762	0,486787	3,912928	0,004463	0,782229	3,027295
Proje ile ilç	0,190476	0,176576	1,07872	0,31216	-0,21671	0,597662

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>nün Mürac</i>	<i>Residuals</i>	<i>ırdard Residuals</i>
1	2,285714	-0,28571	-0,55829
2	2,285714	-0,28571	-0,55829
3	2,666667	0,333333	0,651339
4	2,47619	0,52381	1,023533
5	2,47619	-0,47619	-0,93048
6	2,47619	0,52381	1,023533
7	2,285714	0,714286	1,395726
8	2,666667	-0,66667	-1,30268
9	2,285714	-0,28571	-0,55829
10	2,095238	-0,09524	-0,1861

Ek B.19. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden B-F Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,187317
R Square	0,035088
Adjusted R	-0,08553
Standard E	0,538028
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,084211	0,084211	0,290909	0,604321
Residual	8	2,315789	0,289474		
Total	9	2,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	2,105263	0,572331	3,678404	0,006233	0,785466	3,425061
Proje Siras	0,105263	0,195163	0,53936	0,604321	-0,34478	0,55531

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Actuals</i>	<i>Estimated</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2,210526	-0,21053	-0,39129	
2	2,421053	-0,42105	-0,78259	
3	2,421053	0,578947	1,076055	
4	2,315789	0,684211	1,271702	
5	2,421053	-0,42105	-0,78259	
6	2,526316	0,473684	0,880409	
7	2,421053	0,578947	1,076055	
8	2,526316	-0,52632	-0,97823	
9	2,421053	-0,42105	-0,78259	
10	2,315789	-0,31579	-0,58694	

Ek B.20. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden C-D Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,262445
R Square	0,068878
Adjusted R	-0,04751
Standard E	0,807332
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	0,385714	0,385714	0,591781	0,463836
Residual	8	5,214286	0,651786		
Total	9	5,6			

	<i>Coefficients</i>	<i>andard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,642857	0,767926	2,139342	0,064843	-0,12799	3,4137
Proje Yürüt	0,214286	0,278556	0,769273	0,463836	-0,42807	0,856638

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Para T</i>	<i>Residuals</i>	<i>ard Residuals</i>
1	2,285714	-1,28571	-1,59255
2	2,071429	0,928571	1,150172
3	2,5	0,5	0,619324
4	2,285714	0,714286	0,884748
5	2,071429	-0,07143	-0,08847
6	2,285714	0,714286	0,884748
7	2,071429	-0,07143	-0,08847
8	2,5	-0,5	-0,61932
9	2,071429	-1,07143	-1,32712
10	1,857143	0,142857	0,17695

Ek B.21. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden C-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,408248
R Square	0,166667
Adjusted R	0,0625
Standard E	0,763763
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	0,933333	0,933333	1,6	0,241504
Residual	8	4,666667	0,583333		
Total	9	5,6			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Em</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,333333	0,726483	1,835326	0,103786	-0,34194	3,008608
Proje ile ilgili	0,333333	0,263523	1,264911	0,241504	-0,27435	0,941019

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>n</i>	<i>Para T</i>	<i>Residuals</i>	<i>idard Residuals</i>
1	2	-1	-1,30931	
2	2	1	1,309307	
3	2,666667	0,333333	0,436436	
4	2,333333	0,666667	0,872872	
5	2,333333	-0,33333	-0,43644	
6	2,333333	0,666667	0,872872	
7	2	-4,4E-16	-5,8E-16	
8	2,666667	-0,66667	-0,87287	
9	2	-1	-1,30931	
10	1,666667	0,333333	0,436436	

Ek B.22. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden C-F Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,367884
R Square	0,135338
Adjusted R	0,027256
Standard E	0,777987
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressor	1	0,757895	0,757895	1,252174	0,295608
Residual	8	4,842105	0,605263		
Total	9	5,6			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,315789	0,827589	1,589908	0,150519	-0,59263	3,224214
Proje Siras	0,315789	0,282205	1,119006	0,295608	-0,33498	0,966557

RESIDUAL OUTPUT

Observation	n	Para T	Residuals	Stand Residuals
1	1,631579	-0,63158	-0,81181	
2	2,263158	0,736842	0,947114	
3	2,263158	0,736842	0,947114	
4	1,947368	1,052632	1,35302	
5	2,263158	-0,26316	-0,33826	
6	2,578947	0,421053	0,541208	
7	2,263158	-0,26316	-0,33826	
8	2,578947	-0,57895	-0,74416	
9	2,263158	-1,26316	-1,62362	
10	1,947368	0,052632	0,067651	

Ek B.23. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden D-E Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,880952
R Square	0,776077
Adjusted R	0,748087
Standard E	0,484891
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	6,519048	6,519048	27,72658	0,000759
Residual	8	1,880952	0,235119		
Total	9	8,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0,309524	0,461223	0,671093	0,521062	-0,75406	1,373107
Proje ile ilg	0,880952	0,167303	5,265604	0,000759	0,49515	1,266755

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Çalışmalar</i>	<i>Residuals</i>	<i>stand Residuals</i>
1	2,071429	0,928571	1,915012
2	2,071429	-0,07143	-0,14731
3	3,833333	0,166667	0,34372
4	2,952381	0,047619	0,098206
5	2,952381	-0,95238	-1,96411
6	2,952381	0,047619	0,098206
7	2,071429	-0,07143	-0,14731
8	3,833333	0,166667	0,34372
9	2,071429	-0,07143	-0,14731
10	1,190476	-0,19048	-0,39282

Ek B.24. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden D-F Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,275344
R Square	0,075815
Adjusted R	-0,03971
Standard E	0,985086
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ignificance F</i>
Regressior	1	0,636842	0,636842	0,656271	0,441309
Residual	8	7,763158	0,970395		
Total	9	8,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>standard Err</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,789474	1,047892	1,707689	0,126077	-0,62697	4,205919
Proje Siras	0,289474	0,357328	0,810106	0,441309	-0,53453	1,113475

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observator</i>	<i>Çalışmalar</i>	<i>Residuals</i>	<i>stand Residuals</i>
1	2,078947	0,921053	0,934997
2	2,657895	-0,65789	-0,66786
3	2,657895	1,342105	1,362424
4	2,368421	0,631579	0,641141
5	2,657895	-0,65789	-0,66786
6	2,947368	0,052632	0,053428
7	2,657895	-0,65789	-0,66786
8	2,947368	1,052632	1,068568
9	2,657895	-0,65789	-0,66786
10	2,368421	-1,36842	-1,38914

Ek B.25. Anket Sonuçlarındaki Değişkenlerden E-F Regresyon Analizi

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,525657
R Square	0,276316
Adjusted R	0,185855
Standard E	0,871704
Observatio	10

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2,321053	2,321053	3,054545	0,118643
Residual	8	6,078947	0,759868		
Total	9	8,4			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1,052632	0,927282	1,13518	0,289164	-1,08568	3,190948
Proje Siras	0,552632	0,3162	1,747726	0,118643	-0,17653	1,281791

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Yapılan</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	1,605263	0,394737	0,452833
2	2,710526	-0,71053	-0,8151
3	2,710526	1,289474	1,479256
4	2,157895	0,842105	0,966045
5	2,710526	0,289474	0,332078
6	3,263158	-0,26316	-0,30189
7	2,710526	-0,71053	-0,8151
8	3,263158	0,736842	0,845289
9	2,710526	-0,71053	-0,8151
10	2,157895	-1,15789	-1,32831

ÖZGEÇMİŞ

Ben, Sinan Söl, 1973 yılında Bursa’da doğdum. Liseyi Bursa Anadolu Lisesi’nde okuduktan sonra 1991 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’ne girdim. 1995 yılında buradan mezun olup İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Mühendislik Yönetimi Programı’nda yüksek lisans çalışmalarına başladım. İyi derecede İngilizce ve orta düzeyde Almanca bilmekteyim. Halen İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.



28

SIRA NO:

TEZ NO:

FOTOKOPİSİ İSTENEN BÖLÜM:

☐ Tamamı

• 25-32

• 43-51

• 88-90

•

•

•

•

•

49 H/01

150

28

SIRA NO:

TEZ NO:

FOTOKOPİSİ İSTENEN BÖLÜM:

☐ Tamamı

- 61-75
- 168-177 (kaynakça)
-
-
-
-
-
-

28

SIRA NO:

TEZ NO:

FOTOKOPİSİ İSTENEN BÖLÜM:

☐ Tamamı

- 3-70
- 131-132 (kaynakça)
-
-
-
-
-
-

28

SIRA NO:

TEZ NO: 78046

FOTOKOPİSİ İSTENEN BÖLÜM:

☐ Tamamı

• xi - xviii (Özet kısmında)

•

•

•

•

•

•