

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİNİ KULLANAN
TEKNİK SEÇMELİ ÖNERİ SİSTEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serpil ERCAN

Enstitü Anabilim Dalı : **BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**
Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi M. Fatih ADAK**

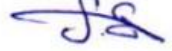
Haziran 2020

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Serpil ERCAN

08.06.2020



TEŞEKKÜR

Yükseklisans eğitimin boyunca ve tezin her aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi M. Fatih ADAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bana her zaman maddi ve manevi yönden destek olan ve bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan çok değerli aileme ve canım ablam Arş. Gör. Serap ERCAN CÖMERT'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: 2020-07-24-17) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xiv

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Literatür Taraması.....	2

BÖLÜM 2.

METHOD.....	9
2.1. Veri Madenciliği ve Yöntemleri.....	9
2.2. Makine Öğrenimi ve Yöntemleri.....	10
2.2.1. Denetimli makine öğrenimi.....	10
2.2.2. Yarı denetimli makine öğrenimi.....	11
2.2.3. Denetimsiz makine öğrenimi.....	12
2.2.3.1. Kümeleme yöntemi	12
2.2.4. Takviyeli makine öğrenimi.....	13
2.3. Destek Vektör Makineleri.....	14
2.3.1. Lineer olarak ayrılabilme durumu.....	16
2.3.2. Lineer olarak ayrılamama durumu.....	18
2.3.3. Çekirdek (Kernel) fonksiyonları.....	19

2.3.3.1. Doğrusal çekirdek fonksiyonu.....	19
2.3.3.2. Polinomial çekirdek fonksiyonu.....	20
2.3.3.3. Sigmoid çekirdek fonksiyonu.....	20
2.4. Çok Sınıflı Destek Vektör Makineleri.....	20
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.2. Veri Ön İşleme.....	22
3.3. Yöntem	26
BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA BULGULARI	27
4.1. Geliştirilen DVM Modeli Kullanılarak Hesaplanan Uygulama Sonuçları	27
4.2. ROC Analizi Sonuçları	33
4.3. Web Üzerinden Sunulan Servisin Bulguları.....	77
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	80
KAYNAKLAR	83
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DVM	: Destek Vektör Makineleri
YSA	: Yapay Sinir Ağları
RF	: Karar Ağaçları
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
MLP	: Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları
DSVM	: Derin Destek Vektör Makinesi
DNN	: Derin Sinir Ağı
KM	: K-Ortalama
KNN	: K En Yakın Komşu Algoritması
GMM	: Gauss Modeli
TWSVM	: İkiz Destek Vektör Makinesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kümeleme Yöntemi.....	13
Şekil 2.2. Destek Vektör Makineleri Genel Ağ Yapısı.....	14
Şekil 2.3. Makine Öğrenmesi Yöntemleri Sınıflandırma Mimarisi.....	15
Şekil 2.4. DVM Sınıflandırıcısı.....	15
Şekil 2.5. Doğrusal Olarak Ayrılan Sınıflama Problemi.....	17
Şekil 2.6. Doğrusal Olarak Ayrılamayan Verilerin Yüksek Dereceli Uzaya Aktarılması.....	18
Şekil 4.1. Ders Öneri Sistemi Anasayfa Ekranı.....	78
Şekil 4.2. Seçmeli Derslerin Önerilebilmesi için Giriş Yapılması Gereken Bilgi Ekranı.....	78
Şekil 4.3. Örnek Olarak Harf Notlarının Girildiği Bilgi Ekranı.....	79
Şekil 4.4. Seçmeli Ders Öneri Ekranı.....	79

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Seçmeli derslerin doğrulama yapılabilmesi için ayrılan test ve eğitim veri sayıları	23
Tablo 3.2. Zorunlu derslerin Optimizasyon seçmeli dersi üzerindeki korelasyon sonuçları	24
Tablo 3.3. Korelasyon sonucu seçmeli derslerdeki başarılı ve başarısız sayıları...	25
Tablo 4.1. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (1 değeri).....	27
Tablo 4.2. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (10 değeri).....	28
Tablo 4.3. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (100 değeri).....	29
Tablo 4.4. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (250 değeri).....	30
Tablo 4.5. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (500 değeri).....	30
Tablo 4.6. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (1000 değeri).....	31
Tablo 4.7. Seçmeli derslerin en iyi test hata oranları	32
Tablo 4.8. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için).....	33
Tablo 4.9. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için).....	33
Tablo 4.10. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için).....	34
Tablo 4.11. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için).....	34
Tablo 4.12. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için).....	35
Tablo 4.13. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için).....	35
Tablo 4.14. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için).....	36

Tablo 4.15. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için).....	36
Tablo 4.16. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için).....	36
Tablo 4.17. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için).....	37
Tablo 4.18. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için).....	37
Tablo 4.19. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için).....	38
Tablo 4.20. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için).....	38
Tablo 4.21. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için).....	39
Tablo 4.22. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için).....	39
Tablo 4.23. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için).....	40
Tablo 4.24. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için).....	40
Tablo 4.25. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için).....	41
Tablo 4.26. Derin ğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için).....	41
Tablo 4.27. Derin ğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için).....	42
Tablo 4.28. Derin ğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için).....	42
Tablo 4.29. Derin ğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için).....	43
Tablo 4.30. Derin ğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için).....	43

Tablo 4.31. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için).....	44
Tablo 4.32. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için).....	44
Tablo 4.33. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için).....	45
Tablo 4.34. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için).....	45
Tablo 4.35. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için).....	46
Tablo 4.36. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için).....	46
Tablo 4.37. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	47
Tablo 4.38. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	47
Tablo 4.39. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	48
Tablo 4.40. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	48
Tablo 4.41. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	49
Tablo 4.42. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	49
Tablo 4.43. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	50
Tablo 4.44. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	50
Tablo 4.45. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	51
Tablo 4.46. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	51

Tablo 4.47. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	52
Tablo 4.48. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	52
Tablo 4.49. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	53
Tablo 4.50. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	53
Tablo 4.51. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	54
Tablo 4.52. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	54
Tablo 4.53. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	55
Tablo 4.54. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	56
Tablo 4.55. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	56
Tablo 4.56. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	56
Tablo 4.57. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	57
Tablo 4.58. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	57
Tablo 4.59. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	58
Tablo 4.60. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	58
Tablo 4.61. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	59
Tablo 4.62. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	59

Tablo 4.63. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	60
Tablo 4.64. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	60
Tablo 4.65. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	61
Tablo 4.66. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	61
Tablo 4.67. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	61
Tablo 4.68. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	62
Tablo 4.69. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	62
Tablo 4.70. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	63
Tablo 4.71. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	63
Tablo 4.72. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	64
Tablo 4.73. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	64
Tablo 4.74. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	65
Tablo 4.75. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	65
Tablo 4.76. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	66
Tablo 4.77. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	66
Tablo 4.78. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	67

Tablo 4.79. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	67
Tablo 4.80. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	68
Tablo 4.81. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	68
Tablo 4.82. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	69
Tablo 4.83. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	69
Tablo 4.84. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	70
Tablo 4.85. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	70
Tablo 4.86. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	71
Tablo 4.87. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	71
Tablo 4.88. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	72
Tablo 4.89. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	72
Tablo 4.90. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	73
Tablo 4.91. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	73
Tablo 4.92. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)	74
Tablo 4.93. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)	74
Tablo 4.94. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)	75

Tablo 4.95. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)	75
Tablo 4.96. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)	76
Tablo 4.97. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)	76
Tablo 4.98. Seçmeli derslerin en iyi doğruluk sonucunun elde edildiği karmaşıklık değeri ve en iyi doğruluk yüzdesi	77

ÖZET

Anahtar kelimeler: Destek vektör makineleri, desteksiz öğrenme, seçmeli ders önerisi, karar sistemleri

Üniversitenin belli dönemlerinde zorunlu derslerin dışında teknik seçmeli derslerde yer almaktadır. Lisans düzeyinde okuyan öğrencilerin kredilerini doldurmaları için belli sayıda teknik seçmeli ders almaları gerekmektedir. Ancak öğrencilerin hangi teknik seçmeli dersi alacağına yönelik bir yönlendirme olmadığı için kendi alanı ile pek ilgili olmayan dersleri seçmektedirler ya da seçmiş oldukları derslerde başarısız olabilmektedirler.

Bu çalışmada, Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesinde bulunan Bilgisayar Mühendisliği bölümünde okuyan öğrencilere yönelik teknik seçmeli dersler önerebilecek web tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem yardımıyla kararsız olan birçok öğrenci için kendi ilgi alanlarına uygun teknik seçmeli dersleri seçmeleri sağlanacaktır. Yapay öğrenmenin popüler olduğu günümüzde birçok farklı öğrenme tekniği kullanılmaktadır. Bunlar destekli, desteksiz ve takviyeli öğrenme olarak bilinmektedir. Eldeki verilerin çıktıları belli olduğu durumda destekli veya kısmen de olsa takviyeli öğrenme kullanılabilir. Bu öğrenmede en etkili metotlardan biri olan Destek Vektör Makineleri kullanılmıştır. Web tabanlı sistem Asp.Net MVC ortamında gerçekleştirilmiş olup Destek Vektör kütüphanesi olarak Accord.Net kullanılmıştır. Öğrencilerin zorunlu dersleri girdikten sonra arka planda çalışan model başarılı olabilecekleri seçmeli dersleri liste olarak getirmektedir.

Genişletilmiş ve gelecek çalışma olarak sadece başarı notu değil, bunun yanında konu bazlı başarılar dikkate alınarak daha dinamik konu odaklı sistem geliştirilebilir.

TECHNICAL ELECTIVE RECOMMENDATION SYSTEM USING SUPPORT VECTOR MACHINES

SUMMARY

Keywords: Support vector machines, unsupervised learning, course suggestion

In certain periods of the university, apart from compulsory courses, it takes part in technical elective courses. Students studying at the undergraduate level are required to take a certain number of technical elective courses to complete their credits. However, since there is no guidance on which technical elective courses students take, they choose courses that are not related to their departments.

In this study, a web-based system has been developed that can offer technical elective courses for students studying in the Department of Computer Engineering at the Faculty of Computer and Information Sciences at Sakarya University. With the help of this system, many students who are unstable will be provided to choose technical elective courses suitable for their interests. Many different learning techniques are used today, where artificial learning is popular. These are known as supported, unsupported and reinforced learning. Supported or partially reinforced learning can be used when the outputs of the available data are certain. Support Vector Machines, one of the most effective methods, were used in this learning. The web-based system was implemented in Asp.Net MVC environment and Accord.Net was used as the Support Vector library. After students enter the compulsory courses, the model that runs in the background lists the elective courses that they can succeed.

As an expanded and future study, a more dynamic subject oriented system can be developed by considering not only the success grade but also subject-based achievements.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile saklanan veri boyutları her geçen gün artmaktadır. Artan bu veriler sayesinde günümüzde bilgiye ulaşmak daha önemli hale gelmektedir. Bu verilerden anlamlı, kullanılabilir ve “değeri olan” bilgiyi elde etmek gerekmektedir. Çünkü bu hale getirilen veriler oldukça avantaj sağlamaktadır ve bu sayede veri madenciliği ile makine öğrenimi yöntemlerine ihtiyaç doğmuştur.

Veri madenciliği ve makine öğrenimi alanında yapılan çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Makine öğrenimi, bir problemi bu probleme ait ortamdan alınan veriye göre modelleyebilen ve öğrenebilen algoritmaların genel adıdır. Makine öğrenimi günden güne yaygınlaştığı için birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Bunlar destekli, desteksiz ve takviyeli öğrenme olarak bilinmektedir.

Eğitim; bireyin bugünkü ve gelecekteki yaşamını etkileyen, yaşamlarını geliştirme ve iyileştirmeyi amaçlayan bir süreçtir. İnsanların hayata bakış açısını değiştirir ve kaliteli bir yaşam sunar. Bireyin zamanını daha planlı ve kaliteli yaşamasını kolaylaştırır. Gün geçtikçe teknolojinin gelişmesiyle okullardaki eğitim süreçleri de değişiklik göstermektedir [1]. Zorunlu olan dersler dışında öğrencilere kendi ilgi alanlarını, bilgi, becerilerini ve yeteneklerini ön plana çıkarmak için seçmeli ders seçme olanağı da sunulmuştur. Seçmeli dersler sayesinde öğrencilerin okullara bakış açısı olumlu yönde etkilenmektedir.

Seçmeli ders, öğrencilerin üniversite hayatlarında mesleki bilgilerini geliştirmek adına almaları gereken derslerdir. Öğrenciler üniversite öğrenimlerinin bazı

sınıflarında seçmeli dersler seçmektedirler. Bu seçmeli derslerin açılması öğrencilerin derse olan talebi ve öğrenci kontenjanına bağlıdır. Birçok öğrenci hangi seçmeli dersi seçmesi gerektiğine dair yeterli bilgiye sahip olmamakla birlikte, ilgi alanlarına ve mesleklerine uygun olan dersleri seçmemektedir. Bu tezin amacı; üniversite öğrencilerinin kendi ilgi alanlarına yönelik olan teknik seçmeli dersleri seçmelerini sağlamaktır. Modeli oluşturabilmek için Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun olan öğrencilerin dört yıllık eğitim hayatlarındaki derslerde göstermiş oldukları başarılar ve başarısızlıklar dikkate alınarak veri seti oluşturulmuş, çeşitli ön işlemlerden geçirilen bu veri seti ile Destek Vektör Makineleri (DVM) yardımıyla ders önerisinde bulunabilen web tabanlı bir sistem geliştirilmiştir.

Çalışmanın giriş bölümünden sonraki aşamaları şu şekildedir: Çalışmanın ilk bölümü DVM metodu ve seçmeli dersler ile ilgili literatür taramasından oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde veri madenciliği ve yöntemleri, makine öğrenimi ve yöntemleri ele alınmış olup bu çalışmada kullanılan Destek Vektör Makineleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan veri seti, veri ön işleme ve yöntem hakkında açıklama yapılmıştır. Dördüncü bölümde uygulanan DVM modeli ve ROC analizi sonucundaki bulgular yer almaktadır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

1.1. Literatür Taraması

Bu bölümde destek vektör makineleri ve seçmeli ders seçimi üzerine yapılan çalışmaların bir kısmı özetlenmiştir.

Demir ve Ok tarafından yazılan bir makalede Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde okuyan öğrencilerin ve öğretim üyelerinin seçmeli dersler hakkında görüşleri alınarak seçmeli ders uygulamasını iyileştirme için neler yapılabilir hakkında tartışma yapılmıştır. Sonuç olarak seçmeli derslerin sistematığının geliştirilmesi için bazı önlemler alınmasına karar verilmiş olup üniversite olarak seçmeli derslerin

sayılarının artırılması gerektiğine, seçmeli derslerin geliştirilmesi gerektiğine ve tüm bölümlerin bir araya gelerek çözüm üretilmesine karar verilmiştir [2].

Tezcan ve Gümüş(2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi'nde Fizik, Kimya ve Biyoloji bölümlerinde okuyan öğrencilere 25 soruluk anket yapılarak ders seçiminde etkili olan faktörler hakkında bilgi toplanmıştır. Yapılan anket sonucunda öğrenciler tarafından en çok yazılan faktör öğretim üyeleriyle ilgili olmuştur. Öğretim üyelerinin öğrencilere karşı davranışlarının, tutumlarının derslere çok fazla etkisi olduğu gözlenmiştir[3].

Kutlu ve Ark.(2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak seçmeli derslerin seçilmesi amaçlanmıştır. Çoklu karar verme yöntemlerinden AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) ve TOPSİS yöntemleri kullanılarak kriterler balık kılıcı yöntemiyle belirlenmiştir. Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölüm'ünde okuyan öğrencilerle örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda üniversitelerin 3. ve 4. sınıflarında seçilmesi gereken en yüksek ağırlığa sahip dersler belirlenmiştir [4].

Güngör ve Ark.(2013) Veri Madenciliği'nde Birliktelik Kuralı algoritmalarından olan Apriori Algoritmasını kullanarak öğrencilerin teknik seçmeli ders seçimlerindeki nedenleri belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğrencilerine anket uygulayarak alınan bu veriler Apriori Algoritması kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir [5].

Taş ve Ark.(2013) stajı artırmaya ve bölümdeki staj ile ilgili iyileştirme yapılması ile ilgili kararlar almayı amaçlamışlardır. Bunun için Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi'nde Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ndeki 1999-2012 yılları arasındaki donanım ve yazılım staj kayıtları kullanılmıştır. Veri Madenciliği yöntemlerinden olan Apriori Algoritması kullanılarak çıktı elde edilmiştir. Bu çıktılar doğrultusunda Sakarya da yazılım stajı yapan öğrencilerin %88.74 olasılıkla kendi okudukları üniversitede yaptıkları çıkarılmıştır. Bu elde edilen verilerden yola

çıkarak staj için öğrenciler daha çok yazılım firmalarını tercih ettiği geri kalanların ise üniversitede yaptıkları gözlemlenmiştir [6].

Güner ve Çomak(2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Destek Vektör Makineleri yöntemi kullanılarak Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesine başlayan 434 öğrencinin üniversite sınav sonucuna göre Matematik 1 dersindeki başarıları tahmin edilmiş olup Matematik 1 dersinden öğrencilerin %86'sı doğru olarak sonuçlanmıştır [7] .

Bayyurt ve Aksaraylı(2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Dokuz Eylül Üniversitesi Ekonometri Bölümü öğrencilerine anket yapılarak seçmeli ders eğilimlerine ilişkin çıktılar elde edilmiştir. Bu çıktılar doğrultusunda öğrencilerin kendi ilgi ve yeteneklerine göre dersleri seçtikleri belirlenmiştir. Ayrıca bir diğer ders seçim kriteri olarak dersi geçmenin kolay olduğu, ödev ve projesi çok olmayan dersleri tercih ettikleri sonucu elde edilmiştir [8].

Kaynar ve Ark.(2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak duygu analizi yapılmıştır. Film yorumlarının içeriğinden yararlanılarak Naive Bayes, Merkez Tabanlı Sınıflayıcı, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (MLP) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) vb. yöntemler kullanılarak analiz yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda en yüksek başarı ölçütleri Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri yöntemlerinden elde edilmiştir. Yapay Sinir Ağları %89.73, Destek Vektör Makineleri ise %84.07 oranında başarı göstermiştir[9].

Kavzoğlu ve Çölkesen(2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Makine Öğrenme algoritmalarından biri olan Destek Vektör Makineleri ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Çekirdek Fonksiyonlarının etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada literatürde en yaygın kullanılan 4 çekirdek fonksiyonunun sınıflandırma üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada EÇB metodu sonucunda DVM'lerin performansı daha başarılı bulunmuştur. Buradaki performans farkı %3.5'a kadar değişkenlik göstermektedir. Ayrıca kullanılan

çekirdek fonksiyonlarından en düşük doğruluğu %91.78 oran ile normalleştirilmiş polinom kernelinin verdiği sonucuna varılmıştır [10].

Kılıç ve Ark.(2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Yapay Zeka Teknikleri kullanılarak yemekhane için günlük yemek tahmini uygulaması sunulmuştur. Bu çalışmada bir üniversite yemekhanesinden alınan veriler Regrasyon Analizi, Yapay Sinir Ağları ve Destek Vektör Makineleri gibi metotlar yardımıyla yapılmış olup uygulama WEKA açık kaynak kodlu yazılım aracılığıyla yapılmıştır Bu çalışma sonucunda her bir farklı modelin farklı yerleşkelerde farklı performanslar elde ettiği gözlenmiştir[11].

Hong ve Ark.(2008) Tarafından gerçekleştirilen çalışmada parmak izinin sınıflandırılmasında yüksek doğruluk oranı sağlayan Destek Vektör Makineleri yöntemi kullanılmıştır. Burada Bayes Sınıflandırıcıları ile yeni bir yöntem önermişlerdir. Önerilen bu metod ile NIST-4 veri tabanı üzerinde istatistiksel olarak %90.8 oranında sınıflandırma doğruluğu sonucuna varılmıştır [12].

Liu ve Shih(2006) DFA ve Destek Vektör Makineleri kullanarak yeni bir yüz algılama yöntemi sunmuşlardır. Öncelikle DFA görüntüsünü 1-D Haar dalgacık gösterimini ve genlik projeksiyonlarını içeren bir özellik vektörü türetilmiştir. İkinci olarak kullanılan yüz sınıfı modelleme ile yoğunluk fonksiyonu tahmin edilmiştir. Burada girdi modelleri 3 sınıfa ayrılmış olup bunlar yüz sınıfı, kararsız sınıf ve yüz olmayan sınıftır. Son aşamada ise DVM metodu ile sınıflandırma işlemi yapılmış olup kararsız sınıftaki desenlerin yüz sınıfına veya yüz olmayan sınıfa mı ait olduğu belirlenmiştir. Kullanılan DFA-DVM metodları ile %98.2 oranında doğru sonuçlar elde edilmiştir [13].

Demir ve Ark.(2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Destek Vektör Makineleri, Yapay Sinir Ağları, KNN Algoritması ve K-Means Algoritması kullanılarak arı kanatlarındaki kavşak noktalarına göre arı türlerinin sınıflandırılmasını amaçlamışlardır. Arı kanatlarındaki kavşak noktaları belirlenerek bu yöntemler sonucunda kavşak seçim algoritması kullanıldığında en yüksek başarıyı

%63.3 lük oran ile Yapay Sinir Ağları yöntemi sonucunda elde etmişlerdir. Kavşak seçim algoritması kullanmadan en yüksek başarıyı %46 başarı oranı ile Destek Vektör Makineleri yöntemi sonucunda elde etmişlerdir [14].

Okwuashi ve Ark.(2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Derin Destek Vektör Makinesi (DSVM) yöntemi kullanılarak hiperspektral görüntü sınıflaması uygulaması yapmışlardır. Bu çalışmada DSVM yöntemi 4 çekirdek fonksiyonu ile kullanılmıştır. Bunlar Üstel Radyal Temelli Fonksiyon, Gauss Radyal Temelli Fonksiyon, nöral ve polinomiyal fonksiyonlardır. Bu çalışmada Derin Destek Vektör Makinesi (DSVM), Destek Vektör Makinesi (DVM), Derin Sinir Ağı (DNN), Gauss Modeli (GMM), K En Yakın Komşu (KNN) ve K Ortalamalar (KM) sınıflandırılmaları karşılaştırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda DSVM yöntemi ile (%98,86;%98,17) oranlarında en yüksek başarı elde edilmiştir [15].

Chen (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada nesnelerin internetinde anlık mesajlaşma verilerini sınıflandırmak için destek vektör makineleri yöntemini kullanmıştır. Bunun için verileri optimize etmek için ayrı bir algoritma geliştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda Destek Vektör Makineleri yöntemi ile %94'lük bir başarı elde edilmiştir [16].

Shao ve Ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada destek vektör makineleri ile otellerdeki enerji tüketiminin tahminini analiz etmişlerdir. Burada destek vektör makineleri oteldeki klima sistemlerinin hava parametrelerini giriş değişkenleri olacak şekilde alarak modelin tahminini yapmaktadır. Çekirdek fonksiyonu olarak RBF çekirdek fonksiyonu kullanılmıştır. Çıkan sonuçlarda MSE değeri %2,2 ve R2 değerinin ise %0,94 olduğu görülmekte olup tahminde başarılı sonuçlar elde edilmiştir [17].

Lopez ve Ark. (2019) , güçlü makine öğrenmesi için paralel olmayan destek vektör makineleri yöntemine dayanan yeni sıfır bir sınıflandırma yöntemi önermişlerdir. Paralel olmayan destek vektör makinesi buradaki problemi çözerek iki ikiz hiper düzlem oluşturarak ikiz destek vektör makinesi (TWSVM) yöntemini genelleştirir.

Deneysel sonuçlar önerilen yöntemin diğer DVM yöntemlerine göre daha üstün performans sağladığını göstermektedir [18].

Lerski (2006), veriye bağlı olarak değişebilen çekirdek matrisine sahip destek vektör makinesi yöntemi ile bulanık mantık tabanlı sistem elde edilmesi için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Geliştirilen bu yöntem sonucunda veriye bağlı olarak çekirdek kümesinin değişmesi sağlanmıştır [19].

Adak ve Ark. (2016), bilgisayar mühendisliği bölümünde bulanık mantık yöntemi ile seçmeli ders öneri sistemi geliştirmişlerdir. Bu çalışmada öğrencinin başarısını 0-4 arasından düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 alt kategoriye ayırmışlardır. Kuralları karar ağaçları ile çıkararak bulanık mantık yöntemi uygulamışlardır. Bu çalışmada önerilen model ile %68 - %88 arasında başarılı sonuçlar elde edilmiştir [20].

Lessa ve Ark. (2018), LinkedIn profilini kullanan öğrenciler için lisansüstü dersleri filtreleyen bir öneri sunmaktadır. Profilden deneyim, faaliyet alanı, yeterlilikler vb. özelliklerden yararlanmışlardır. Önerilen bu yaklaşım %68.50 hassasiyetler öneriler sunmakta olup %100'e kadar kapsama alanı sağlar [21].

Chan ve Ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada seçmeli ders seçimi için bir EASElective adı verilen chatbot geliştirmişlerdir. Seçmeli ders seçimi için tasarlanan EASElective sistemi öğrencilerin görüşlerini, akademik danışmanlık hizmetlerine kadar pekçok veriyi kapsamaktadır. Ayrıca çevrimiçi doğal bir dil arayüzü ile tasarlamışlardır [22].

Iatrellis ve Ark. (2017) Akademik Danışmanlık Sistemleri (AAS) hakkında okuyuculara mevcut bilgileri aktarmayı amaçlamışlardır. Ayrıca Akademik Danışmanlık Sistemleri hakkındaki araştırmaların sonuçlarını tartışmakta olup belli sorular sorarak düşüncelerini ifade etmişlerdir [23].

Daniati (2017) Karar Destek Sistemi yardımıyla tez konusunu belirleyen bir sistem önermiştir. Bu sistem K-Means ve SAW yöntemini kullanmaktadır. Burada ilk olarak K-Means yöntemiyle sınıflar dönemlere göre kümelendirilmiş ve SAW yöntemi ile de alternatif değerler hesaplanmıştır. Bu çalışmada önerilen sistemin öğrencilerin kararlarının tez konusunu belirlemede etkili olmasını desteklemesi beklenmektedir [24].

Wongchomphu ve Ark. (2020) Ontoloji ile Öğrenci karakteristik analizine dayalı Bilgisayar kursu tavsiye sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem özellikle öğrencilerin özelliklerine uygun bir bilgisayar dersi tavsiye sistemi olarak tasarlanmıştır. Bu sistem için bir web sitesi geliştirilmiş olup bu web sitesi 3 bölümden oluşmaktadır. Öğrenci Profil Modülü, Bilgisayar Kursu Modülü ve Result_learner_Recommend Modülüdür [25].

Yukarıda bahsedilen akademik çalışmalar bu yönde bir araştırma yapılması gerekliliğini göstermektedir. Farklı metot ve teknolojiler kullanarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Modeli oluşturma aşamasında eldeki veriye göre bu başarı değişkenlik gösterebilmektedir. Bu tezde kullanılan verinin destek vektör makineleri yöntemiyle başarılı ve hızlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

BÖLÜM 2. METHOD

2.1. Veri Madenciliği ve Yöntemleri

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile verilerle yapılan çalışmalar da sürekli genişlemektedir. Bu genişlemeler çok farklı çalışma alanlarının artmasına neden olmaktadır. En çok bilişim teknolojilerinin gelişmesi ile bu alanda yapılan çalışmaların ortak yanları daha da net bir şekilde görülmeye başlanmıştır [26].

Gün geçtikçe tüm dünyada çok büyük boyutlarda veri üretilmekte ve üretilen bu verilerden yararlı bilgiler ortaya çıkarmakta zorluk yaşanmaktadır. Kullanılan istatistiki yöntemlerle de bu boyuttaki verilerden sonuca varmak zaman alabilmektedir. Bu sebeplerden ötürü çok büyük boyutlu verileri işlemek için bazı yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Veri madenciliği yöntemleri bu sebepten ortaya çıkmıştır [27].

Veri madenciliği, çok büyük boyutlu veriler arasından yararlı bilgiye ulaşabilmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Burada amaç; işlenmesi zor olan büyük veri yığınlarından anlamlı ve faydalı bilgileri ortaya çıkararak bu bilgileri kullanıp yeni model oluşturup bu modelin sonucunu yorumlayarak tahminde bulunmayı sağlamaktır [28].

Veri madenciliğinde kullanılacak olan verinin veri tabanları ve veri ambarları gibi bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Veri ambarları en basit anlamda birbirleriyle ilişkili olan verilerin toplandığı veritabanları olarak tanımlanabilir. Veri ambarları veri madenciliğinde büyük rol oynarlar. Ayrıca veri madenciliği uygulamalarında da çok büyük avantajlar sağlamaktadırlar [28].

Veri madenciliğinin günümüzde kullanım alanları oldukça yaygınlaşmaktadır. Özellikle bankacılık, sağlık, finans, ticaret, pazarlama, mühendislik ve astronomi vb. alanlarda kullanılmaktadır.

2.2. Makine Öğrenimi ve Yöntemleri

Makine öğrenmesi günlük hayatta pek çok yerde karşımıza çıkabilmektedir. Makine öğrenimi istatistik ve bilgisayar bilimini kullanan ve son zamanlarda oldukça yaygınlaşmış olan yapay zekanın bir dalıdır. Makine öğrenimi (machine learning) insana ihtiyaç olmadan kullanılan veriler üzerinden tahmin yapabilen bir sistemdir. Makine öğrenimi terimi ilk defa 1959 yılında Amerikan bilgisayar bilimcisi Arthur Samuel tarafından dile getirilmiştir [29].

Makine öğrenmesi yöntemlerinde veri setlerinin çok büyük olması gerekmemektedir. Küçük boyutlu veri setlerinde de oldukça başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Makine öğrenimi ile yapılan çalışmalar günden güne artmaktadır. Eğitim, inşaat, sağlık sektöründe ve daha birçok alanda kullanılmaktadır [28].

Günümüzde makine öğrenimi ile ilgili gelişmelerin artması farklı makine öğrenimi yöntemlerini beraberinde getirmiştir. Bu yöntemler;

- Denetimli Makine Öğrenimi
- Yarı Denetimli Makine Öğrenimi
- Denetimsiz Makine Öğrenimi
- Takviyeli Makine Öğrenimi

2.2.1. Denetimli makine öğrenimi

Denetimli makine öğrenimi, sisteme yüklenen eğitim ve test veri setleriyle ve elde edilen çıktı veri seti arasında ilişki kurulması mantığına dayanmaktadır. Pekçok denetimli makine öğrenimi yöntemi vardır ve bunlar regresyon veya sınıflandırma altında toplanabilir [29].

Denetimli makine öğrenmesi, kullanılacak olan eğitim verilerini analiz ederek yeni gelen örnekleri kullanılabilir hale getirebilmek için haritalam yapmaktadır. Ayrıca burada kullanılacak olan senaryoların doğru bir şekilde çalışabilmesi görünmeyen örneklerin sınıflardaki rollerinin doğru belirlenmesini sağlar [29].

Denetimli makine öğrenmesinde iki aşama bulunmaktadır. Bunlar eğitim ve test aşamasıdır. Eğitim aşamasında kullanılacak olan verilerin bir kısmı ele alınır ve bu algoritmayla incelenip tahminler yapılır. Denetimli öğrenmede eğitim verilerinin doğru bir şekilde hazırlanması ve bu verilerin analizlerinin yapılması zaman alan bir süreç olarak bilinmektedir. Eğitim aşamasında belirlenen tahminlerin doğruluğunu test etmek için verilerin bir kısmı test aşamasına ayrılır [29].

Regresyon, bir değeri tahmin etmek için kullanılır. Regresyon analizi bir çok değişkene odaklanır. Buda tahmin için oldukça faydalıdır. Bu analizin amacı kullanılan değişkenlerden bir fonksiyon oluşturarak matematiksel bir ifade tanımlamaktır. Sınıflandırma ise regresyondan farklı olarak verileri etiketleyebilir veya onları belirli bir sınıflara ayırabilir [29].

Regresyon analizi verilerin belli bir amaca bağlı olarak sonuçlarını inceler ve bu sonuçlardan bir matematiksel ifade oluşturur. Ayrıca elde edilen bu sonuçların sürekli ve doğru olmasını öngörmeye yardımcı olur. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında gerçek ve anlamlı ilişkiler kurmaya çalışır [29].

En sık kullanılan denetimli makine öğrenmesi yöntemleri; Karar Ağaçları (RF), Yapay Sinir Ağları (YSA), Doğrusal Regresyon, Bayes Sınıflandırması, Destek Vektör Makineleri (DVM) ve K-En Yakın Komşu Algoritması'dır.

2.2.2. Yarı denetimli makine öğrenimi

Yarı Denetimli Makine Öğrenimi Denetimli Makine Öğrenimi'ne benzemektedir. Ancak hem etiketli verileri hem de etiketsiz verileri kullanabilmektedir. Kullanılacak olan verilerden etiketlenmiş olanları etiketlenmemiş olan verilerden daha az sayıda

ise denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme yetersiz kalacaktır. Bunun için kullanılacak en iyi yöntem yarı denetimli öğrenme olacaktır [30].

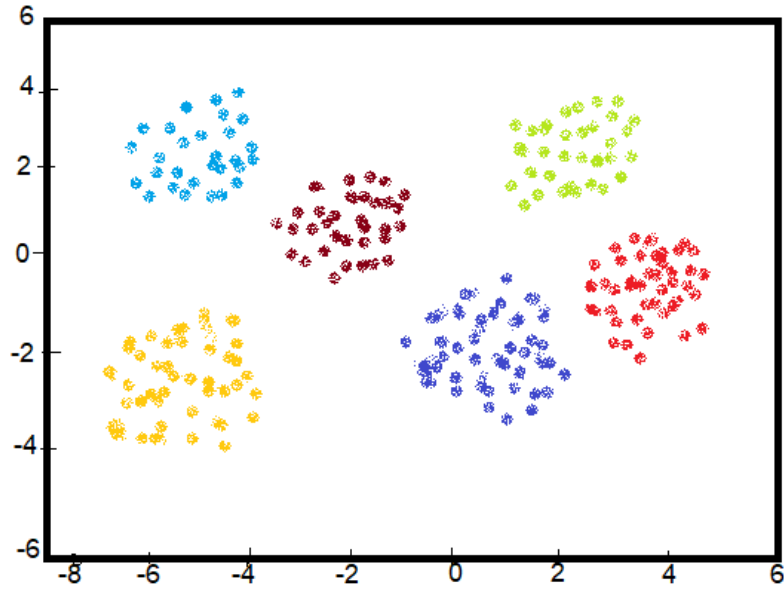
2.2.3. Denetimsiz makine öğrenimi

Denetimsiz Makine Öğrenimi'nde sistemin eğitilmesi ve etiketsiz veri kullanılması amaçlanır. Bu yöntemde asıl hedef kullanılan veri setindeki örneklerin çıktıları bilinmediği için sınıflandırma veya tanımlama değildir. Burada veri setindeki örnekler arasındaki benzerlikleri bulup kümelere ayırmaktır [30].

Denetimsiz Makine Öğrenimi'nde sadece veri girdisi vardır. Veri girdisi sadece öznitelik olan verilerden oluşmaktadır. Öznitelik verilerin sayısı bu algoritmanın performansını belirlemektedir. Öznitelik sayısı ne kadar az olursa kümeleme işlemleri daha kolay yapılabilir. Denetimsiz Makine Öğrenimi yöntemlerine Kümeleme ve Boyut Küçültme yöntemleri örnek olarak verilmektedir [29].

2.2.3.1. Kümeleme yöntemi

Kümeleme yöntemi denetimsiz makine öğrenimine ait bir yöntemdir. Kümeleme yönteminin diğer sınıflandırma yöntemlerinden farkı daha önce belirlenmemiş bir sınıfa göre gruplandırılma yapmasıdır. Burada amaç; kullanılacak olan veri setinin sonucunda oluşan alt sınıfları bulmaktır [31]. Şekil 2.1.'de denetimsiz makine öğrenmesine ait kümeleme örneği gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Kümeleme Yöntemi

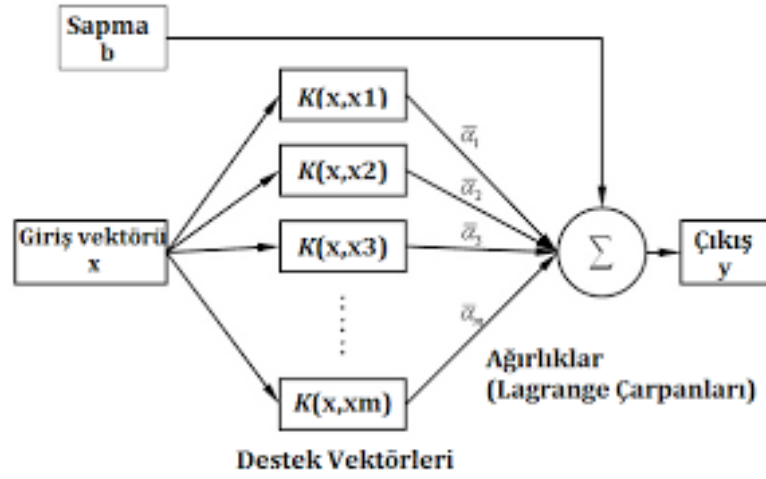
Kümeleme yöntemi matematik, makine öğrenimi, biyoloji, tıp gibi çeşitli sektörlerde farklı amaçlarda kullanılmaktadır. Özellikle perakende ve pazarlama alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır [33].

2.2.4. Takviyeli makine öğrenimi

Takviyeli Makine Öğrenimi, öğrenme süreçlerine dayanarak kendi başına tüm doğru kararları alabilmeyi nasıl öğrenebileceğini gösterir. Burada amaç makine denemesini ve hatayı öğretmektir. Oluşan çıktıların iyi ve kötü olup olmadığına dair bilgi verir. Ancak denetimli makine öğrenmesindeki gibi net bilgiler veremez. Bu makine öğrenimi yöntemi daha çok oyun programlama, robotik uygulamalar ve otomasyon gibi alanlarda kullanılmaktadır [30].

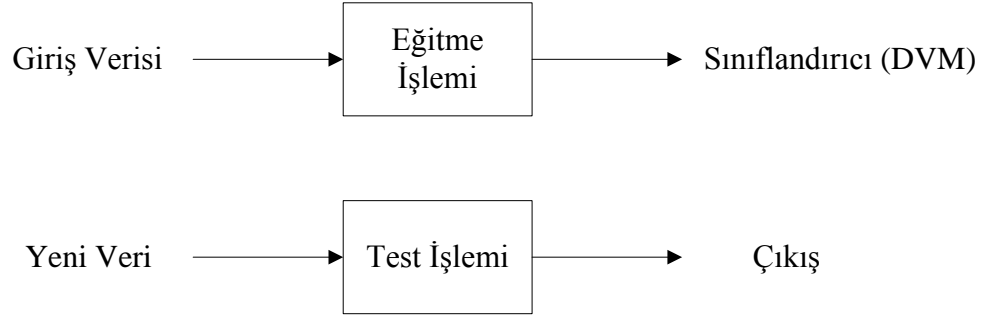
2.3. Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makineleri, 1995 yılında Cortes ve Vapnik tarafından geliştirilen sınıflandırma ve regresyon analizi için kullanılan denetimli bir makine öğrenme algoritmasıdır [35]. Denetimli öğrenmede kullanılan eğitim aşamasındaki verilerin etiketleri yani hangi sınıfa ait olduğu bellidir. Destek Vektör Makineleri öğrenme yöntemlerinin kesiştiği bir uygulamadır. DVM'nin en önemli özelliği, istatistik olarak öğrenme teorisindeki yapısal risk minimizasyonu gibi çalışmasıdır. Şekil 2.2.'de Destek Vektör Makineleri'nin genel ağ yapısı gösterilmektedir [36].



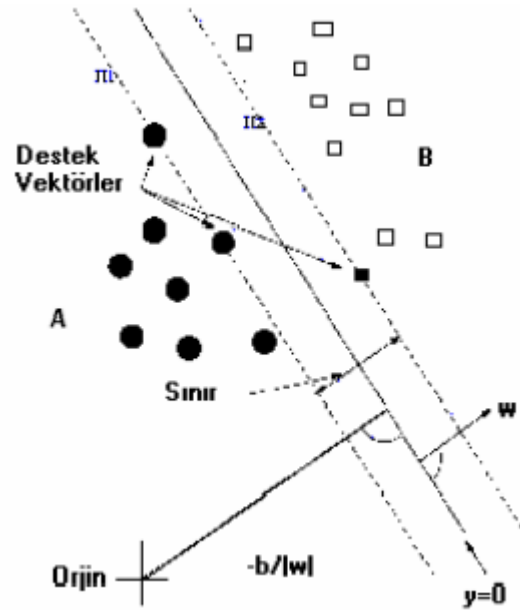
Şekil 2.2. Destek Vektör Makineleri Genel Ağ Yapısı [36].

DVM'nin amaçları arasında, sınıflandırılacak olan veri noktalarını iki sınıf noktasına mümkün olduğu kadar maksimum düzeyde ayıran düzlem doğrusunu bulmaktır. Sırayla bu sınıflar arasındaki maksimum mesafenin bulunması amaçlanmıştır. Bu sınıflamanın ana noktası, bu iki sınıfın en ucunda bulunan ve örneklerden seçilen destek vektörleridir. Bu verileri ayırmak için birçok vektör düzlemi vardır. İlk olarak sınıflar arasındaki ölçülen mesafenin sınıfların genişliği ile çarpıldığı varsayılarak ayırıcı düzlemlerin sayısı sınırlandırılmıştır. Bu hesaplama sonucunda, maksimum olan düzlemi bulmak gerekir. Bu ayırma düzleminin en iyisi iki sınıfı en üst düzeyde ayıran doğrudur. Optimum düzlem belirlenen aralıklar arasından geçer [37].



Şekil 2.3. Makine Öğrenmesi Yöntemleri Sınıflandırma Mimarisi.

Şekil 2.3.'te makine öğrenmesi yöntemleri ile sınıflandırma mimarisi gösterilmiştir. Bu sınıflandırma mimarisi destek vektör makineleri yöntemi için de geçerlidir. Verilerin bir kısmı eğitim için ayrılırken diğer kısmı test için ayrılmıştır. Çünkü sınıflandırıcıların doğruluğunu tahmin etmede eğitime tahsis edilen verilerin kullanılması daha iyi sonuçlara yol açacaktır. Burada bu verilerin birbirine oranı doğrudan hata oranını etkilemektedir [38].



Şekil 2.4. DVM Sınıflandırıcısı [37].

Şekil 2.4.'te bir destek vektör makineleri sınıflandırıcısı gösterilmektedir. Burada asıl amaç verileri ikiye ayıran en iyi düzlemi bulmaktır [37].

Destek Vektör Makinelerinin en belirgin iki özelliği güçlü altyapı ve yüksek performanstır. DVMlerin eğitim aşaması ikinci dereceden bir optimizasyon problemi gibi çözüm olarak ele alınabilir [38].

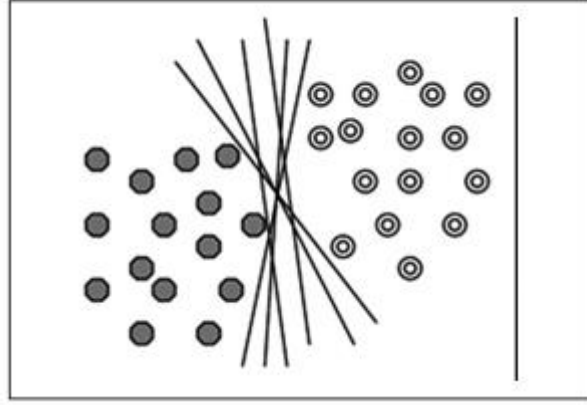
Destek Vektör Makineleri pek çok avantaja sahiptir. Doğruluk payı yüksektir. Ayrıca çok sayıda bağımsız değişkenler içerebilir. En önemli avantajlarından biri de karmaşık ve sınıflandırma problemlerini kareli optimizasyon problemlerine dönüştürüp çözmesidir. Bu sayede problemin çözümüne ilişkin aşamalarda işlem sayısı azalmakta ve diğer algoritmalara göre daha hızlı çözüme ulaşılmaktadır. Bundan dolayı büyük hacimli veri setlerinde büyük avantaj sağlamaktadır. Sınıflandırma problemlerinde hesaplama karışıklığı ve kullanılabilirlik açısından diğer makine öğrenimi yöntemlerine nazaran daha başarılıdır [39].

Destek Vektör Makineleri günümüzde birçok alanda yapılan çalışmalarda kullanılmıştır. Biyoloji, kimya, fizik, sağlık, finans, nesne tanıma, ses tanıma ve eğitim gibi pek çok alanda uygulamalarda kullanılmış olup başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Destek vektör makineleri hem regresyon hem de sınıflandırma problemlerinde çalıştırılabilir. Sınıflandırma problemlerinin birden çok türü bulunmaktadır. Bunlardan ilki hatanın bulunmadığı doğrusal olarak ayrılabilme durumudur. Bu durumda destek vektör makineleri doğrusal olarak ayırıcı bir fonksiyon oluşturur. Diğer tür ise verilerin doğrusal olarak ayrılama durumudur. Bu durumda DVM verileri doğrusal olarak ayıramaz ve çekirdek fonksiyonlarına ihtiyaç duyar [38].

2.3.1. Lineer olarak ayrılabilme durumu

Destek Vektör Makinelerinin bu durumu sadece doğrusal olarak ayrılabilen veriler için geçerlidir ve gerçek hayatta bu durumdaki problemlerle nadiren karşılaşabilmektedir. Doğrusal olarak ayrılabilen problemler DVM'nin temelini oluşturur [40].



Şekil 2.5. Doğrusal olarak ayrılan sınıflama problemi [40].

Şekil 2.5.'teki veriler doğrusaldır ve bu iki sınıfı birbirinden ayırabilen birden çok hiper düzlem çizilebilmektedir. Fakat DVM nin amacı burda en az hatayı sağlayan en iyi ayırıcı hiper düzlemi seçmektir. Seçilen bu hiper düzlem her iki sınıfa da eşit uzaklıkta olmalıdır [40].

Her N elemandan oluşan verinin $X=\{x_i,y_i\}$ $i=1,2,3,\dots,N$ olduğunu varsayalım. Burada $y_i \in \{-1,1\}$ değerleri ve $x_i \in \mathcal{R}$ özellikler vektörüdür. Bu iki veri lineer olarak ayrılabilme durumunda doğrudan aşırı düzlem ile ayrılacaktır. DVM'nin burada amacı bu aşırı düzlemin iki gruba eş uzaklıkta olmasını sağlamaktır [40].

DVM ilk olarak bu lineer olarak ayrılamayan verileri yüksek boyutlu formdaki verilere dönüştürür. Bu yüksek boyut baştaki verinin özelliklerinin boyutundan daha büyük derecede olacaktır. Bu işlemin yapılmasının amacı, aşırıdüzlem ile ayrılmasını sağlamaktır. Aşırı düzlem üzerindeki bir x noktası, w aşırı düzlemin normali ve $|b|/|w|$ uzayının orjine dik uzaklığı olmak üzere

$$w \cdot x + b = 0 \quad (2.1)$$

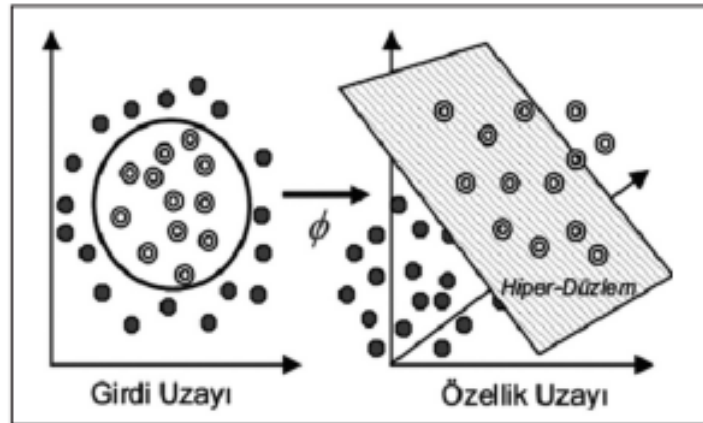
koşulunu sağlar [40].

Bu koşulda w hiper düzlemin normalini ve b yanlılığı gösteren bir değerdir. X ise bu düzlem üzerinde herhangi bir noktadır. Burada $w \cdot x$ çarpımı bir iç çarpımı göstermektedir [40].

DVM’de iki sınıfı optimal ayırmada hiper düzlemi bulmak için kareli optimizasyon probleminin çözümünde Lagrange çarpanlarından yararlanılmaktadır. Lagrange çarpanları küçükleme tipindeki problemi dual probleme dönüştürerek bu problemin daha basit bir şekilde çözülmesini sağlamaktadır [40].

2.3.2. Lineer olarak ayrılamama durumu

Gerçek problemlerde verilerin doğrusal olarak ayrılabilme durumuna pek rastlanılmamaktadır. Bu nedenle bu problemlerin çoğu doğrusal olarak ayrılabilen DVM ler ile çözülememektedir. Verilerin çizilen hiper düzlem sınırına düşmesi gibi durumlar da yanlış ayrılma olarak adlandırılmaktadır [41].



Şekil 2.6. Doğrusal olarak ayrılamayan verilerin yüksek dereceli uzaya aktarılması [39].

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi Destek Vektör Makineleri doğrusal olarak ayrılamayan problemlerle karşılaştığında orijinal verilerden sınıflandırma yapabilmek için doğrusal olmayan haritalama yaparak n boyutlu girdi uzayından daha yüksek boyuta sahip nitelik uzayına taşır. DVM daha sonra bu nitelik uzayında en iyi marjini bulabilmek için doğrusal sınıflandırma kuralını uygular. Bu kural nitelik uzayında doğrusal olması gerçeğine karşın, ilk girdi uzayına izdüşüm

yapıldığında doğrusal değildir. Doğrusal olmayan DVM bu şekilde nitelik uzayına taşındığında burada doğrusal DVM gibi davranır ve en iyi şekilde ayıracak hiper düzlemi arar [41].

2.3.3. Çekirdek (Kernel) fonksiyonları

Çekirdek fonksiyonları regresyon ve sınıflandırma problemlerinde kullanılmaktadır. Bu problemlerde özellikle benzerlik fonksiyonu olarak görev yapmaktadırlar. Çekirdek fonksiyonları destek vektör makineleri yöntemine esneklik kazandıracığı için performans açısından çok yüksek sonuçlar elde edilecektir [42].

Genellikle doğrusal olmayan iki sınıf arasındaki en iyi hiper düzlemi bulabilmek için haritalama yöntemi kullanılmaktadır. Fakat bu haritalama fonksiyonunu bulmak oldukça zordur. Bunun çözümü için çekirdek fonksiyonlarına ihtiyaç vardır. Vektörleri yüksek boyutlu nitelik uzayına haritalayıp iç çarpımı orada hesaplamak yerine değeri doğrudan iç çarpımını veren çekirdek fonksiyonu kullanmak daha doğru olacaktır [41].

Doğrusal olarak ayrılamayan verilerde bu metodun performansı sınıflandırma yaparken seçilecek olan çekirdek fonksiyonlarıyla da doğrudan ilişkilidir. Seçilecek olan bu fonksiyon yardımıyla DVM, sınıflandırılacak doğrusal olmayan verileri daha yüksek boyutlu belirleyici nitelik uzayına taşır [41].

En sık kullanılan çekirdek fonksiyonları Doğrusal Çekirdek Fonksiyonu, Polinomial Çekirdek Fonksiyonu ve Sigmoid Çekirdek Fonksiyonudur.

2.3.3.1. Doğrusal çekirdek fonksiyonu

Çekirdek fonksiyon türlerinden en basit olanıdır. $(x.y)$ iç çarpımı ile belirtilmektedir. Diğer fonksiyonlara göre daha çok özellik olan durumlarda daha iyi sonuçlar vermektedir [41]. Doğrusal çekirdek fonksiyonu aşağıdaki formül (Denklem 2.2) ile ifade edilmektedir.

$$K(x, y) = x \cdot y \quad (2.2)$$

2.3.3.2. Polinomial çekirdek fonksiyonu

Polinomial çekirdek fonksiyonu diğer çekirdek fonksiyonlarına göre daha fazla parameter içermekte ve hesaplanması, uygulanması daha kolaydır [41]. Aşağıdaki formül (Denklem 2.3) ile ifade edilmektedir.

$$K(x, y) = [(x \cdot y) + c]^d \quad (2.3)$$

Denklemden $\langle x \cdot y \rangle$ iç çarpanını, c sabit terimi ve d ise polinom derecesini ifade etmektedir.

2.3.3.3. Sigmoid çekirdek fonksiyonu

Sigmoid çekirdek fonksiyonu aşağıdaki formül (Denklem 2.4) ile ifade edilmektedir.

$$K(x, y) = \tan(\alpha x \cdot y + c) \quad (2.4)$$

Denklemden c sabit terimi, α eğimi, $\langle x \cdot y \rangle$ ise iç çarpanı ifade etmektedir.

2.4. Çok Sınıflı Destek Vektör Makineleri

DVM'nin birden fazla sınıflı problemi ayırması için temel olarak kullanılan iki yaklaşım vardır. Bunlardan birincisi DVM için kullanılan Lagrange fonksiyonudur. Burada sınıf sayısı arttıkça hatalar artmaya başladığı için bu yöntem çok tercih edilmemektedir [38].

İkincisi ise destek vektör makinelerinin ikili sınıflar şeklinde sınıflandırma yapacak şekilde çalışmasını sağlamaktır. Bu kullanımda bire karşı bir, bire karşı hepsi ve döngüsel olmayan yaklaşımlar kullanılmaktadır [38].

Bire karşı bir yönteminde sınıflardaki her bir örnek küme diğer kümelerle tek tek eğitilir. Yani N tane farklı sınıfın olması durumunda $N(N-1)/2$ adet eğitme işlemi yapılır. Daha sonra test aşamasında gelen örneğin diğer sınıflarla kıyaslanarak ait olduğu sınıf bulunur [38].

Bire karşı hepsi yönteminde ise eğitilecek olan her bir küme, geri kalanların hepsi bir kümeye aitmiş gibi düşünülerek eğitilir. Yani N farklı sınıf var ise N tane eğitme işlemi yapılır [38].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan veri seti, veri setinin ön işleme ve kullanılan yöntem hakkında genel bilgiler verilmiştir.

3.1. Materyal

Yapılan çalışmanın amacı; üniversite öğrencilerinin okudukları bölümle kendi ilgi alanlarına uygun olan başarılı olabilecekleri teknik seçmeli dersleri seçmelerini sağlamaktır. Veri seti, Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun olan 159 öğrencinin transkript bilgilerini içermektedir. Bilgisayar Mühendisliği bölümünde 8 yarıyıl boyunca alınan zorunlu dersler seçilip veri seti oluşturulmuştur. Veri setinde her öğrencinin aldığı 35 adet zorunlu ders ve 27 adet seçmeli ders bulunmaktadır. Bu veri setlerine Min-Max Normalizasyonu yapılmış olup uygulamada bu haliyle kullanılmıştır.

3.2. Veri Ön İşleme

Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun olan 159 öğrenciden alınan transkript verilerine korelasyon analizi uygulanmış ve seçmeli dersler üzerinde etkisinin olmadığı ya da hesaplanamayan dersler veri setinden çıkarılmıştır. Çıkarılan bu 5 ders aşağıda verilmiştir.

- Türk Dili ve Edebiyatı
- İngilizce
- Atatürk İlk. Ve İnk.

- Bilgisayar Mühendisliği Tasarımı
- Bitirme Çalışması

159 öğrencinin transkriptinde yer alan dersler yatay geçiş, erasmus, farabi vb sebeplerden dolayı farklılık göstermektedir. Oluşturulan veri setindeki zorunlu derslerde not bulunmayan tüm satırlar silinmiştir. 159 öğrencinin seçmiş olduğu seçmeli dersler arasından her bir seçmeli dersi kaç kişinin seçtiği yüzdelik olarak belirlenmiş olup %10'nun altında öğrencinin seçmiş olduğu seçmeli dersler modelin doğruluğu sağlanamayacağından veri setinden çıkarılmıştır.

Zorunlu olan derslerin seçmeli dersler ile ayrı ayrı korelasyonları yapılmıştır. Bu korelasyonlar belirlenirken veri setinin tamamı eğitim olarak kullanılmamıştır. Doğrulama yapılabilmesi için veri setinin eğitim ve test olarak ayrılması gerekmektedir. Her veri seti %70 eğitim ve %30 test olarak ayrılmıştır. Her dersi seçen öğrenci sayısı farklı olduğu için test veri sayısı da farklılık göstermektedir. Her seçmeli dersin ayrıldığı test ve eğitim verilerinin dağılımı Tablo 3.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Seçmeli derslerin doğrulama yapılabilmesi için ayrılan test ve eğitim veri sayıları

Seçmeli Dersler	Eğitim-Test Veri Sayıları
Mobil Uygulama Geliştirme	Veri setinin ilk 15 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Finansal BT Yönetimi	Veri setinin ilk 15 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	Veri setinin ilk 15 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	Veri setinin ilk 38 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Derleyici Tasarımı	Veri setinin ilk 20 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Optimizasyon	Veri setinin ilk 24 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Bilgisayar Grafiği	Veri setinin ilk 6 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Kriptolojiye Giriş	Veri setinin ilk 7 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	Veri setinin ilk 9 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı. Giriş	Veri setinin ilk 7 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Yazılım Testi	Veri setinin ilk 7 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	Veri setinin ilk 22 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Ağ Programlama	Veri setinin ilk 20 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Proje Yönetimi	Veri setinin ilk 20 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları	Veri setinin ilk 8 satırı test, geri kalanı eğitim için ayrılmıştır.

Zorunlu derslerin seçmeli dersler üzerindeki korelasyonları ayrı ayrı hesaplanarak bu hesaplamalar sonucunda her bir dersin başarılı ve başarısız sayıları çıkarılmıştır. Yapılan bu korelasyonda 0 değeri ilişki olmadığını, 1 değeri tam ilişkili olduğunu ve aradaki değerlerde ise 1'e yaklaştıkça korelasyonun (ilişkinin) arttığını aksi yönde korelasyonun azaldığını göstermektedir. Örnek olarak zorunlu derslerin Optimizasyon seçmeli dersi üzerindeki korelasyon sonuçları Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Zorunlu derslerin Optimizasyon seçmeli dersi üzerindeki korelasyon sonuçları

Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0,380781
Programlamaya Giriş	0,285807
Matematik I	0,265347
Fizik I	0,082067
Bilgisayar Mühendisliğine Giriş	0,087510
Nesneye Dayalı Programlama	0,128705
Web Teknolojileri	0,018916
Olasılık ve İstatistik	0,374488
Matematik II	0,181002
Fizik II	0,351563
Web Programlama	0,105579
Mantık Devreleri	0,251169
Veri Yapıları	0,313644
Sayısal Analiz	0,320512
Elektrik Devre Temelleri	0,202396
Programlama Dillerinin Prensipleri	0,199125
Ayrık İşlemsel Yapılar	0,349691
Bilgisayar Organizasyonu	0,337908
Diferansiyel Denklemler	0,260088
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0,247348
Veri İletişimi	0,239647
İşletim Sistemleri	0,413525
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0,307607
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0,345799
İşaretler ve Sistemler	0,338996
Yazılım Mühendisliği	0,251911

Tablo 3.2. (Devamı)

Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Sistem Programlama	0,190060
Mikroişlemcili Sistemler ve Lab.	0,283174
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0,221851
Bilgisayar Ağları	0,422890
Optimizasyon	1,000000

Tablo 3.3.'te her bir seçmeli dersin başarılı ve başarısız sayıları verilmiştir.

Tablo 3.3. Korelasyon sonucu seçmeli derslerdeki başarılı ve başarısız sayıları

Seçmeli Dersler	Başarılı Sayısı	Başarısız Sayısı
Mobil Uygulama Geliştirme	25	27
Finansal BT Yönetimi	51	5
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	42	6
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	46	82
Ağ Programlama	38	31
Proje Yönetimi	55	15
Derleyici Tasarımı	56	11
Optimizasyon	49	32
Bilgisayar Grafiği	14	8
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	23	9
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	49	27
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları	17	11
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı. Giriş	19	5
Yazılım Testi	17	7
Kriptolojiye Giriş	14	10

Seçmeli derslerden Güvenli Yazılım Geliştirmeleri ve Devops dersinin diğer derslerle korelasyonlarının sonucu 0 çıktığı için veri setinden çıkarılmıştır. Diğer derslerle yapılan korelasyon sonuçları Ek 1'de verilmiştir.

3.3. Yöntem

Üniversite öğrencilerine ilgi alanlarına göre seçecekleri teknik seçmeli dersleri öneren bu çalışmada DVM algoritması kullanılmıştır. DVM algoritması diğer makine öğrenimi yöntemlerine göre özellikle desteksiz öğrenmede kümeleme işlemlerinde yüksek doğruluk sonuçlarının alındığı bilinmektedir. Çalışmada kullanılan veri seti Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun olan öğrencilerin transkript verilerinden oluşmaktadır. Uygulamada 15 farklı seçmeli ders üzerinde yoğunlaşmış olup 15 farklı DVM modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu 15 farklı DVM modeli sonucunda eğitim ve test hata oranları çıkarılmıştır. Ayrıca her seçmeli ders için gerçek ve tahmini değerlere göre ROC Analizi yapılmıştır.

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde oluşturulan DVM modeli sonucunda eğitim ve test hata oranları, gerçek/tahmin değerlerine göre yapılan ROC Analizi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Geliştirilen DVM Metodu Kullanılarak Hesaplanan Uygulama Sonuçları

DVM alanında başarılı bir kütüphane olan Accord.Net kullanılarak geliştirilen sistemde 15 farklı veri seti ile 15 farklı DVM modeli oluşturulmuştur. DVM modeli sonucunda çıkan test ve eğitim hata oranları hesaplanmıştır. Uygulama sonucunda en iyi test değerini elde edebilmek için DVM algoritmasında etkili bir parametre olan karmaşıklık parametresine sırasıyla 1 ile 1000 arasında 6 farklı değer verilmiştir. Bu değerler 1, 10, 100, 250, 500 ve 1000 değerleridir. Burada amaç en iyi test değerini yani 0'a en yakın değeri bulabilmektir.

15 farklı veri seti için 1 değeri verildiğinde 0'a en yakın olan yani en iyi test hata oranı 0 değeri ile Bilgisayar Grafiği seçmeli dersi olarak görülmektedir. Ayrıca en kötü test hata oranı ise 0,4666 oranı ile Mobil Uygulama Geliştirme dersidir. DVM modeline 1 karmaşıklık değeri verildiğinde çıkan eğitim ve test hata oranları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (1 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0,2037	0,3181
Bilgisayar Grafiği	0,0625	0
Bulanık Mantık ve YSA	0,0588	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0,15	0,375
Derleyici Tasarımı	0,1276	0,25

Tablo 4.1. (Devamı)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Finansal BT Uygulamaları	0,0731	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,1818	0,4105
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0,1739	0,3333
Kriptolojiye Giriş	0,1176	0,4285
Mobil Uygulama Geliştirme	0,8108	0,4666
Optimizasyon	0,1403	0,375
Proje Yönetimi	0,14	0,3
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0,0303	0,1333
Yazılım Testi	0,2352	0,2857
Ağ Programlama	0,1020	0,2

15 farklı veri seti için 10 karmaşıklık değeri verilerek elde edilen en iyi test hata oranı 0 değeri ile Kriptolojiye Giriş dersi olarak görülmektedir. En kötü test hata oranı ise 0,5714 değeri ile Yazılım Testi dersi olarak belirlenmiştir. DVM modeline 10 karmaşıklık değeri verildiğinde hesaplanan eğitim ve test hata oranları Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (10 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0,0555	0,5454
Bilgisayar Grafiği	0	0,1666
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,25
Derleyici Tasarımı	0,0638	0,25
Finansal BT Uygulamaları	0	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,1136	0,3421
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0	0,4444
Kriptolojiye Giriş	0	0
Mobil Uygulama Geliştirme	0	0,4666
Optimizasyon	0,0701	0,25
Proje Yönetimi	0	0,25
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0	0,1333
Yazılım Testi	0	0,5714
Ağ Programlama	0,0408	0,15

15 farklı veri seti için 100 karmaşıklık değeri verilerek elde edilen en iyi test hata oranı 0 değeri ile Kriptolojiye Giriş dersi olarak belirlenmiştir. Ayrıca en kötü test hata oranı ise 0,5714 değeri ile Yazılım Testi olarak belirlenmiştir. 100 karmaşıklık değeri sonucu hesaplanan eğitim ve test hata oranları Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (100 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0	0,4545
Bilgisayar Grafiği	0	0,1666
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,25
Derleyici Tasarımı	0	0,35
Finansal BT Uygulamaları	0	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,0795	0,3947
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0	0,4444
Kriptolojiye Giriş	0	0
Mobil Uygulama Geliştirme	08	0,4666
Optimizasyon	0	0,2916
Proje Yönetimi	0	0,3
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0	0,1333
Yazılım Testi	0	0,5714
Ağ Programlama	0	0,3

15 farklı veri seti için 250 değeri verilerek elde edilen en iyi test hata oranı 0 değeri ile Kriptolojiye Giriş, en kötü test hata oranı ise 0,5714 değeri ile Yazılım Testi dersi olarak belirlenmiştir. DVM modeline 250 karmaşıklık değeri verilerek elde edilen eğitim ve test hata oranları Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (250 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0	0,4545
Bilgisayar Grafiği	0	0,1666
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,25
Derleyici Tasarımı	0	0,35
Finansal BT Uygulamaları	0	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,0681	0,3684
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0	0,4444
Kriptolojiye Giriş	0	0
Mobil Uygulama Geliştirme	0	0,4666
Optimizasyon	0	0,2916
Proje Yönetimi	0	0,3
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0	0,1333
Yazılım Testi	0	0,5714
Ağ Programlama	0	0,3

15 farklı veri seti için DVM modeline 500 karmaşıklık değeri verilerek elde edilen en iyi test hata oranı 0 değeri ile Kriptolojiye Giriş dersi olarak belirlenmiştir. Ayrıca en kötü test hata oranı ise 0,5714 değeri ile Yazılım Testi dersi olarak belirlenmiştir. Bu 500 karmaşıklık değeri sonucunda hesaplanan eğitim ve test hata oranları Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (500 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0	0,4545
Bilgisayar Grafiği	0	0,1666
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,25
Derleyici Tasarımı	0	0,35
Finansal BT Uygulamaları	0	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,0681	0,3684
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0	0,4444
Kriptolojiye Giriş	0	0
Mobil Uygulama Geliştirme	0	0,4666
Optimizasyon	0	0,2916

Tablo 4.5. (Devamı)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Proje Yönetimi	0	0,3
Bilgisayar Grafiği	0	0,1333
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,5714
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,3

15 farklı veri seti için 1000 karmaşıklık değeri verilerek elde edilen en iyi test hata oranı 0 değeri ile Kriptolojiye Giriş dersi olarak bulunmuştur. Ayrıca en kötü test hata oranı ise Yazılım Testi dersi olarak belirlenmiştir. DVM modeline verilen 1000 karmaşıklık değeri sonucu elde edilen eğitim ve test hata oranları Tablo 4.6.'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Elde edilen eğitim ve test hata oranları (1000 değeri)

Seçmeli Dersler	Eğitim Hata Oranı	Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0	0,4545
Bilgisayar Grafiği	0	0,1666
Bulanık Mantık ve YSA	0	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0	0,25
Derleyici Tasarımı	0	0,35
Finansal BT Uygulamaları	0	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,0795	0,3947
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0	0,4444
Kriptolojiye Giriş	0	0
Mobil Uygulama Geliştirme	0	0,4666
Optimizasyon	0	0,2916
Proje Yönetimi	0	0,3
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0	0,1333
Yazılım Testi	0	0,5714
Ağ Programlama	0	0,3

15 veri setine uygulanan DVM modeli sonucundaki eğitim ve test hata oranları verilen 1 ile 1000 arasındaki karmaşıklık değerlerine göre farklılık göstermektedir. Seçmeli derslerin DVM modeli sonucunda en iyi test hata oranları yani 0'a yakın değerleri Tablo 4.7.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Seçmeli derslerin en iyi test hata oranları

Seçmeli Dersler	En İyi Test Hata Oranı
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	0,3181
Bilgisayar Grafiği	0
Bulanık Mantık ve YSA	0,2857
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağ.	0,25
Derleyici Tasarımı	0,25
Finansal BT Uygulamaları	0,1333
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	0,3421
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	0,3333
Kriptolojiye Giriş	0
Mobil Uygulama Geliştirme	0,4666
Optimizasyon	0,25
Proje Yönetimi	0,25
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	0,1333
Yazılım Testi	0,2857
Ağ Programlama	0,15

Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları, Yazılım Testi, Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları, Bilgisayar Grafiği dersleri için oluşan DVM modelindeki en iyi test hata oranı 1 değeri verildiğinde hesaplanmaktadır. Optimizasyon, Proje Yönetimi, Girişimcilik ve Proje Yönetimi, Ağ Programlama dersleri için en iyi test hata oranı 10 değeri verildiğinde hesaplanmaktadır. Kriptoloji dersi için en iyi test hata oranı DVM modeline 10, 100, 250, 500 ve 1000 değeri verildiğinde hesaplanmaktadır. Bu değerler sonucunda oluşan test hata oranı aynı olup sonuç 0'dır. Derleyici Tasarımı dersi için en iyi test hata oranı DVM modeline 1 ve 10 değeri verildiğinde hesaplanmaktadır. Bu değerler verildiğinde oluşan sonuç aynı olup 0,25'dir. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için en iyi test hata oranı 1 ile 1000 arasında verilen değerlerden 10, 100, 250, 500 ve 1000 değeri sonucunda hesaplanmaktadır. Bu değer 0,25 olarak çıkmıştır. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları, Finansal BT Uygulamaları, Mobil Uygulama Geliştirme, Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersleri için test hata oranı 1 ile 1000 değerleri arasında verilen 6 farklı değerde aynı sonuçta çıkmıştır.

4.2. ROC Analizi Sonuçları

Uygulamada kullanılan 15 farklı veri setinin %70'i eğitim, geri kalan %30'u test amaçlı kullanılmıştır. Her bir seçmeli dersi alan öğrenci sayısı farklı olduğu için 15 veri setinde kullanılan eğitim ve test veri sayıları farklılık göstermektedir.

Nesnelerin İnterneti dersi için veri setinin ilk 22 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.8.'de Nesnelerin İnterneti dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.8. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	5	17
Negatif	2	3	5
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 12/14 * 100 = 85,71\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/8 * 100 = 37,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 15/22 * 100 = 68,18\%$$

Nesnelerin İnterneti dersi test verisi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	6	4	10
Negatif	8	4	12
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 6/14 * 100 = 42,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 4/8 * 100 = 50\%$$

$$\text{Doğruluk} = 10/22 * 100 = 45,45\%$$

Nesnelerin İnterneti dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	5	3	8
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 9/14 * 100 = 64,28\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/8 * 100 = 37,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 12/22 * 100 = 54,54\%$$

Nesnelerin İnterneti dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.11.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.11. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	5	3	8
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 9/14 * 100 = 64,28\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/8 * 100 = 37,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 12/22 * 100 = 54,54\%$$

Nesnelerin İnterneti dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	5	3	8
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 9/14 * 100 = 64,28\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/8 * 100 = 37,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 12/22 * 100 = 54,54\%$$

Nesnelerin İnterneti dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Nesnelerin İnterneti dersi test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	5	3	8
Toplam	14	8	22

$$\text{Duyarlılık} = 9/14 * 100 = 64,28\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/8 * 100 = 37,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 12/22 * 100 = 54,54\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi için veri setinin ilk 6 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.14.'te Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.14. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	2	2
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/6 * 100 = 100\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	1	2	3
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 3/4 * 100 = 75\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/6 * 100 = 83,33\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.16.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	1	2	3
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 3/4 * 100 = 75\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/6 * 100 = 83,33\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.17.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	1	2	3
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 3/4 * 100 = 75\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/6 * 100 = 83,33\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	1	2	3
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 3/4 * 100 = 75\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/6 * 100 = 83,33\%$$

Bilgisayar Grafiği dersi test verisi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.19.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.19. Bilgisayar Grafiği dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	1	2	3
Toplam	4	2	6

$$\text{Duyarlılık} = 3/4 * 100 = 75\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/2 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/6 * 100 = 83,33\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için veri setinin ilk 7 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.20.'de Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.20. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş Dersi dersi test verisi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(10 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.22.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.22. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(100 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi test verisi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.23.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.23. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(250 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.24.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.24. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(500 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.25.'te verilmiştir.

Tablo 4.25. Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 5/5 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/7 * 100 = 71,42\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için veri setinin ilk 8 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.26.'da Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.26. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(1 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	2	0	2
Negatif	3	3	6
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 2/5 * 100 = 40\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/6 * 100 = 50\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/8 * 100 = 62,5\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.27.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.27. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	2	3	5
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/8 * 100 = 75\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.28. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	2	3	5
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/8 * 100 = 75\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.29.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.29. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	2	3	5
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/8 * 100 = 75\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.30.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.30. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları
(500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	2	3	5
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/8 * 100 = 75\%$$

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi test verisi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.31.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.31. Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	0	3
Negatif	2	3	5
Toplam	5	3	8

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/8 * 100 = 75\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için veri setinin ilk 20 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.32.'de Derleyici Tasarımı dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.32. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	15	5	20
Negatif	0	0	0
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 15/15 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/5 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 15/20 * 100 = 75\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.33.'te verilmiştir.

Tablo 4.33. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	14	4	18
Negatif	1	1	2
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 14/15 * 100 = 93\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/5 * 100 = 20\%$$

$$\text{Doğruluk} = 15/20 * 100 = 75\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.34.'te verilmiştir.

Tablo 4.34. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	3	1	4
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/15 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/5 * 100 = 20\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/20 * 100 = 65\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.35.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.35. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	3	1	4
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/15 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/5 * 100 = 20\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/20 * 100 = 65\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.36.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.36. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	3	1	4
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/15 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/5 * 100 = 20\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/20 * 100 = 65\%$$

Derleyici Tasarımı dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.37.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.37. Derleyici Tasarımı dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	3	1	4
Toplam	15	5	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/15 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/5 * 100 = 20\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/20 * 100 = 65\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için veri setinin ilk 15 satırı test amaçlı kullanılmıştır. Tablo 4.38.'de Finansal BT Uygulamaları dersi test verisi için DVM modeline 1 değeri verildiğinde ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.38. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.39.'da verilmiştir.

Tablo 4.39. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.40.'ta verilmiştir.

Tablo 4.40. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.41.'de verilmiştir.

Tablo 4.41. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.42.'de verilmiştir.

Tablo 4.42. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Finansal BT Uygulamaları dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.43.'te verilmiştir.

Tablo 4.43. Finansal BT Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi veri setinin ilk 38 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.44.'te DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.44. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	14	18	32
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 4/18 * 100 = 22,22\%$$

$$\text{Seçicilik} = 18/20 * 100 = 90\%$$

$$\text{Doğruluk} = 22/38 * 100 = 57,89\%$$

Tablo 4.45.'te Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.45. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	3	11
Negatif	10	17	27
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 8/18 * 100 = 44,44\%$$

$$\text{Seçicilik} = 17/20 * 100 = 85\%$$

$$\text{Doğruluk} = 25/38 * 100 = 65,78\%$$

Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.46.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.46. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	5	13
Negatif	10	15	25
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 8/18 * 100 = 44,44\%$$

$$\text{Seçicilik} = 15/20 * 100 = 75\%$$

$$\text{Doğruluk} = 23/38 * 100 = 60,52\%$$

Tablo 4.47.'de Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için DVM modeline verilen 250 değeri sonucunda hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.47. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	9	15	24
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 9/18 * 100 = 50\%$$

$$\text{Seçicilik} = 15/20 * 100 = 75\%$$

$$\text{Doğruluk} = 24/38 * 100 = 63,15\%$$

Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.48.'de verilmiştir.

Tablo 4.48. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	9	5	14
Negatif	9	15	24
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 9/18 * 100 = 50\%$$

$$\text{Seçicilik} = 15/20 * 100 = 75\%$$

$$\text{Doğruluk} = 24/38 * 100 = 63,15\%$$

Tablo 4.49.'da Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için DVM modeline verilen 1000 değeri sonucunda hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.49. Girişimcilik ve Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	5	13
Negatif	10	15	25
Toplam	18	20	38

$$\text{Duyarlılık} = 8/18 * 100 = 44,44\%$$

$$\text{Seçicilik} = 15/20 * 100 = 75\%$$

$$\text{Doğruluk} = 23/38 * 100 = 60,52\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi veri setinin ilk 9 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.50.'de bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.50. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	6	3	9
Negatif	0	0	0
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 6/6 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/3 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 6/9 * 100 = 66,66\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.51.'de verilmiştir.

Tablo 4.51. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	2	1	3
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 4/6 * 100 = 66,66\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/3 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/9 * 100 = 55,55\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.52.'de verilmiştir.

Tablo 4.52. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	2	1	3
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 4/6 * 100 = 66,66\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/3 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/9 * 100 = 55,55\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.53.'te verilmiştir.

Tablo 4.53. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	2	1	3
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 4/6 * 100 = 66,66\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/3 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/9 * 100 = 55,55\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.54.'te verilmiştir.

Tablo 4.54. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları

(500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	2	1	3
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 4/6 * 100 = 66,66\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/3 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/9 * 100 = 55,55\%$$

Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.55.'te verilmiştir.

Tablo 4.55. Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	2	6
Negatif	2	1	3
Toplam	6	3	9

$$\text{Duyarlılık} = 4/6 * 100 = 66,66\%$$

$$\text{Seçicilik} = 1/3 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 5/9 * 100 = 55,55\%$$

Kriptolojiye Giriş dersi veri setinin ilk 7 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.56.'da bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.56. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	1	0	1
Negatif	3	3	6
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 1/4 * 100 = 25\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 4/7 * 100 = 57,14\%$$

Tablo 4.57.'de Kriptolojiye Giriş dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.57. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	3	3
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 7/7 * 100 = 100\%$$

Kriptolojiye Giriş dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.58.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.58. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	3	3
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 7/7 * 100 = 100\%$$

Kriptolojiye Giriş dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları Tablo 4.59.'da verilmiştir.

Tablo 4.59. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	3	3
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 7/7 * 100 = 100\%$$

Tablo 4.60.'da Kriptolojiye Giriş dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.60. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	3	3
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 7/7 * 100 = 100\%$$

Kriptolojiye Giriş dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.61.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.61. Kriptolojiye Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	4	0	4
Negatif	0	3	3
Toplam	4	3	7

$$\text{Duyarlılık} = 4/4 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 3/3 * 100 = 100\%$$

$$\text{Doğruluk} = 7/7 * 100 = 100\%$$

Mobil Uygulama Geliştirme dersi veri setinin ilk 15 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.62.'de bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.62. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	2	2	4
Negatif	5	6	11
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık} = 2/7 * 100 = 28,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/8 * 100 = 75\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/15 * 100 = 53,33\%$$

Mobil Uygulama Geliştirme dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.63.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.63. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	3	6
Negatif	4	5	9
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 5/8 * 100 = 62,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/15 * 100 = 53,33\%$$

Tablo 4.64.'te Mobil Uygulama Geliştirme dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.64. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	3	6
Negatif	4	5	9
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 5/8 * 100 = 62,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/15 * 100 = 53,33\%$$

Mobil Uygulama Geliştirme dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.65.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.65. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	3	6
Negatif	4	5	9
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 5/8 * 100 = 62,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/15 * 100 = 53,33\%$$

Tablo 4.66.'da Mobil Uygulama Geliştirme dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.66. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	3	6
Negatif	4	5	9
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 5/8 * 100 = 62,5\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/15 * 100 = 53,33\%$$

Mobil Uygulama Geliştirme dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.67.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.67. Mobil Uygulama Geliştirme dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	3	6
Negatif	4	5	9
Toplam	7	8	15

$$\text{Duyarlılık}=3/7*100=42,85\%$$

$$\text{Seçicilik}=5/8*100=62,5\%$$

$$\text{Doğruluk}=8/15*100=53,33\%$$

Optimizasyon dersi veri setinin ilk 24 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.68.'de bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.68. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	11	6	17
Negatif	3	4	7
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık}=11/14*100=78,57\%$$

$$\text{Seçicilik}=4/10*100=40\%$$

$$\text{Doğruluk}=15/24*100=62,5\%$$

Optimizasyon dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.69.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.69. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	2	6	8
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık}=12/14*100=85,71\%$$

$$\text{Seçicilik}=6/10*100=60\%$$

$$\text{Doğruluk}=18/24*100=75\%$$

Tablo 4.70.'te Optimizasyon dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.70. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	11	4	15
Negatif	3	6	9
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık} = 11/14 * 100 = 78,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 17/24 * 100 = 70,83\%$$

Optimizasyon dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.71.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.71. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	11	4	15
Negatif	3	6	9
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık} = 11/14 * 100 = 78,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 17/24 * 100 = 70,83\%$$

Optimizasyon dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.72.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.72. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	11	4	15
Negatif	3	6	9
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık} = 11/14 * 100 = 78,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 17/24 * 100 = 70,83\%$$

Tablo 4.73.'te Optimizasyon dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.73. Optimizasyon dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	11	4	15
Negatif	3	6	9
Toplam	14	10	24

$$\text{Duyarlılık} = 11/14 * 100 = 78,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 17/24 * 100 = 70,83\%$$

Proje Yönetimi dersi veri setinin ilk 20 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.74.'te bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.74. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	14	5	19
Negatif	0	0	0
Toplam	14	5	19

$$\text{Duyarlılık} = 14/14 * 100 = 78,57\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/19 * 100 = 73,68\%$$

Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.75.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.75. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	4	17
Negatif	1	2	3
Toplam	14	6	20

$$\text{Duyarlılık} = 13/14 * 100 = 92,85\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/6 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 15/20 * 100 = 75\%$$

Tablo 4.76.'da Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.76. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	2	2	4
Toplam	14	6	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/14 * 100 = 85,71\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/6 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.77.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.77. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	2	2	4
Toplam	14	6	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/14 * 100 = 85,71\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/6 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Tablo 4.78.'de Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.78. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	2	2	4
Toplam	14	6	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/14 * 100 = 85,71\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/6 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Proje Yönetimi dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.79.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.79. Proje Yönetimi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	12	4	16
Negatif	2	2	4
Toplam	14	6	20

$$\text{Duyarlılık} = 12/14 * 100 = 85,71\%$$

$$\text{Seçicilik} = 2/6 * 100 = 33,33\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi veri setinin ilk 15 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.80.'de bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.80. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.81.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.81. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.82.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.82. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.83.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.83. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.84.'te verilmiştir.

Tablo 4.84. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.85.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.85. Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	13	2	15
Negatif	0	0	0
Toplam	13	2	15

$$\text{Duyarlılık} = 13/13 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 13/15 * 100 = 86,66\%$$

Yazılım Testi dersi veri setinin ilk 7 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.86.'da bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.86.Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	5	2	7
Negatif	0	0	0
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık}=5/5*100=100\%$$

$$\text{Seçicilik}=0/2*100=0\%$$

$$\text{Doğruluk}=5/7*100=71,42\%$$

Tablo 4.87.'de Yazılım Testi dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.87.Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	2	5
Negatif	2	0	2
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık}=3/5*100=60\%$$

$$\text{Seçicilik}=0/2*100=0\%$$

$$\text{Doğruluk}=3/7*100=42,85\%$$

Yazılım Testi dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.88.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.88. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	2	5
Negatif	2	0	2
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

Yazılım Testi dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.89.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.89. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	2	5
Negatif	2	0	2
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

Tablo 4.90.'da Yazılım Testi dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.90. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	2	5
Negatif	2	0	2
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

Yazılım Testi dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.91.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.91. Yazılım Testi dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	3	2	5
Negatif	2	0	2
Toplam	5	2	7

$$\text{Duyarlılık} = 3/5 * 100 = 60\%$$

$$\text{Seçicilik} = 0/2 * 100 = 0\%$$

$$\text{Doğruluk} = 3/7 * 100 = 42,85\%$$

Ağ Programlama dersi veri setinin ilk 20 satırı test için kullanılmıştır. Tablo 4.92.'de bu ders için DVM modeline 1 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.92. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	2	10
Negatif	2	8	10
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Doğruluk} = 8/10 * 100 = 80\%$$

Tablo 4.93.'te Ağ Programlama dersi için DVM modeline 10 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.93. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (10 değeri için)

Test Sonucu	Gerçek Durum		
	Pozitif	Negatif	
Pozitif	10	3	13
Negatif	0	7	7
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 10/10 * 100 = 100\%$$

$$\text{Seçicilik} = 7/10 * 100 = 70\%$$

$$\text{Doğruluk} = 17/20 * 100 = 85\%$$

Ağ Programlama dersi için DVM modeline 100 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.94.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.94. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (100 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	4	12
Negatif	2	6	8
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Tablo 4.95.'te Ağ Programlama dersi için DVM modeline 250 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.95. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (250 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	4	12
Negatif	2	6	8
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Ağ Programlama dersi için DVM modeline 500 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları Tablo 4.96.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.96. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (500 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	4	12
Negatif	2	6	8
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

Tablo 4.97.'de Ağ Programlama dersi için DVM modeline 1000 değeri verildiğinde hesaplanan ROC analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.97. Ağ Programlama dersi için test verilerinin ROC analiz sonuçları (1000 değeri için)

Gerçek Durum			
Test Sonucu	Pozitif	Negatif	
Pozitif	8	4	12
Negatif	2	6	8
Toplam	10	10	20

$$\text{Duyarlılık} = 8/10 * 100 = 80\%$$

$$\text{Seçicilik} = 6/10 * 100 = 60\%$$

$$\text{Doğruluk} = 14/20 * 100 = 70\%$$

15 farklı veri seti için DVM modeline 1 ile 1000 arası 6 farklı değer verildiğinde çıkan sonuçlara ROC analizi uygulanmıştır. Duyarlılık gerçek pozitif durumlar arasından pozitif durumları ayırt edebilme olasılığıdır. Seçicilik ise gerçek negatif durumlar arasından negatif durumları ayırt edebilme olasılığıdır. ROC analizi sonucunda duyarlılık ve seçicilik oranlarının yüksek olması beklenir. Doğruluk ise seçicilik ve duyarlılık oranının ortak sonucudur. Tablo 4.98.'de seçmeli derslerin en iyi doğruluk sonucunun elde edildiği karmaşıklık değeri ve en iyi doğruluk yüzdesi gösterilmektedir.

Tablo 4.98. Seçmeli derslerin en iyi doğruluk sonucunun elde edildiği karmaşıklık değeri ve en iyi doğruluk yüzdesi

Seçmeli Dersler	Karmaşıklık Değeri	Elde Edilen En İyi Doğruluk %
Mobil Uygulama Geliştirme	1,10,100,250,500,1000	53,33
Finansal BT Yönetimi	1,10,100,250,500,1000	86,66
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	1,10,100,250,500,1000	86,66
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	10	65,78
Ağ Programlama	10	85
Proje Yönetimi	10	75
Derleyici Tasarımı	1/10	75
Optimizasyon	10	75
Bilgisayar Grafiği	1	100
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	1	66,66
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	1	68,18
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları	1,10,100,250,500,1000	75
Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı. Giriş	1,10,100,250,500,1000	71,42
Yazılım Testi	1	71,42
Kriptolojiye Giriş	10,100,250,500,1000	100

4.3. Web Üzerinden Sunulan Servisin Bulguları

Üniversite öğrencilerine 4 sene boyunca zorunlu dersler dışında seçmeli ders seçme imkanı da verilmiştir. Ancak çoğu öğrenci dersi geçmesi kolay olan dersleri seçmektedir. Kendi ilgi alanlarına göre olan dersleri seçmemektedir. Öğrencilere ilgi alanları ve mesleklerine göre seçmeli ders seçebilmeleri için bir web sitesi tasarlanmıştır. Tasarlanan web sitesinin anasayfa görüntüsü Şekil 4.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Ders Öneri Sistemi Anasayfa ekranı

Anasayfada bulunan Hesapla butonuna tıkladığında öğrencilerin zorunlu derslerden aldıkları harf notlarını girebilmesi için ekran tasarlanmıştır. Burada harf notları girildikten sonra eğitilmiş DVM modellerine girdiler verilerek seçmeli ders öner butonuna tıkladığında kendilerine önerilen seçmeli dersler ekrana gelmektedir. Zorunlu derslerden alınan harf notlarının girildiği ekran Şekil 4.2.'de gösterilmektedir.

1.YARIYIL DERSLERİ	3.YARIYIL DERSLERİ	5.YARIYIL DERSLERİ
Matematik I: <input type="checkbox"/>	Sayısal Analiz: <input type="checkbox"/>	Biçimsel Diller ve Soyut Mık: <input type="checkbox"/>
Fizik I: <input type="checkbox"/>	Mantık Devreleri: <input type="checkbox"/>	İşaretler ve Sistemler: <input type="checkbox"/>
Lineer Cebir: <input type="checkbox"/>	Veri Yapıları: <input type="checkbox"/>	Veri İletişimi: <input type="checkbox"/>
Bilg. Müh. Giriş: <input type="checkbox"/>	Veritabanı Yön. Sis.: <input type="checkbox"/>	İşletim Sistemleri: <input type="checkbox"/>
Programlamaya Giriş: <input type="checkbox"/>	Elek. Devre Temelleri: <input type="checkbox"/>	Web Programlama: <input type="checkbox"/>
2.YARIYIL DERSLERİ	4.YARIYIL DERSLERİ	6.YARIYIL DERSLERİ
Matematik II: <input type="checkbox"/>	Diferansiyel Denklemler: <input type="checkbox"/>	Yazılım Mühendisliği: <input type="checkbox"/>
Fizik II: <input type="checkbox"/>	Bilg. Organizasyonu: <input type="checkbox"/>	Algoritma Analizi ve Tasarımı: <input type="checkbox"/>
Olasılık ve İstatistik: <input type="checkbox"/>	Ayrık İkişimsel Yapılar: <input type="checkbox"/>	Bilgisayar Ağları: <input type="checkbox"/>
Nesneye Dayalı Prog.: <input type="checkbox"/>	Prog. Dil. Prensipleri: <input type="checkbox"/>	Sistem Programlama: <input type="checkbox"/>
Web Teknolojileri: <input type="checkbox"/>	Mikroliş. Sist. ve Lab.: <input type="checkbox"/>	
	Elek. Devre Lab.: <input type="checkbox"/>	

[Seçmeli Ders Öner](#)

Şekil 4.2. Seçmeli derslerin önerilebilmesi için giriş yapılması gereken bilgi ekranı

Web sitesinde örnek olarak zorunlu derslerden alınan harf notları girilmiş olup Şekil 4.3.'te verilmiştir.

TEKNİK SEÇMELİ DERS ÖNERİSİ

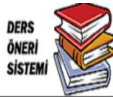
Ders Harf Notlarını Gir, SEÇMELİ DERS ÖNER Butonuna Tıkla. Sana Önerilen Seçmeli Dersler Anında Karşına Gelsin.

1.YARIYIL DERSLERİ	3.YARIYIL DERSLERİ	5.YARIYIL DERSLERİ
Matematik I: <input type="text" value="BB"/>	Sayısal Analiz: <input type="text" value="CB"/>	Bijümsel Diller ve Soyut Mık: <input type="text" value="BB"/>
Fizik I: <input type="text" value="DC"/>	Mantık Devreleri: <input type="text" value="CC"/>	İşaretler ve Sistemler: <input type="text" value="CC"/>
Lineer Cebir: <input type="text" value="CC"/>	Veri Yapıları: <input type="text" value="CB"/>	Veri İletişimi: <input type="text" value="CC"/>
Bilg. Müh. Giriş: <input type="text" value="CB"/>	Veritabanı Yön. Sis.: <input type="text" value="BB"/>	İşletim Sistemleri: <input type="text" value="CC"/>
Programlamaya Giriş: <input type="text" value="CC"/>	Elk. Devre Temelleri: <input type="text" value="CC"/>	Web Programlama: <input type="text" value="CC"/>
2.YARIYIL DERSLERİ	4.YARIYIL DERSLERİ	6.YARIYIL DERSLERİ
Matematik II: <input type="text" value="CC"/>	Diferansiyel Denklemler: <input type="text" value="DC"/>	Yazılım Mühendisliği: <input type="text" value="BB"/>
Fizik II: <input type="text" value="DC"/>	Bilg. Organizasyonu: <input type="text" value="DC"/>	Algoritma Analizi ve Tasarımı: <input type="text" value="DC"/>
Klasik ve İstatistik: <input type="text" value="CC"/>	Ayrık İşlemsel Yapılar: <input type="text" value="BA"/>	Bilgisayar Ağları: <input type="text" value="CB"/>
Nesneye Dayalı Prog.: <input type="text" value="CC"/>	Prog. Dil. Prensipleri: <input type="text" value="BA"/>	Sistem Programlama: <input type="text" value="DD"/>
Web Teknolojileri: <input type="text" value="CC"/>	Mikroişl. Sist. ve Lab.: <input type="text" value="DC"/>	
	Elk. Devre Lab.: <input type="text" value="DC"/>	<input type="button" value="Seçmeli Ders Öner"/>

Şekil 4.3. Örnek olarak harf notlarının girildiği bilgi ekranı

Şekil 4.3.'teki örnek harf notları girildikten sonra butona tıklandığında önerilen seçmeli derslerin görüldüğü ekran Şekil 4.4.'te gösterilmiştir. Bu liste öğrencinin zorunlu derslerden almış olduğu puanlara göre hangi seçmeli derslerden yüksek notla geçebileceğini gösteren listedir.

ÖNERİLEN SEÇMELİ DERS SONUÇLARI



[Home](#)
[Destek Vektör Makineleri](#)
[Teknik Seçmeli Ders Önerisi](#)

ÖNERİLEN TEKNİK SEÇMELİ DERSLER

- Ag Programlama
- Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağlarına Giriş
- Derleyici Tasarımı
- Finansal BT Uygulamaları
- Kablosuz Ağ Teknolojileri ve Uygulamaları
- Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları
- Proje Yönetimi
- Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş
- Yazılım Testi

Şekil 4.4. Seçmeli ders öneri ekranı

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Öğrenciler üniversite hayatları boyunca zorunlu dersler seçmektedirler. Bu zorunlu dersler dışında üniversitenin belli dönemlerinde seçmeli ders seçme hakları da vardır. Öğrencilerin seçtikleri bu dersler onların okula ve hayata bakış açılarını değiştirerek ilgi ve yeteneklerini keşfetmelerine olanak sağlamaktadır. Ancak çoğu öğrenci kendi ilgi alanlarını dikkate almadan seçmeli dersin geçme kolaylığına ve/veya ödev-proje sayısına bakarak seçim yapmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen web sitesi ile öğrencilerin ilgi alanlarına ve yeteneklerine göre teknik seçmeli dersleri kolay bir şekilde seçilebilir hale getirilmiştir.

Öğrencilerin seçmeli ders seçiminde hangi kriterleri dikkate aldıkları konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), topsis yöntemleri, veri madenciliği yöntemlerinden olan apriori algoritması, yapay sinir ağları vb gibi pek çok yöntem kullanılmış olup başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak yapılan literatür çalışmalarında seçmeli derslerle ilgili olan uygulamalarda DVM'lerin kullanıldığı çalışma sayısı yok denecek kadar azdır.

Makine öğrenmesi; istatistik ve bilgisayar bilimini kullanan ayrıca öğrenebilen ve veriler üzerinden tahmin yapabilen bir yöntemdir. Destek Vektör Makineleri kümeleme, sınıflandırma, öğrenme ve regresyon analizi için kullanılan makine öğrenmesi algoritmasıdır. DVM çok güçlü bir teorik alt yapıya sahiptir.

Destek Vektör Makineleri günümüzde pek çok çalışmada kullanılmaya başlanmıştır. DVM yöntemi kısıtlı veri ve sınıflandırmadaki karmaşıklık ile başa çıkarak çalışmalarda başarılı sonuçlar elde etmiştir. DVM yöntemi daha çok makine öğrenmesi, veri madenciliği, karakter analizi, yüz tanıma, ses tanıma vb gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Bu tezde kullanılan veri seti Sakarya Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden mezun olan öğrencilerin transkriptinden oluşmaktadır. Bu veri setinde Min-Max normalizasyonu ile indirgeme yapılmıştır. Daha sonra her bir zorunlu dersin seçmeli ders üzerinde korelasyonu yapıp etkisi olmayan dersler çıkarılmıştır. Yapılan korelasyon sonucunda her bir dersin başarılı ve başarısız sayıları tablo olarak verilmiş olup yorumlanabilir hale getirilmiştir.

Bu tezde her bir veri seti ile DVM alanında başarılı bir kütüphane olan Accord.Net kullanılarak geliştirilmiş olan DVM modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu DVM modeline DVM yönteminde etkili olan karmaşıklık parametresi verilerek bu model sonucunda en iyi test hata oranının bulunması sağlanmıştır. Bu sayede en iyi test hata oranının hangi karmaşıklık değerinde olduğu kolaylıkla görülmüştür.

Bu tezde DVM modeline verilen karmaşıklık değerleri sonucunda hesaplanan test hata oranlarına göre ayrı ayrı ROC analizi yapılmış olup tablolar halinde verilerek yorumlanması kolaylaştırılmıştır.

Bu tezde önerilen DVM modeli ile başarılı ve kararlı sonuçlar elde edilmiş olup seçmeli ders önerisinde bu modelin başarılı bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen tüm sonuçlara bakılarak;

- Destek Vektör Makineleri yönteminin teknik seçmeli ders seçiminde kullanılabileceği ve oldukça başarılı bir yöntem olduğu,
- Destek Vektör Makineleri yönteminin sınırlı sayıda veri seti kullanarak sınıflandırma konusunda daha başarılı bir yöntem olduğu gözlenmiştir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda DVM modeli geliştirilerek, dersin sadece son başarı notu değil dönem içindeki etkinlikler de hesaba katılarak daha dinamik ve detaycı bir model geliştirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca zorunlu derslerdeki

başarısızlıkların sebeplerini ortaya çıkarabilecek modeller tasarlanması ileri ki çalışma olarak düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] <https://ismetbarutcugil.com/2017/02/12/egitim-nedir/>, Erişim Tarihi:17.05.2020.
- [2] Demir, A. ve Ok, A.. Orta Doğu Teknik Üniversitesindeki Öğretim Üye ve Öğrencilerinin Seçmeli Dersler Hakkındaki Görüşleri. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12(2),1996.
- [3] Tezcan, H. ve Gümüş, Y. Üniversite Öğrencilerinin Seçmeli Ders Tercihlerine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28(1),2018.
- [4] Kutlu, S.B., Abalı, A.Y. ve Eren, T. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Seçmeli Ders Seçimi, sosyalbilimler, 2(2), 2012.
- [5] Güngör, E., Yalçın, N., ve Yurtay, N. Apriori Algoritması ile Teknik Seçmeli Ders Seçim Analizi. UZEM 2013 Ulusal Uzaktan Eğitim ve Teknolojileri Sempozyumu,01-03,2013.
- [6] Taş, M., Adak, M.F., ve Yurtay, N. Öğrencilerin Staj Verileri Üzerine Uygulanan Apriori Algoritması ile Birliktelik Kurallarının Çıkarılması ve Staj Eğilimlerinin Belirlenmesi, 1st International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2013),Sakarya, 1086-1095, 2013
- [7] Güner, N. ve Çomak, E. Mühendislik Öğrencilerinin Matematik 1 Derslerindeki Başarısının Destek Vektör Makineleri Kullanılarak Tahmin Edilmesi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(2), 87-96, 2011.
- [8] Aksaraylı, M. ve Bayyurt, D. Veri Madenciliği Teknikleri ile Seçmeli Ders Eğilimlerine İlişkin Veri Desenlerinin Belirlenmesi. 3rd International Management Information System Conference, İzmir, 260-269, 2016.
- [9] Kaynar, O., Görmez, Y., Yıldız, M. ve Albayrak, A. Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Duygu Analizi. International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium(IDAP'16), 234-241,2016.

- [10] Kavzoğlu, T. ve ölkesen, İ. Destek Vektör Makineleri ile Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılmasında Kernel Fonksiyonlarının Etkilerinin İncelenmesi. *Harita Dergisi*, 144,73-82, 2010.
- [11] Kılıç, F., Akkaya, M.R., ve Memili, N. Yemekhane için Yapay Zeka Teknikleri Kullanımı ile Günlük Talep Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 13,65-71, 2018.
- [12] J. H. Hong, J. K. Min, U. K. Cho. Fingerprint classification using one-vs-all support vector machines dynamically ordered with naive Bayes classifiers. *Pattern Recognition*, 41(2), 662-671, 2008.
- [13] P. Shih, C. Liu. Face detection using discriminating feature analysis and Support Vektore Machine. *Pattern Recognition*, 39,260-276, 2006.
- [14] Demir, H., Erdoğmuş, P., ve Kekeçoğlu, M., Destek Vektör Makineleri, YSA, K-Means ve KNN Kullanarak Arı Türlerinin Sınıflandırılması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6,47-67,2018.
- [15] O. Okwuashi, C. E. Ndehedehe., Deep support vector machine for hyperspectral image classification. *Pattern Recognition*, 103, 1072-1098, 2020.
- [16] Chen. Y., Mining of instant messaging data in the Internet of Things based on support vector machine. *Computer Communications*.154,278-287,2020.
- [17] Shao. M.,Wang. X., Bu. Z.,Chen. X., Wang. Y.,Prediction pf energy consumption in hotel buildings via support vector machines. *Sustainable Cities and Society*.57,1021-1028,2020.
- [18] Lopez. J.,Maldonado. S.,Carrasco. M. Robust nonparallel vector machines via second-order cone programming. *Neurocomputing*. 364,227-238,2019.
- [19] Lerski. J.M. On support vector regression machines with linguistic interpretation of the kernel matrix. *Fuzzy Sets and Systems*. 157(8),1092-1113,2006.
- [20] Adak, M.F., Yumuşak, N., Taşkın, H. An elective course suggestion system in computer engineering department using fuzzy logic. 2016 International Conference on Industrial Informatics and Computer Systems (CIICS), Sharjah,United Arab Emirates, 13-15 Mart 2016.
- [21] Lessa, F. L., Brandao, C.W, Filtering graduate courses based on LinkedIn profiles. In *Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia' 18)*, Salvador-BA, Brazil, 16-19 Ekim 2018.

- [22] Chan, C. H., Lee, H. L., Lo, W. K., Lui, A. K., Developing a Chatbot for Collage Student Programme Advisement, 2018 International Symposium on Educational Technology, Osaka, Japan, Temmuz 2018.
- [23] Iatrellis O., Fitsilis, P., Kameas, A, Academic Advising Systems: A Systematic Literature Review Of Empirical Evidence, Education Science, 7,90,2017.
- [24] Daniati, E., Decision support system to deciding thesis topic, 2017 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic), Semarang, Indonesia, Ekim 2017.
- [25] Wongchomphu, P., Beakhaimook, C., A Computer's Course Recommender System Based On Learner Characteristic Analysis By Ontology, International Journal of Advanced Science and Technology, 29(9), 263-276,2020.
- [26] ŞENTÜRK, Aysan, Veri Madenciliği Kavram ve Teknikler, Ekin Yayınevi, 2006.
- [27] ÖZKAN, Yalçın, Veri Madenciliği Yöntemleri, Papatya Yayıncılık, 2016.
- [28] Akşehirli, Ö. 2012. Tıbbi Araştırmalarda Destek Vektör Makinelerinin Kullanımı, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [29] Baran, M. 2020. Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Çoklu Etiketli Verilerin Sınıflandırılması, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [30] <http://www.prowmes.com/blog/makine-ogrenmesi/>, Erişim Tarihi: 12.01.2020
- [31] Özcan, C. 2014. Veri Madenciliğinin Güvenlik Uygulama Alanları ve Veri Madenciliği ile Sahtekarlık Analizi, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilişim ve Teknoloji Hukuku Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- [32] Küçük, G, R. 2019. Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Parkinson Hastalığının Teşhis Edilmesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [33] Yegen, N. 2020. Perakende Sektöründe Veri Madenciliği ile Satış Tahmini, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgi Teknolojileri Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi.

- [34] Babanoğlu, B. M. 2018. Makine Öğrenmesi ile Gerçek Zamanlı Videodan Yüz İfadesi Analizi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [35] <https://veribilimcisi.com/2017/07/19/destek-vektor-makineleri-support-vector-machine/>, Erişim tarihi: 12.02.2020
- [36] Abdalla, S. ve Erdoğan, Ş. Destek Vektör Makineleriyle Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü için Çekirdek Fonksiyonu Seçimi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 9(1), 175-198,2014.
- [37] Çomak, E. 2004. Destek Vektör Makineleri Çoklu Sınıf Problemleri için Çözüm Önerileri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği AnaBilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [38] Çomak, E. 2008. Destek Vektör Makinelerinin Etkin Eğitimi için Yeni Yaklaşımlar, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği AnaBilim Dalı, Doktora Tezi.
- [39] Güneren, H. 2015. Destek Vektör Makineleri Kullanarak Gömülü Sistem Üzerinde Yüz Tanıma Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Elektronik Programı, Yüksek Lisans Tezi.
- [40] Akşehirli, Y.Ö., Ankaralı, H., Aydın, D. ve Saraçlı, Ö. Tıbbi Tahminde Alternatif Bir Yaklaşım Destek Vektör Makineleri. Türkiye Klinikleri J Biostat, 5(1),19-28,2013.
- [41] Küçükşille, E.U. ve Ateş, N. Destek Vektör Makineleri ile Yaramaz Elektronik Postaların Filtrelenmesi. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 6(1), -,2013.
- [42] Güldoğan, E.2017. Çeşitli Çekirdek Fonksiyonları ile Oluşturulan Destek Vektör Makinesi Modellerinin Performanslarının İncelenmesi: Bir klinik uygulama, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AnaBilim Dalı, Doktora Tezi.
- [43] Demirci, D.A. 2007. Destek Vektör Makineleri ile Karakter Tanıma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Mühendisliği AnaBilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- [44] Ertosun A.,D., Bağ. B., UZAR. G., TURANOĞLU.,A., ‘ROC Eğrisi Yöntemi İle Tanı Testlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi’

EKLER

EK 1: Zorunlu derslerin ayrı ayrı seçmeli dersler üzerindeki korelasyon sonuçları

Mobil Uygulama Geliştirme	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.132441
Programlamaya Giriş	0.330675
Matematik I	0.303190
Fizik I	0.370838
Bilgisayar Müh. Giriş	0.307224
Nesneye Dayalı Programlama	0.584297
Web Teknolojileri	0.390739
Olasılık ve İstatistik	0.235807
Matematik II	0.239922
Fizik II	0.245678
Web Programlama	0.486439
Mantık Devreleri	0.151763
Veri Yapıları	0.563407
Sayısal Analiz	0.235398
Elektrik Devre Temelleri	0.308012
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.603005
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.342079
Bilgisayar Organizasyonu	0.416004
Diferansiyel Denklemler	0.186740
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.387900
Veri İletişimi	0.370848
İşletim Sistemleri	0.277395
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.631562
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.404044
İşaretler ve Sistemler	0.191223
Yazılım Mühendisliği	0.307463
Sistem Programlama	0.667498
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.490790
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.267938
Bilgisayar Ağları	0.477182
Mobil Uygulama Geliştirme	1.000000

Finansal BT Yönetimi	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.074949
Programlamaya Giriş	0.065560
Matematik I	0.174457
Fizik I	0.227896
Bilgisayar Müh. Giriş	0.210068
Nesneye Dayalı Programlama	0.232644
Web Teknolojileri	0.137901
Olasılık ve İstatistik	0.245177
Matematik II	0.130442
Fizik II	0.088818
Web Programlama	0.199821

Mantık Devreleri	0.211914
Veri Yapıları	0.430308
Sayısal Analiz	0.200064
Elektrik Devre Temelleri	0.049550
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.296866
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.250153
Bilgisayar Organizasyonu	0.029289
Diferansiyel Denklemler	0.033019
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.180205
Veri İletişimi	0.267629
İşletim Sistemleri	0.381936
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.206371
Bıçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.117215
İşaretler ve Sistemler	0.257054
Yazılım Mühendisliği	0.329062
Sistem Programlama	0.404782
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.374613
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.158022
Bilgisayar Ağları	0.374138
Finansal BT Yönetimi	1.000000

Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.297299
Programlamaya Giriş	0.333994
Matematik I	0.389989
Fizik I	-0.062786
Bilgisayar Müh. Giriş	0.194623
Nesneye Dayalı Programlama	0.221600
Web Teknolojileri	0.255230
Olasılık ve İstatistik	0.311904
Matematik II	0.058445
Fizik II	0.375633
Web Programlama	0.034966
Mantık Devreleri	0.025090
Veri Yapıları	0.259199
Sayısal Analiz	0.382729
Elektrik Devre Temelleri	0.229899
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.171083
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.274133
Bilgisayar Organizasyonu	0.226661
Diferansiyel Denklemler	-0.052743
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	-0.016126
Veri İletişimi	0.116812
İşletim Sistemleri	0.282179
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.551397
Bıçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.264941
İşaretler ve Sistemler	0.279935
Yazılım Mühendisliği	0.449394
Sistem Programlama	-0.093929
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.343442
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.189705
Bilgisayar Ağları	0.190786
Tıbbi İstatistik ve Tıp Bilimine Giriş	1.000000

Girişimcilik ve Proje Yönetimi	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.161659

Programlamaya Giriş	0.105119
Matematik I	0.112369
Fizik I	0.166265
Bilgisayar Müh. Giriş	0.175208
Nesneye Dayalı Programlama	0.094502
Web Teknolojileri	-0.025501
Olasılık ve İstatistik	0.278486
Matematik II	0.196937
Fizik II	0.347200
Web Programlama	0.021685
Mantık Devreleri	0.166336
Veri Yapıları	0.149115
Sayısal Analiz	0.150450
Elektrik Devre Temelleri	0.364962
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.111103
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.143007
Bilgisayar Organizasyonu	0.180349
Diferansiyel Denklemler	0.207591
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.231548
Veri İletişimi	0.177312
İşletim Sistemleri	0.363012
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.049769
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.104269
İşaretler ve Sistemler	0.247182
Yazılım Mühendisliği	0.183678
Sistem Programlama	0.311721
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.233873
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.147044
Bilgisayar Ağları	0.156843
Girişimcilik ve Proje Yönetimi	1.000000

Ağ Programlama	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.237253
Programlamaya Giriş	0.423435
Matematik I	0.298607
Fizik I	0.295598
Bilgisayar Müh. Giriş	0.153765
Nesneye Dayalı Programlama	0.451426
Web Teknolojileri	0.413453
Olasılık ve İstatistik	0.375279
Matematik II	0.178447
Fizik II	0.324725
Web Programlama	0.456289
Mantık Devreleri	0.227546
Veri Yapıları	0.466742
Sayısal Analiz	0.220069
Elektrik Devre Temelleri	0.307780
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.473670
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.348498
Bilgisayar Organizasyonu	0.459086
Diferansiyel Denklemler	0.292216
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.315589
Veri İletişimi	0.292116
İşletim Sistemleri	0.367587
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.571524
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.294001
İşaretler ve Sistemler	0.393705

Yazılım Mühendisliği	0.599244
Sistem Programlama	0.591679
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.506235
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.152225
Bilgisayar Ağları	0.411825
Ağ Programlama	1.000000

Proje Yönetimi	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.357573
Programlamaya Giriş	-0.189137
Matematik I	0.430711
Fizik I	0.265688
Bilgisayar Müh. Giriş	0.042384
Nesneye Dayalı Programlama	0.153490
Web Teknolojileri	0.002629
Olasılık ve İstatistik	0.377931
Matematik II	0.314728
Fizik II	0.405305
Web Programlama	0.023898
Mantık Devreleri	0.290373
Veri Yapıları	0.206118
Sayısal Analiz	0.299505
Elektrik Devre Temelleri	0.344901
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.234063
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.538456
Bilgisayar Organizasyonu	0.086965
Diferansiyel Denklemler	0.181953
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.276489
Veri İletişimi	0.214285
İşletim Sistemleri	0.399690
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.389010
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.279056
İşaretler ve Sistemler	0.225736
Yazılım Mühendisliği	0.545367
Sistem Programlama	0.114567
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.229704
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.255490
Bilgisayar Ağları	0.484480
Proje Yönetimi	1.000000

Derleyici Tasarımı	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.077368
Programlamaya Giriş	0.097587
Matematik I	0.188315
Fizik I	0.187701
Bilgisayar Müh. Giriş	0.131674
Nesneye Dayalı Programlama	0.113133
Web Teknolojileri	0.114945
Olasılık ve İstatistik	0.208078
Matematik II	0.220615
Fizik II	0.217765
Web Programlama	0.147710
Mantık Devreleri	0.113143
Veri Yapıları	0.362771
Sayısal Analiz	0.215540
Elektrik Devre Temelleri	0.241510

Programlama Dillerinin Prensipleri	0.260500
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.407179
Bilgisayar Organizasyonu	0.386861
Diferansiyel Denklemler	0.263684
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.391038
Veri İletişimi	0.299414
İşletim Sistemleri	0.246899
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.407224
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.448186
İşaretler ve Sistemler	0.289055
Yazılım Mühendisliği	0.320895
Sistem Programlama	0.244622
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.348957
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.419030
Bilgisayar Ağları	0.408820
Derleyici Tasarımı	1.000000

Optimizasyon	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.380781
Programlamaya Giriş	0.285807
Matematik I	0.265347
Fizik I	0.082067
Bilgisayar Müh. Giriş	0.087510
Nesneye Dayalı Programlama	0.128705
Web Teknolojileri	0.018916
Olasılık ve İstatistik	0.374488
Matematik II	0.181002
Fizik II	0.351563
Web Programlama	0.105579
Mantık Devreleri	0.251169
Veri Yapıları	0.313644
Sayısal Analiz	0.320512
Elektrik Devre Temelleri	0.202396
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.199125
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.349691
Bilgisayar Organizasyonu	0.337908
Diferansiyel Denklemler	0.260088
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.247348
Veri İletişimi	0.239647
İşletim Sistemleri	0.413525
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.307607
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.345799
İşaretler ve Sistemler	0.338996
Yazılım Mühendisliği	0.251911
Sistem Programlama	0.190060
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.283174
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.221851
Bilgisayar Ağları	0.422890
Optimizasyon	1.000000

Bilgisayar Grafiği	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.314605
Programlamaya Giriş	0.399014
Matematik I	0.099082
Fizik I	0.429590
Bilgisayar Müh. Giriş	0.482034

Nesneye Dayalı Programlama	0.208585
Web Teknolojileri	0.313855
Olasılık ve İstatistik	0.372504
Matematik II	0.471351
Fizik II	0.499387
Web Programlama	0.519839
Mantık Devreleri	0.103788
Veri Yapıları	0.385620
Sayısal Analiz	0.354536
Elektrik Devre Temelleri	0.267564
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.249936
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.168511
Bilgisayar Organizasyonu	0.396842
Diferansiyel Denklemler	0.451466
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.178610
Veri İletişimi	0.391170
İşletim Sistemleri	0.453231
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.172670
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.310176
İşaretler ve Sistemler	0.147648
Yazılım Mühendisliği	0.310064
Sistem Programlama	0.441432
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.596580
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.512677
Bilgisayar Ağları	0.438423
Bilgisayar Grafiği	1.000000

Kriptolojiye Giriş	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.354382
Programlamaya Giriş	-0.061425
Matematik I	0.188452
Fizik I	0.166280
Bilgisayar Müh. Giriş	0.133535
Nesneye Dayalı Programlama	0.440472
Web Teknolojileri	0.248624
Olasılık ve İstatistik	0.602393
Matematik II	0.408166
Fizik II	0.482472
Web Programlama	0.334077
Mantık Devreleri	0.200264
Veri Yapıları	0.479906
Sayısal Analiz	0.286548
Elektrik Devre Temelleri	0.320011
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.097378
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.588193
Bilgisayar Organizasyonu	0.605726
Diferansiyel Denklemler	0.410481
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.582887
Veri İletişimi	0.500208
İşletim Sistemleri	0.458137
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.638574
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.806447
İşaretler ve Sistemler	0.459647
Yazılım Mühendisliği	0.335108
Sistem Programlama	0.416832
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.229793
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.439549

Bilgisayar Ağları	0.571353
Kriptolojiye Giriş	1.000000

Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.110906
Programlamaya Giriş	0.019852
Matematik I	0.343478
Fizik I	0.069727
Bilgisayar Müh. Giriş	0.028823
Nesneye Dayalı Programlama	0.155433
Web Teknolojileri	0.005533
Olasılık ve İstatistik	0.324995
Matematik II	0.257191
Fizik II	0.160204
Web Programlama	0.160886
Mantık Devreleri	0.169304
Veri Yapıları	0.258501
Sayısal Analiz	0.373703
Elektrik Devre Temelleri	0.149849
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.281359
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.268578
Bilgisayar Organizasyonu	0.314525
Diferansiyel Denklemler	0.347070
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.331302
Veri İletişimi	0.213157
İşletim Sistemleri	0.247009
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.466601
Bıçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.261000
İşaretler ve Sistemler	0.505594
Yazılım Mühendisliği	0.513238
Sistem Programlama	0.258645
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.372972
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.371391
Bilgisayar Ağları	0.288528
Kablosuz Ağ Tek. Ve Uygulamaları	1.000000

Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağl. Giriş	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.205735
Programlamaya Giriş	0.140638
Matematik I	0.282982
Fizik I	0.221765
Bilgisayar Müh. Giriş	0.276829
Nesneye Dayalı Programlama	0.376410
Web Teknolojileri	0.198592
Olasılık ve İstatistik	0.173555
Matematik II	-0.046568
Fizik II	0.302467
Web Programlama	0.150294
Mantık Devreleri	0.160253
Veri Yapıları	0.220654
Sayısal Analiz	0.240531
Elektrik Devre Temelleri	0.123262
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.450356
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.327505
Bilgisayar Organizasyonu	0.352500
Diferansiyel Denklemler	0.250120

Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.571011
Veri İletişimi	0.245986
İşletim Sistemleri	0.355551
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.720897
Bıçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.400335
İşaretler ve Sistemler	0.302326
Yazılım Mühendisliği	0.535513
Sistem Programlama	0.247587
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.057111
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.359642
Bilgisayar Ağları	0.292059
Bulanık Mantık ve Yapay Sınır Ağı. Giriş	1.000000

Yazılım Testi	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.082971
Programlamaya Giriş	0.069253
Matematik I	0.102521
Fizik I	-0.120324
Bilgisayar Müh. Giriş	-0.192934
Nesneye Dayalı Programlama	0.425061
Web Teknolojileri	0.236215
Olasılık ve İstatistik	0.294742
Matematik II	0.184606
Fizik II	0.208453
Web Programlama	0.375130
Mantık Devreleri	0.134764
Veri Yapıları	-0.052636
Sayısal Analiz	0.067418
Elektrik Devre Temelleri	0.025744
Programlama Dillerinin Prensipleri	-0.116500
Ayrık İşlemsel Yapılar	-0.223305
Bilgisayar Organizasyonu	-0.161341
Diferansiyel Denklemler	0.256903
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.326678
Veri İletişimi	-0.127877
İşletim Sistemleri	0.160619
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.140070
Bıçimsel Diller ve Soyut Makineler	-0.037998
İşaretler ve Sistemler	0.132993
Yazılım Mühendisliği	0.205339
Sistem Programlama	0.251902
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.152348
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.252749
Bilgisayar Ağları	0.529687
Yazılım Testi	1.000000

Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.275130
Programlamaya Giriş	-0.063050
Matematik I	0.374642
Fizik I	0.275558
Bilgisayar Müh. Giriş	0.044251
Nesneye Dayalı Programlama	0.207626
Web Teknolojileri	-0.004040
Olasılık ve İstatistik	0.480186
Matematik II	0.269000

Fizik II	0.450549
Web Programlama	0.115443
Mantık Devreleri	0.331819
Veri Yapıları	0.319589
Sayısal Analiz	0.385726
Elektrik Devre Temelleri	0.398608
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.281446
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.413266
Bilgisayar Organizasyonu	0.345332
Diferansiyel Denklemler	0.449697
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.404561
Veri İletişimi	0.287210
İşletim Sistemleri	0.490615
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.413807
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.362687
İşaretler ve Sistemler	0.431478
Yazılım Mühendisliği	0.544832
Sistem Programlama	0.310149
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.201773
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.312895
Bilgisayar Ağları	0.418532
Nesnelerin İnterneti ve Uygulamaları	1.000000

Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları	
Zorunlu Dersler	Korelasyon Sonucu
Lineer Cebir	0.482958
Programlamaya Giriş	0.221238
Matematik I	0.082128
Fizik I	0.201860
Bilgisayar Müh. Giriş	0.121707
Nesneye Dayalı Programlama	0.570899
Web Teknolojileri	0.418184
Olasılık ve İstatistik	0.425366
Matematik II	0.681073
Fizik II	0.547560
Web Programlama	0.409557
Mantık Devreleri	0.479088
Veri Yapıları	0.331948
Sayısal Analiz	0.466836
Elektrik Devre Temelleri	0.657537
Programlama Dillerinin Prensipleri	0.403532
Ayrık İşlemsel Yapılar	0.479935
Bilgisayar Organizasyonu	0.662674
Diferansiyel Denklemler	0.510423
Elektronik Devre ve Laboratuvarları	0.401165
Veri İletişimi	0.443372
İşletim Sistemleri	0.601891
Veri Tabanı Yönetim Sistemleri	0.478634
Biçimsel Diller ve Soyut Makineler	0.435960
İşaretler ve Sistemler	0.648980
Yazılım Mühendisliği	0.410620
Sistem Programlama	0.501952
Mikro. Sistemler ve Lab.	0.371029
Algoritma Analizi ve Tasarımı	0.572690
Bilgisayar Ağları	0.301006
Derin Öğrenme ve Evrişimli Sinir Ağları	1.000000

ÖZGEÇMİŞ

Serpil ERCAN, 07.08.1994'te Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2012 yılında Ali Dilmen Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2018 yılında Sakarya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılında özel sektörde Yazılım Mühendisi olarak çalışmaya başladı ve hala aynı pozisyonda çalışmasına devam etmektedir.