



T.C.
Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

SES KAYITLARINDA MANİPÜLASYON VARLIĞININ TESPİT EDİLMESİ

Sema ÇÖPOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Figen ERTAŞ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2013

Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Sema ÇÖPOĞLU tarafından hazırlanan “**Ses Kayıtlarında Manipölasyon Varlığının Tespit Edilmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Figen ERTAŞ

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Figen ERTAŞ

İmza

UÜ. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi

Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Erdoğan DİLAVEROĞLU

İmza

UÜ. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi

Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Recep EREN

İmza

UÜ. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri ARSLAN

Enstitü Müdürü

...../...../.....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15/03/2013

Sema ÇÖPOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SES KAYITLARINDA MANİPÜLASYON VARLIĞININ TESPİT EDİLMESİ

Sema ÇÖPOĞLU

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Figen ERTAŞ

Dünyada teknolojinin gelişmesi ile birlikte konuşmacı belirleme ve doğrulama giderek önem kazanmaktadır. Parmak izi ve retina taraması gibi kişiye özgü kimlik bilgisi taşıyan biometrik özelliklere teknolojinin gelişmesi ile ses de eklenmiştir. Ses örneğinden kişinin kimliğinin belirlenmesi güvenlik, telefon bankacılığı, sesli arama gibi alanların yanı sıra adli uygulamalarda da kullanılmaktadır. Adli vakalarda sesin sanılan konuşmacıya ait olup olmadığının belirlenmesinin yanısıra sesin orijinal mi yoksa dijital ortamda oynamalarla mı oluşturulduğunu bilmek de büyük önem arz etmektedir.

Bu tezde, NIST2001 veritabanındaki 850 erkek ve 1188 bayan konuşmacının ses örneklerinin Praat yazılım programı yardımı ile perde frekansları konuşma süreleri belirlenen yüzdelerde değiştirilerek ve cinsiyet dönüştürülerek, orijinal ve manipüle edilmiş ses örneklerinin öznitelik vektörleri MFKK (Mel Frekanslı Kepstrum Katsayıları) yöntemiyle hesaplanmıştır. Elde edilen orijinal ve dijital olarak manipüle edilmiş seslerin MFKK öznitelik vektörleri VN (Vektör Nicemleme) ve DVM (Destek Vektör Makineleri) yöntemiyle sınıflandırılmış ve veri tabanındaki orijinal seslerle karşılaştırılarak sistemin değiştirilmiş ses örneklerini tespit edebilme başarısı sınanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: MFKK, Manipülasyon, Perde Frekansı, Konuşma Süresi, Cinsiyet Değiştirme, Vektör Nicemleme, Destek Vektör Makineleri, Praat

ABSTRACT
MSc Thesis

DETECTION OF MANIPULATION IN RECORDED SPEECH

Sema ÇÖPOĞLU

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electronic Engineer

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Figen Ertaş

With the improvement of the technology in the world, the voice identity verification and speaker identification (or speaker recognition) is becoming increasingly important. Voice has also been added to the individual specific biometric features representing the identity of individuals such as commonly employed finger print and retina. Identification of speakers from their voice samples has recently found place particularly in security, telephone banking applications, voice dialing and legal cases. In legal cases, more important is to know voice belong to speaker or created in digital manipulation.

In this thesis, pitch frequencies, duration and change gender of 850 male and 1188 female speakers' voice samples – which are in NIST2001 database – have been changed at particular percentages with software known as Praat. Then feature of original and manipulated voices were calculated by the method of MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients) and classified by the method of VQ (Vector Quantization) and SVM (Support Vector Machines). The success of system has been tested to detect the manipulated sounds which are in database by comparing.

KEYWORDS: MFCC, Manipulation, Pitch Frequency, Duration, Change Gender, Vector Quantization, Support Vector Machines, Praat.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tezle ilgili araştırmalarımnda gösterdiği yardım ve yönlendirici katkılarından dolayı danışman hocam Sayın **Yrd. Doç. Dr. Figen ERTAŞ**'a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca çalışmamda bilgilerini ve desteğini esirgemeyen hocam Sayın **Arş. Gör. Cemal HANİLCİ**'ye teşekkür ederim. Hayatımın her anında yanımda olan maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen bana hep destek olan annem **Şehfinaz ÇÖPOĞLU** ve babam **Faruk ÇÖPOĞLU**'na teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

Δ

Delta

Kısaltmalar

Açıklama

AFD

Ayrık Fourier Dönüşümü

AKD

Ayrık Kosinüs Dönüşümü

DÖKK

Dogrusal Öngörölü Kodlama Katsayıları

DVM

Destek Vektör Makineleri

DZE

Dinamik Zaman Eğirme

GKM

Gauss Karışım Modeli

HFD

Hızlı Fourier Dönüşümü

KS

Konuşma Süresi

MFKK

Mel Frekanslı Kepstrum Katsayıları

ORJ

Orijinal

PF

Perde Frekansı

SMM

Saklı Markov Modeli

VN

Vektör Nicemleme

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
2.1. SES VE KONUŞMA.....	2
2.1.1. SES.....	2
2.1.2. KONUŞMA	3
2.1.3. SPEKTROGRAM.....	5
2.1.4. PERDE (PİTCH) FREKANSI	7
2.1.4. FORMANT FREKANSI	7
2.2. SES İŞLEME.....	7
2.2.1. KONUŞMA TANIMA	8
2.2.2. KONUŞMACI TANIMA	8
2.2.2.1. KONUŞMACI SAPTAMA	9
2.2.2.2. KONUŞMACI DOĞRULAMA	9
2.2.3. DİL TANIMA.....	10
2.2.4. SESİN ADLİ OLAYLARDAKİ YERİ VE ÖNEMİ.....	11
2.2.5. SES İŞLEME ADIMLARI	13
2.2.5.1. ÖN İŞLEME	13
2.2.5.2. ÖZNİTELİK ÇIKARIMI.....	14
2.2.5.3. SINIFLANDIRMA	14
2.2.5.3.1. ŞABLON MODEL.....	15
2.2.4.3.1.1. DİNAMİK ZAMAN EĞİRME (DZE)	15
2.2.5.3.1.2. VEKTÖR NİCEMLEME (VN)	15
2.2.5.3.2. İSTATİSTİKSEL MODEL	16
2.2.5.3.2.1. SÜREKLİ SAKLI MARKOV MODELLERİ (SMM).....	16
2.2.5.3.2.2. GAUSS KARIŞIM MODELİ (GKM).....	16
2.2.5.3.2.3. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (DVM).....	17

2.3. MANİPÜLASYON VE ÇEŞİTLERİ.....	17
2.3.1. KONUŞMA SÜRESİNİN (DURATION) DEĞİŞTİRİLMESİ	18
2.3.2. PERDE FREKANSININ (PITCH) DEĞİŞTİRİLMESİ	19
2.3.3. CİNSİYET DEĞİŞİMİ	19
3 MATERYAL VE YÖNTEM:	20
3.1. VERİ TABANI.....	20
3.2. PRAAT	20
3.2.1 PRAAT ARA YÜZÜ.....	20
3.2.1.1. PRAAT İLE SESLERİN PERDE FREKANSININ VE KONUŞMA SÜRESİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ	23
3.2.1.2. PRAAT İLE SESLERİN CİNSİYETLERİNİNİ DEĞİŞTİRİLMESİ....	24
3.3 MATLAB	24
3.4 MEL FREKANSLI KEPSTRUM KATSAYILARININ HESAPLANMASI	25
3.4.1 ÇERCEVELEME	26
3.4.2 PENCERELEME	26
3.4.3 ÖNVURGULAMA.....	27
3.4.4 HIZLI FOURİER DÖNÜŞÜMÜ (HFD)	27
3.4.5 MEL ÖLÇEKLİ SÜZGEÇ TAKIMI.....	28
3.4.6 LOGARİTMA ALMA.....	29
3.4.7. AYRIK KOSİNÜS DÖNÜŞÜMÜ (AKD).....	29
3.4.8. DELTA MFKK.....	30
3.5. VEKTÖR NİCEMLEME (VN).....	31
3.6. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (DVM).....	33
4. DENEY ve SONUÇLAR.....	36
4.1. VN İÇİN DENEY SONUÇLARI.....	36
4.2. DVM İÇİN DENEY SONUÇLARI	67
EKLER.....	87
EK 1 VN DENEY SONUÇ ÇİZELGELERİ	87
EK 2 DVM DENEY SONUÇ ÇİZELGELERİ	108
EK 3DVM MFKK 16 BAYAN TEST AŞAMASI İÇİN ÖRNEK ŞABLON.....	116
KAYNAKLAR	117

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Ses Üretim Organları.....	4
Şekil 2.2. (a) Ses sinyali.(b)Dar bantlı spektrogram (c) Geniş bantlı spektrogram.....	6
Sekil 2.3. Konuşmacı tanıma sisteminin hiyerarşik seması.....	8
Sekil 2.4 Bir konuşmacı saptama sistemi.....	9
Sekil 2.5 Bir konuşmacı doğrulama sistemi.....	10
Sekil 2.6 Bir konuşmacı dil tanım sistemi.....	11
Şekil 2.7. Ses işleme adımları.....	13
Şekil 2.8. 2 Boyutlu vektör uzaklık ölçümü.....	16
Şekil 3.1. Praat arayüzü.....	21
Şekil 3.2. Praat'ta dosya okunması.....	21
Şekil 3.3. Praat'ta açılan ses dosyası üzerinde işlemler yapılması.....	22
Şekil 3.3. Praat'ta seçilmiş olan ses dosyasının dalga formu.....	22
Şekil 3.5. Praat'ta seçilmiş olan ses dosyasının spektrogramı.....	23
Şekil 3.6. Praat'ta perde frekansını ve hızını değiştirmek için kullanılan ara yüz.....	23
Şekil 3.7. Praat'ta cinsiyet değiştirmek için kullanılan ara yüz.....	24
Şekil 3.8. Mel frekanslı kepstrum katsayıları akış diyagramı.....	25
Şekil 3.9. Mel ölçekli süzgeç takımı.....	28
Şekil 3.10. Şekil 3.10. İki konuşmacı için vektör nicemleme.....	32
Şekil 3.11. LBG algoritmasının akış diyagramı.....	33
Şekil 3.12. Destek vektör makinesi.....	34
Şekil 3.13. DVM sınıflandırıcı.....	34
Şekil 3.14. DVM sınıflandırma mimarisi.....	35
Şekil 4. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için blok diyagramı.....	36

Şekil 4.1. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	36
Şekil 4.2. VN MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	37
Şekil 4.3.VN MFKK 12 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	37
Şekil 4.4. VN MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	38
Şekil 4.5. VN MFKK 12 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	38
Şekil 4.6. VN MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	39
Şekil 4.7. VN MFKK 12 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	39
Şekil 4.8. VN MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	40
Şekil 4.9. VN MFKK 12 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	41
Şekil 4.10. VN MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	41
Şekil 4.11. VN MFKK 12 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	42
Şekil 4.12. VN MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	42
Şekil 4.13. VN MFKK 12 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafi.....	43
Şekil 4.14. VN MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği	43
Şekil 4.15. VN MFKK 12 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği	44
Şekil 4.16. VN MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	44
Şekil 4.17. VN MFKK 12 erkek pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	45
Şekil 4.18. VN MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	45

Şekil 4.19. VN MFKK 12 bayan pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği.....	46
Şekil 4.20. VN MFKK 16 bayan pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği.....	46
Şekil 4.21. VN MFKK 12 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	47
Şekil 4.22. VN MFKK 16 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	47
Şekil 4.23. VN MFKK 12 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	48
Şekil 4.24. VN MFKK 16 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	48
Şekil 4.25. VN MFKK 12 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	49
Şekil 4.26. VN MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	49
Şekil 4.27. VN MFKK 12 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	50
Şekil 4.28. VN MFKK 16 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	50
Şekil 4.29. VN MFKK 12 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	51
Şekil 4.30. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	51
Şekil 4.31. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	52
Şekil 4.32. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	52
Şekil 4.33. VN MFKK 12 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	53
Şekil 4.34. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	53
Şekil 4.35. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	54
Şekil 4.36. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	54
Şekil 4.37. VN MFKK 12 erkek ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	55
Şekil 4.38. VN MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	55
Şekil 4.39. VN MFKK 12 bayan ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	56

Şekil 4.40. VN MFKK 16 bayan ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	56
Şekil 4.41. VN MFKK 12 erkek ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	57
Şekil 4.42. VN MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	57
Şekil 4.43. VN MFKK 12 bayan ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	58
Şekil 4.44. VN MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	58
Şekil 4.45. VN MFKK 12 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	59
Şekil 4.46. VN MFKK 16 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	59
Şekil 4.47. VN MFKK 12 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	60
Şekil 4.48. VN MFKK 16 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	60
Şekil 4.49. VN MFKK 12 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği.....	61
Şekil 4.50. VN MFKK 16 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği.....	61
Şekil 4.51. VN MFKK 12 bayan bütün sınıflar için başarı grafiği.....	62
Şekil 4.52. VN MFKK 16 bayan bütün sınıflar için başarı grafiği.....	62
Şekil 4.53. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	63
Şekil 4.54. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	63
Şekil 4.55. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı grafiği.....	64
Şekil 4.56. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı grafiği.....	64
Şekil 4.57. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği.....	65
Şekil 4.58. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği.....	65
Şekil 4.59. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	66
Şekil 4.60. VN MFKK 16 Orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	66
Şekil 4.61. DVM MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	67

Şekil 4.62. DVM MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	68
Şekil 4.63. DVM MFKK 16 erkek pf.%25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	68
Şekil 4.64. DVM MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	69
Şekil 4.65. DVM MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	69
Şekil 4.66. DVM MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	70
Şekil 4.67. DVM MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	70
Şekil 4.68. DVM MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	71
Şekil 4.69. DVM MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	71
Şekil 4.70. DVM MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	72
Şekil 4.71. DVM MFKK 16 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	72
Şekil 4.72. DVM MFKK 16 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği.....	73
Şekil 4.73. DVM MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	73
Şekil 4.74. DVM MFKK 16 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	74
Şekil 4.75. DVM MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	74
Şekil 4.76. DVM MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	75
Şekil 4.77. DVM MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	75
Şekil 4.78. DVM MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	76
Şekil 4.79. DVM MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	77
Şekil 4.80. DVM MFKK 16 bayan ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	77
Şekil 4.81. DVM MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği.....	78

Şekil 4.82. DVM MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj.sınıfları için başarı grafiği.....	78
Şekil 4.83. DVM MFKK 16 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	79
Şekil 4.84. DVM MFKK 16 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği.....	79
Şekil 4.85. DVM MFKK 16 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği.....	80
Şekil 4.86. DVM MFKK 16 bayan bütün sınıfları için başarı grafiği.....	80
Şekil 4.87. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	81
Şekil 4.88. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	81
Şekil 4.89. DVM MFKK 16 Orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği.....	82
Şekil 4.90. DVM MFKK 16 Orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği.....	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	87
Çizelge 4.2. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	87
Çizelge 4.3. VN MFKK 12 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	87
Çizelge 4.4. VN MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	88
Çizelge 4.5. VN MFKK 12 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	88
Çizelge 4.6. VN MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	88
Çizelge 4.7. VN MFKK 12 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	89
Çizelge 4.8. VN MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	89
Çizelge 4.9. VN MFKK 12 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	89
Çizelge 4.10. VN MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	90
Çizelge 4.11. VN MFKK 12 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	90
Çizelge 4.12. VN MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	90
Çizelge 4.13. VN MFKK 12 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	91
Çizelge 4.14. VN MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	91
Çizelge 4.15. VN MFKK 12 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	91
Çizelge 4.16. VN MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	92
Çizelge 4.17. VN MFKK 12 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	92

Çizelge 4.18. VN MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	92
Çizelge 4.19. VN MFKK 12 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	93
Çizelge 4.20. VN MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	93
Çizelge 4.21. VN MFKK 12 erkek pf. hepsi için başarı oranları.....	93
Çizelge 4.22. VN MFKK 16 erkek pf. hepsi için başarı oranları.....	94
Çizelge 4.23. VN MFKK 12 bayan pf. hepsi için başarı oranları.....	94
Çizelge 4.24. VN MFKK 16 bayan pf. hepsi için başarı oranları.....	94
Çizelge 4.25. VN MFKK 12 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	95
Çizelge 4.26. VN MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	95
Çizelge 4.27. VN MFKK 12 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	95
Çizelge 4.28. VN MFKK 16 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	96
Çizelge 4.29. VN MFKK 12 erkek ks. %25 artırma+azaltma+Oorj. için başarı oranları.....	96
Çizelge 4.30. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	96
Çizelge 4.31. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	97
Çizelge 4.32. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	97
Çizelge 4.33. VN MFKK 12 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	97
Çizelge 4.34. VN MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	98
Çizelge 4.35. MFKK 12 bayan K ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	98
Çizelge 4.36. VN MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	98
Çizelge 4.37. VN MFKK 12 erkek ks. artırımlar+orj. için başarı oranları.....	99
Çizelge 4.38. VN MFKK 16 erkek ks. artırımlar+orj. için başarı oranları.....	99

Çizelge 4.39. VN MFKK 12 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	99
Çizelge 4.40. VN MFKK 16 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	100
Çizelge 4.41. VN MFKK 12 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	100
Çizelge 4.42. VN MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	100
Çizelge 4.43. VN MFKK 12 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	101
Çizelge 4.44. VN MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	101
Çizelge 4.45. VN MFKK 12 erkek ks. hepsi için başarı oranları.....	101
Çizelge 4.46. VN MFKK 16 Erkek ks. hepsi için başarı oranları.....	102
Çizelge 4.47. VN MFKK 12 bayan ks. hepsi için başarı oranları.....	102
Çizelge 4.48. VN MFKK 16 bayan ks. hepsi için başarı oranları.....	102
Çizelge 4.49. VN MFKK 12 erkekler bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	103
Çizelge 4.50. VN MFKK 16 erkekler bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	103
Çizelge 4.51. VN MFKK 12 bayanlar bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	103
Çizelge 4.52. VN MFKK 16 bayanlar bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	103
Çizelge 4.53. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	104
Çizelge 4.54. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	104
Çizelge 4.55. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı oranları.....	105
Çizelge 4.56. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı oranları.....	105
Çizelge 4.57. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları.....	106
Çizelge 4.58. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları.....	106
Çizelge 4.59. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	107

Çizelge 4.60. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	107
Çizelge 4.61. DVM MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	108
Çizelge 4.62. DVM MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	108
Çizelge 4.63. DVM MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	108
Çizelge 4.64. DVM MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	108
Çizelge 4.65. DVM MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	109
Çizelge 4.66. DVM MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	109
Çizelge 4.67. DVM MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	109
Çizelge 4.68. DVM MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	109
Çizelge 4.69. DVM MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	110
Çizelge 4.70. DVM MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	110
Çizelge 4.71. DVM MFKK 16 erkek pf. hepsi için başarı oranları	110
Çizelge 4.72. DVM MFKK 16 bayan pf. hepsi için başarı oranları.....	110
Çizelge 4.73. DVM MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	111
Çizelge 4.74. DVM MFKK 16 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	111
Çizelge 4.75. DVM MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	111
Çizelge 4.76. DVM MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	111
Çizelge 4.77. DVM MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları.....	112
Çizelge 4.78. DVM MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranlar.....	112

Çizelge 4.79. DVM MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	112
Çizelge 4.80. DVM MFKK 16 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları.....	112
Çizelge 4.81. DVM MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	113
Çizelge 4.82. DVM MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları.....	113
Çizelge 4.83. DVM MFKK 16 erkek ks. hepsi için başarı oranları.....	113
Çizelge 4.84. DVM MFKK 16 bayan ks. hepsi için başarı oranları.....	113
Çizelge 4.85. DVM MFKK 16 erkekler bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	114
Çizelge 4.86. DVM MFKK 16 bayanlar bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları.....	114
Çizelge 4.87. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	114
Çizelge 4.88. DVM MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı oranları.....	115
Çizelge 4.89. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları.....	115
Çizelge 4.90. DVM MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları.....	115

1.GİRİŞ

Ses içerisinde birçok bilgi barındırmaktadır. Örnek olarak ses; konuşmacının söylediği kelimeler, konuşmacının kelimeleri söyleme şekli, hızı, konuşmacının cinsiyeti, yaş aralığı, konuştuğu dil gibi bilgileri verilebilir. İnsan sesinin içinde barındırdığı bu bilgileri, insan kulağı duyduğu an sesi değerlendirirken otomatik olarak kullanmakta ve konuşmacıyı dinleyen kişi konuşmacının cinsiyetini, eğer konuşmacının dilini daha önceden duymuş ise konuşmacının dilini, eğer konuşmacının dilini biliyor ise söylenen kelimeleri tespit edebilmektedir. Hatta konuşmacının ses tonundan belli bir ölçüde konuşmacının ruh halini ve konuşmacının sesi eğer tanıdık ise konuşmacının kimlik tespitini yapabilmektedir.

Ses taklit edilebilmekte ya da iletişim teknolojisindeki gelişmeler sayesinde ses kayıt cihazları, bilgisayar ve telefon kullanımının yaygınlaşması ile birlikte ses ile işlenen suçlarda artış gözlenmektedir. Suç analizinin de ve delil olarak kullanılmasında ses kayıtları önemli bir yer tutmaktadır. Ses ve görüntü kasetleri içerisinde yer alan ses kayıtları, olayın ortaya çıkarılmasında eldeki tek delil olabilir ve şüpheli ya da şüpheliler ortaya çıkarılarak işlenen suçun faillerinin bulunmasında bizlere kolaylık sağlayabilir. Bu delillerin doğru olup olmadığının incelenmesi için konuşmacı tanıma sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur

Bu tezde NİST2001 ses kayıtları üzerinde digital manipölasyon yapılmış ve yapılan manipölasyonlar otomatik olarak sezilmeye çalışılmıştır. Bu sistem gerçekleştirilirken Vektör Nicemleme ve Destek Vektör Makineleri olmak üzere iki ayrı modelleme tekniğı kullanılmış ve bunların karşılaştırmalı analizleri verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. SES VE KONUŞMA

Fiziksel olarak ses, gaz, sıvı veya katı ortamlarda oluşan mekanik titreşimlerdir (http://www.jandarma.tsk.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde_dosyalar/yazilar_dosyalar/bilarinde5.pdf, 2012). Konuşma, beyinde oluşan bir iletinin konuşma örgenlerinden yararlanılarak dinleyen kişiye ses titreşimleriyle iletilmesidir (Aygün 2006).

2.1.1. SES

Ses dalgaları sinüs seklindedir. İki tepe arasındaki uzaklık dalga boyu olarak adlandırılır ve bir saniyede gözlenen dalga tepesi sayısına frekans denir. Düşük frekanslar bas sesler, yüksek frekanslar ise tiz seslerdir. Sesin diğer bir karakteristiği ise genliğidir. Sesler yumuşak veya yüksek olurlar. Yumuşak sesler düşük genlikli, sert sesler ise yüksek genlikli olurlar. Bu özellik, havada, havayı sıkıştırmak için kullanılan güce bağlı küçük veya büyük basınç çeşididir. Sesi bilgisayar ile isleme, sesi havadaki basınç değişimlerini bilgisayarın anlayabileceği sayılara dönüştürmektir. Bunun için bir mikrofon ile basınçtaki değişimler elektrik sinyallerine, bir örnekleyici ile elektrik sinyalleri sayılara dönüştürülür (Yüksek 2006).

Sesin perdesi frekans ile tanımlanır. Frekans, saniyede titreşim sayısını ifade etmekte olup birimi “hertz”(Hz) olarak ifade edilir (Bayram 2008). İnsan kulağı 20 Hz ile 20kHz arasını duyabilmektedir.

Sesimiz, kişiliğimize ilişkin ipuçları verdiği gibi, çoğu zaman ruh halimizi de yansıtır. Bir bakıma biz sesimizdeyizdir. Ne kadar engellemeye çalışsak bile, çoğu zaman bizi

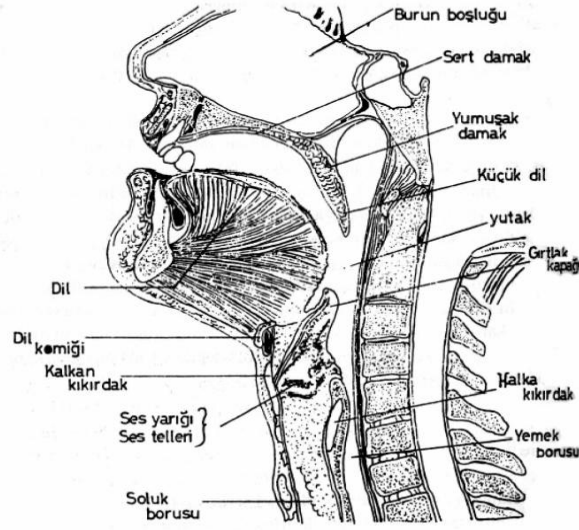
sesimiz ele verir. Her birimiz farklı yapıda olduğumuz için doğal olarak sesimiz ve konuşma biçimimiz arasında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Bizi tanımayan ve yalnızca sesimizi duyabilen bir kimse, bundan çeşitli çıkarımlarda bulunarak yaklaşık olarak kaç yaşında olduğumuzu, cinsiyetimizi, eğitim ve kültür düzeyimizi, kişiliğimizle ilgili birkaç ipucunu ve o anda neşeli mi üzgün mü olduğumuzu yüksek bir doğrulukla kestirebilir (Bayram 2001).

Ses tanıma ve tanımlama işlemi, bütün işitsel ve görsel duyuların kullanıldığı çok yönlü bir işlemdir. (Tosi 1979) Bu işlemi, bilinmeyen bir sesin bir veya daha fazla bilinen sesle tanınması veya elenmesi amacıyla işitsel veya görsel olarak karşılaştırılması şeklinde tanımlayabiliriz. Bu olayın temel olarak dayandığı varsayım, seslerin sahip olduğu karakteristik özellikleri yardımıyla çeşitli analiz teknikleri ve yöntemleri uygulanarak diğerlerinden ayırt edilmesidir (Cain 1996).

2.1.2. KONUŞMA

Konuşma sesinin oluşması için akciğerlerdeki havanın dışarı çıkarken gırtlak sağ ve sol yanında bulunan ikisi gerçek ikisi yalancı olan dört ses teline çarpması gerekmektedir. İnsan konuşurken, soluk şu örgenlere çarparak dışarı çıkar: Akciğer, soluk borusu, gırtlak, ses telleri, küçük dil, ağız boşluğu, geniz, burun boşluğu, damak, dişetleri, diş, dil, dudaklar (Aygün 2006).



Şekil 2.1. Ses Üretim Organları

Sesin oluşmasında birinci derecede rol oynayan ses telleri, önde kalkan kıkırdagın içiyle halka kıkırdagın iç kenarları arasına yerleşmişlerdir. Arkada, üçgen piramit biçimindeki ibriksi kıkırdakların iç yüzeyine bağlıdırlar. Boğumlama konuşma örgenlerinin akciğerden gelen soluğa biçim vermesidir. Bu, sesi anlaşılır kılar. Boğumlama konuşmanın temel ögesidir. İnsanların başlangıçta, boğumlamayı öğrenmeden önce, hayvanlar gibi sesler çıkardıkları varsayılır. Süreç içinde boğumlamayı öğrendikleri zaman konuşmaya başlamışlardır. Diyaframın, göğüs kaslarının, kaburgaların yardımıyla akciğerden gelen basınçlı hava, ses tellerindeki titreşimle ses yarığında, yani gırtlak içinde sesi oluşturur (ancak kimi seslerin oluşumunda ses telleri hareketsizdir). Bu durumda titreşimin üretimi gırtlakta gerçekleşir denilebilir. Tınlama ise ses yarığından yukarıda yutak, ağız ve burun boşluklarında sağlanır. Bu örgenlerle birlikte daha önce belirtilen soluğun dışarı çıkarken çarptığı örgenler çeşitli kapanma, engelleme ve hareketlerle sesin değişik biçimlerde oluşmasını sağlar. İşte bu süreç boğumlama olarak adlandırılmaktadır.

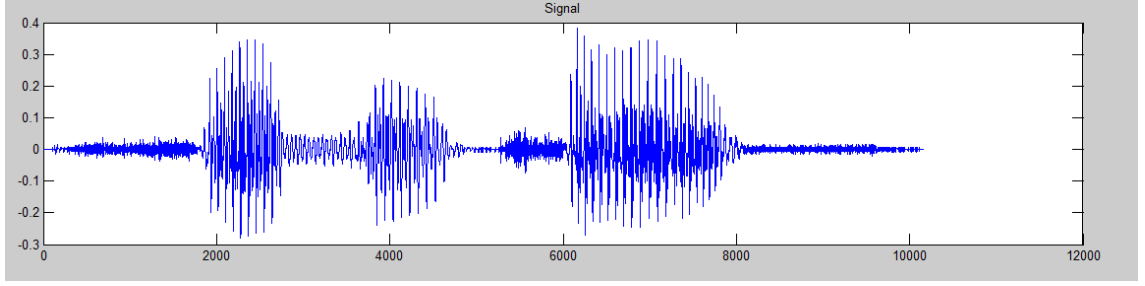
Herhangi bir sözcüğün söylenmesi için genel olarak o sözcüğü oluşturan ses birimlerin her biri için belirli ve kimi zaman birbirinden çok değişik hareketlerin yapılması gerekir (Aygün 2006).

2.1.3. SPEKTROGRAM

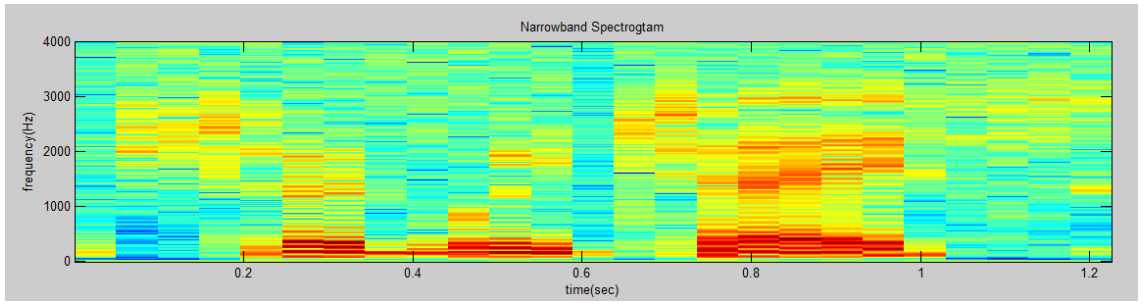
Ses işaretinin farklı frekanslardaki enerji dağılımının zamanla değişimini gösteren görsel analiz aracına spektrogram denilmektedir. Spektrogram kayıtların etiketlenmesinde kullanılmaktadır. Ses dalga biçiminde dikey eksen hava basıncının değerini, düşey eksen zamanı gösterir. Spektrogram vasıtasıyla sesin her sıklıktaki (frekanstaki) enerjisinin zamana göre değerini ve değişimini görmek mümkündür. Spektrogramda dikey eksen sıklık değerlerini, düşey eksen zamanı gösterir. Spektrogramda herhangi bir sıklıktaki koyuluk, o sıklıktaki enerjinin yoğunluğuyla orantılıdır (Arslan ve ark. 2004).

Spektrogramlar dar ve geniş bantlı filtrelerin kullanımına göre ikiye ayrılır. Dar bantlı spektrogramlar harmonikleri, geniş bant spektrogramlar formantları inceler.

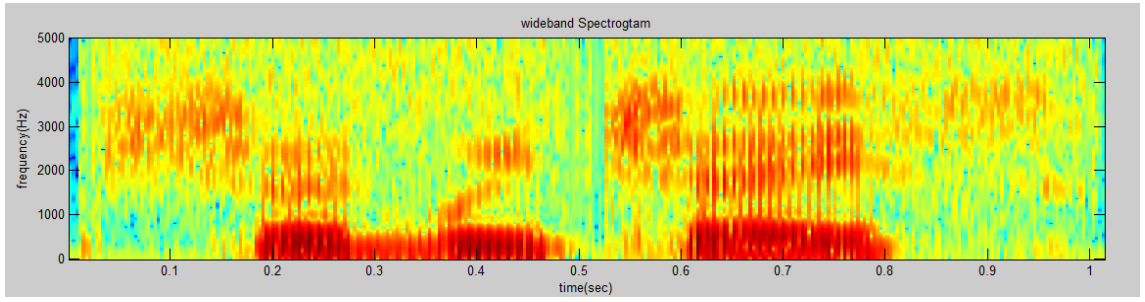
Konuşma enerjisi siyahtan beyaza doğru değişen şekilde gri alanı gösterir. En düşük işaret en düşük frekansta ve en büyük işaretle en büyük frekansta gösterilir (Bayram 2008).



(a)



(b)



(c)

Şekil 2.2. (a) Ses sinyali.(b)Dar bantlı spektrogram (c) Geniş bantlı spektrogram

2.1.4. PERDE (PİTCH) FREKANSI

Perde frekansı ses tellerinin titreşimlerinin temel frekansıdır. Perde frekansı hem zaman ortamında direkt olarak ses sinyalinin periyotların ölçülmesi ile hem de frekans ortamında spektral tepe değerlerinin hesaplanması ile elde edilebilir. Perde frekansı konuşmacı tanıma uygulamalarında önemli bir etkiye sahiptir. Perde frekansı tek başına kullanıldığında ayırt edici olmasa bile diğer ses özellikleri ile birlikte konuşmacı tanıma uygulamalarında sıklıkla, ama ses tanımada nadiren kullanılmaktadır (Hanilci 2007).

2.1.4. FORMANT FREKANSI

Formantlar; sesin doğal özelliklerini betimleyen en önemli parametrelerden birisini oluşturmaktadır. Formantlar düşükten yüksek enerjiye doğru F1, F2, F3, F4 şeklinde sembolize edilir. Formantların geçtiği frekanslar, sesin yoğunluk değerlerinin belirginleştiği frekanslardır.

Gerçek bir olayla ilgili olarak, kim ya da kimler tarafından üretildiği belli olmayan bir sesin aidiyetini tespit etmek amacıyla bilinen ve bilinmeyen konuşmacıların aynı sözcüklerine ait formant değerleri karşılaştırılır (Yüksel 2008).

2.2. SES İŞLEME

Ses işleme; konuşma tanıma, konuşmacı tanıma ve dil tanıma olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır ve ses işlemenin önemi artmaktadır.

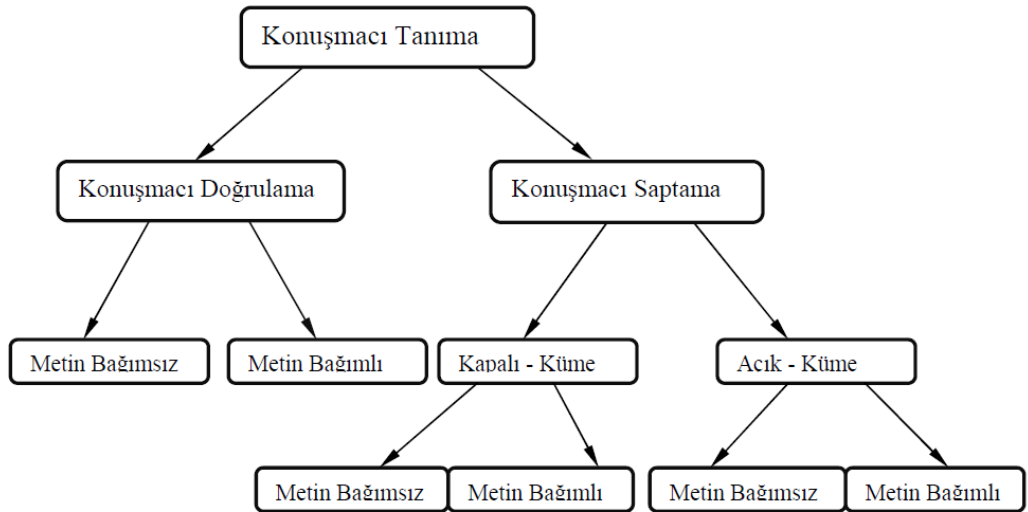
2.2.1. KONUŞMA TANIMA

Konuşma tanıma sistemleri gelişen teknolojiyle beraber günlük hayatımıza girmiştir. Konuşma tanıma; söylenilen sözü tanıma işlemidir. Konuşma tanımaya örnek olarak dikte paketleri (dictation packages), sesli tarama (voice browsing), telefon üzerinden konuşma tanıma tabanlı otomatik sistemler, görme hareket vb. engelleri olan insanlara makinelerle iletişimi sağlamak için bir takım alternatifler sunan sistemler verilebilir (Öcal 2005).

2.2.2. KONUŞMACI TANIMA

Konuşmacı tanıma; konuşmaya ait ses dalgalarından elde edilen bilgiye dayanılarak konuşanın kim olduğunu otomatik olarak bulma işlemidir. Bu teknik, erişim kontrolünün sesle yapıldığı sistemlere erişmeye çalışan kişilerin, kimliklerinin belirlenebilmesini mümkün kılmaktadır (Furui 1996).

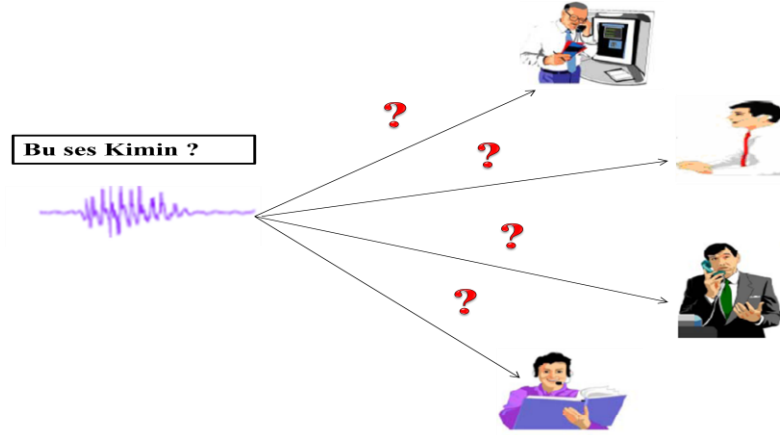
Konuşmacı tanıma sistemi konuşmacı doğrulama ve konuşmacı saptama olmak üzere ikiye gruba ayrılır (Karasartova 2011).



Şekil 2.3. Konuşmacı tanıma sisteminin hiyerarşik şeması

2.2.2.1. KONUŞMACI SAPTAMA

Bilinmeyen bir ses örneğinin, bilinen konuşmacılarının olduğu veritabanı içerisinde hangi kişiye ait olduğunun bulunmasıdır (Barisevičius 2008). Konuşma saptama iki aşamadan oluşmaktadır. Eğitim ve test aşaması. Eğitim aşamasında, bağımlı konuşmacının eğitim konuşma sinyallerinden özellik vektörleri çıkartılır ve her bir konuşmacı özellik seti için konuşmacı modellenir. Test aşamasında, bilinmeyen konuşmacı için test sinyallerinden özellik vektörleri çıkartılır ve bütün konuşmacı modelleri için skorlandırılır ve en çok benzeyen konuşmacıya tanımlanması karar verilir. Konuşmacı belirleme sisteminin performansı, toplam doğruluk testleri içinde doğru belirlediği oran ile ölçülür (Akula ve ark. 2009).



Şekil 2.4. Bir konuşmacı saptama sistemi

2.2.2.2. KONUŞMACI DOĞRULAMA

Kişinin iddia ettiği kişi olup olmadığının tespit edilmesidir (Campell 1997). Konuşmacı doğrulama, iletişim hizmetlerinde, bankacılık hizmetlerinde, özel kayıtlara vb. güvenli erişimler sağlamak amacıyla birçok uygulamada kullanılabilir (Mut 2005).



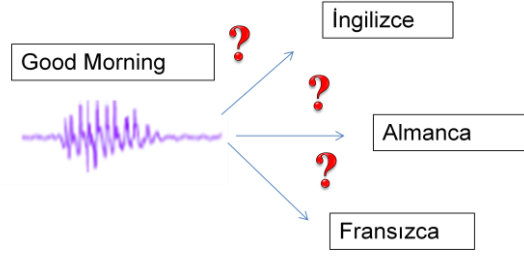
Şekil 2.5. Bir konuşmacı doğrulama sistemi

Konuşma tanıma sistemleri metin bağımlı ve metin bağımsız olarak sınıflara ayrılır. Metin bağımlı sistem Metin-bağılı sistemler, bazı belirtilen konuşmaları tekrar telaffuz etmesi için bir kullanıcıyı gerektirir, genellikle eğitim verisi olarak aynı metni içermektedir. Metin bağımsız sistemlerde böyle bir şart yoktur (http://www.appliedbiometrics.com/fileadmin/azaltmaload/Article_Speaker_Technology.pdf, 2012).

Diğer taraftan konuşmacı tanıma sistemleri açık küme veya kapalı küme olabilir. Kapalı kümede bilinmeyen ses örneği veritabanında kayıtlı kullanıcılardan birine aittir. Açık kümede ses örneği veritabanında kayıtlı olmayabilir. Sistem eşleştirdi ya da ret edildi diye sonuç verir (Erzin 2005). Açık küme ve kapalı küme arasındaki tek fark, sisteme kayıtlı olmayan kullanıcıların sisteme giriş yapıp yapamadığının önceden bilinmesidir. Doğrulama ve belirleme işlemlerinin her ikisinde de açık küme tanıma işlemi yapılacaksa karar aşamasında ek olarak bir eşik değer testi yapılmalıdır. Bu eşik değer testi sayesinde bilinmeyen konuşmacıya ait işaretin kabul edilebilir olup olmadığına karar verilir (Hanılçı 2007).

2.2.3. DİL TANIMA

Konuşulan bir konuşmanın lisanını otomatik olarak tanıma sürecidir (Torres ve ark. 2002).



Şekil 2.6. Bir konuşmacı dil tanım sistemi

2.2.4. SESİN ADLİ OLAYLARDAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Gelişen ve değişen dünya şartları içerisinde artan suç ve suçlularla birlikte suçların nitelikleri de değişmektedir. İletişim teknolojisinin çok yüksek seviyelere ulaşmış olması ve dolayısıyla da ses kayıt cihazları ve telefon kullanımının yaygınlaşması ile birlikte ses iletişimi ile işlenen suçlarda artış gözlenmektedir. Ayrıca kayıtlı seslerin, maddi hakikati ortaya koymak açısından delil olarak değerlendirilme zorunluluğu da kendini hissettirmektedir. Bunlarla gerektiği şekilde mücadele edebilmek için her türlü bulgunun değerlendirilebildiği, yeni ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilen, gelişmiş, teknik donanımlı Adli Bilim Laboratuvarlarıyla birlikte bu laboratuvarlarda çalışabilecek her bakımdan eğitilmiş, tecrübeli, bilgili, yetişmiş uzman personele ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan, adli bilimler alanındaki başarılı çalışmalarıyla tüm adli sistemimizin güvenini kazanmış olan Kriminal Polis Laboratuvarları bünyesinde adli amaçlı ses analizlerini gerçekleştirecek bir ünitenin oluşturulmasına karar verilmiş ve yaklaşık olarak dört yıl süren detaylı araştırma ve eğitim çalışmaları sonunda, Merkez Kriminal Polis Laboratuvarı bünyesinde bir birim ihdas edilmiş ve 1997 senesinde, ekspertiz hizmetlerine fiilen başlanmıştır. Konunun halen mevcut uzmanlık bölümlerinden farklılığı, bir tek merkez laboratuvarı kurulup ülke çapında hizmet yürütmesidir (<http://www.caginpolsi.com.tr/9/46-47-48-49.htm>, 2012).

Bir suç unsuru olarak ses, aşağı yukarı bütün kriminal olaylarda kullanılmaktadır. Kaydedilmiş olan bir ses, olayın ortaya çıkarılıp aydınlatılmasında eldeki mevcut tek

delil olabilir. Böylece şüpheli ya da şüpheliler ortaya çıkarılarak islenen suçun faillerini bulunmasında kolaylık sağlanabilir (Yüksek 2006).

Ses tanıma ve tanımlama işlemi, çeşitli kriminal olayların çözülmesinde kullanılmaktadır. Bu kriminal olayları cinayet, hırsızlık, soygun, güvenlik kuvvetlerine yapılan asılsız ihbarlar, uyuşturucu, kumar, rüşvet, kaçakçılık, organize suç olayları, şantaj, terörist eylemler, bombalı eylemler, tehdit telefonları, suikast girişimleri vb. şeklinde ifade edebiliriz (Srnkovski 1996) .

Her ne kadar bant kayıtlarına büyük oranda bir güvensizlik olmasına rağmen ses ile ilgili olarak birçok adli vaka aydınlatılabilmektedir. Bunun yanında suç soruşturmasına yön veren şüphe kavramı için de duyulan seslerin ne kadar da önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Suç analizinin olmazsa olmazlarından olan delillendirme işlemi için yaşanmış birkaç olay aşağıda belirtilmiştir:

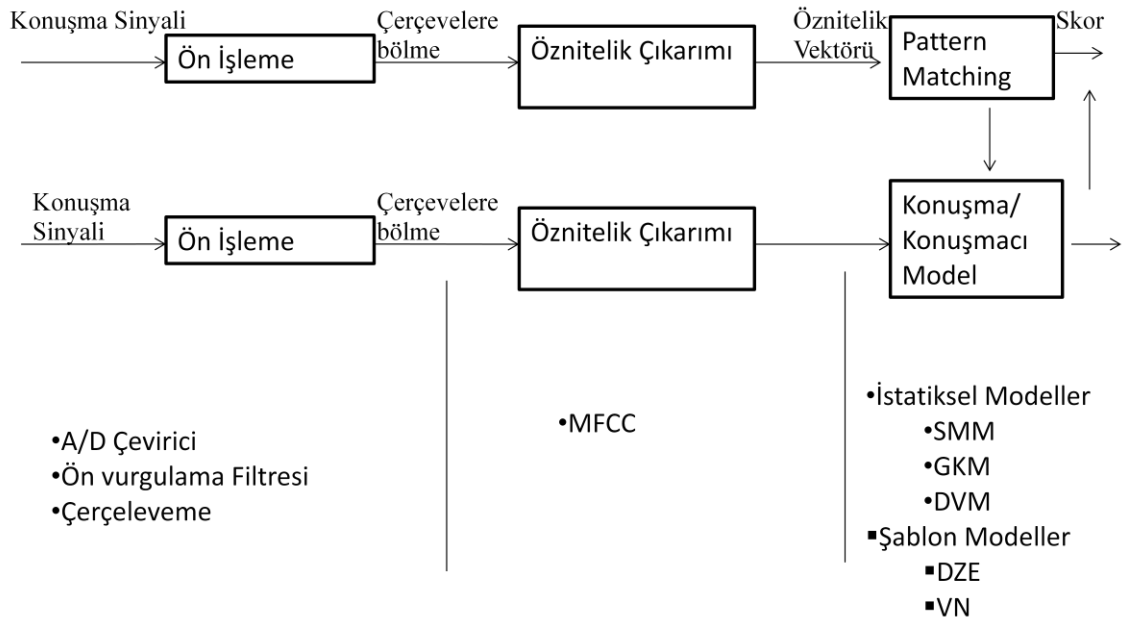
Kamuoyunda ‘kesik bacak cinayeti’ olarak nitelendirilen olay neticesinde altı öğrenci gözaltına alınmıştır. Öğrenciler gözaltında işkence gördüklerini ifade etmişlerdir. Olayda gözlerinin bağlı olduğunu ve kolluk görevlilerini görmediklerini belirtmişlerdir. Daha sonra kurum içi müfettişlerin devraldığı olayda mağdur öğrenciler kolluk görevlilerini seslerinden teşhis etmişlerdir (Sever 2011).

Denizli’de, iki kişinin katil zanlıları, görme engelli bir tanık tarafından sesinden teşhis edildi. Kınıklı Beldesi’nde 20 Aralık gecesi minibüsle bira içmeye giden C. Y. (18) ile Ş.K. (18), bıçaklanarak öldürüldü. Polis, B.D. (24), E.K. (23) ve S.Y.’i (23) şüpheli olarak gözaltına aldı. İki tanık katilleri görmediklerini belirtirken görme özürlü olan üçüncüsü sesleri duyduğunu söyledi. Şüphelilerin sesleri, görme engelli tanığa dinletildi. Tanık, E.K.’nın sesini teşhis etti. Suçunu itiraf etmek zorunda kalan şüpheliler tutuklandılar

(<http://hurarsiv.hurriyet.com.tr/goster/ShowNew.aspx?id=285287>, 2012).

2.2.5. SES İŞLEME ADIMLARI

Ses sinyaline, tanımda gerekli olan faydalı özelliklerini ortaya çıkarmak için sinyal işleme teknikleri uygulanır. Amaç sinyaldeki fonetik bilgisini kötü telefon hatlarının içerdiği gürültü, konuşmacı farklılıkları veya konuşmacının duygusal durumu gibi faktörlerin tesiri olmayacak şekilde saklamaktır (Aydın 2005).



Şekil 2.7. Ses işleme adımları

2.2.5.1. ÖN İŞLEME

Sesin doğal yapısından dolayı, düşük frekanslarda, yüksek frekanslara göre daha fazla enerji bulunmaktadır. Enerjinin bu şekilde dağılmış olması format frekanslarının izlenmesini zorlaştırmaktadır. Ön İşleme, ses sinyali yüksek geçiren süzgeçten geçirilerek düşük frekanslardaki enerjiyi azaltır ve ses sinyalinin enerjisi bütün frekanslara yaklaşık olarak eşit bir şekilde paylaştırılır (Özbek ve Demirekler 2006).

2.2.5.2. ÖZİNİTELİK ÇIKARIMI

Konuşma sinyali yalnızca konuşma bilgisi içermez. Aynı zamanda kimlik, yaş, cinsiyet, ruh hali gibi konuşmacıya bağımlı bilgilerde konuşma sinyalinden çıkarılabilir. Özinitelik çıkarma konuşma sinyalinden bu bilgileri temsil eden az sayıda parametrenin belirlenmesi işlemidir. Bu aşama tanıma sistemleri için son derece önemlidir ve başarıyı doğrudan etkiler. Konuşma sinyali yavaş değişen bir sinyaldir ve sözde durağan olarak isimlendirilir. Bu nedenle çoğu analiz yöntemleri konuşma sinyalinin durağan akustik özelliklere sahip olduğu kısa parçalar boyunca uygulanır (Vasif ve Nabiye 2009). Özinitelik çıkarmanın ana hedefi, ses örneğindeki, konuşmacıyı tanımlayan akustik özelliklerden ödün vermeden yüklü miktardaki veriyi özetlemektir. (Gish ve Schmidt 1994)İdeal özinitelik vektörleri aşağıdaki şartları sağlamalıdır (Wolf 1972).

- Konuşma sırasında doğal olarak ve sıklıkla ortaya çıkmalı,
- Kolay ölçülebilir olmalı,
- Zamanla değişmemeli veya kişinin sağlık durumundan etkilenmemeli,
- Gürültüden veya iletim hattından etkilenmemeli,
- Taklitlere karşı hassas olmamalı

Birçok özinitelik çıkarma yöntemi vardır. MFKK, DÖKK yöntemleri bunlardan bazılarıdır. Bu tezde özinitelik çıkarmı için MFKK yöntemi kullanılmıştır.

2.2.5.3. SINIFLANDIRMA

Sisteme verilen ses sinyalinin özinitelik vektörlerinin kullanarak, hangi konuşmacıya ait olduğunu bulmaktır. Sınıflandırma için iki tür model vardır. İstatistiksel modelleme ve şablon modelleme (Campell 1997).

2.2.5.3.1. ŞABLON MODEL

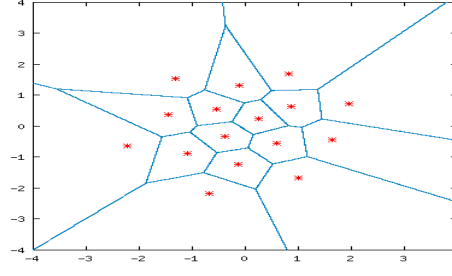
Şablon modeller en basit sınıflandırıcıdır. Dinamik Zaman Eğirme (DZE) Vektör nicemleme (VN), bu modele örnektir (Barisevičius 2004).

2.2.4.3.1.1. DİNAMİK ZAMAN EĞİRME (DZE)

Aynı sözcüğü aynı kullanıcı tekrar seslendirdiğinde bile bir seslendiriliş daha önceki söyleyişlere benzemeyebilir. Sözcüğün uzunluğu doğrusal olmayan bir biçimde genişleme ve daralma gösterir. Zaman eğirme yöntemi sözcüğün ya da fonem sinyalinin, referans şablonu ile aynı zaman aralığında olabilmesi için zaman ekseninde daralma ya da genişleme yapmayı amaçlar. DZE yönteminde zaman eksenini doğrusal olmayan bir biçimde genişletilip daraltılarak referans şablonu ile tanınacak olan konuşma kesiminin başlangıç ve bitiş zamanları çakıştırılmaya çalışılır. Amaç karşılaştırmanın aynı zaman aralıkları için yapılmasını sağlamaktır (Eskidere 2007).

2.2.5.3.1.2. VEKTÖR NİCEMLEME (VN)

Vektör nicemleme (VN) verideki bilgi miktarını azaltmak için blok kodlamayı temel alan bir tür data sıkıştırma metodudur. Şekilde 2 Boyutlu VN örneği gösterilmiştir. Buradaki *' lar “Kod Vektörü”, kod vektörüne yaklaştırılan bölgeler “Kodlama Bölgesi” olarak tanımlanır. Bütün kod vektörlerine “Kod Kitabı” adı verilir (Hasan ve ark. 2004).



Şekil 2.8. 2 Boyutlu vektör uzaklık ölçümü (Uzunçarşılı 2005)

2.2.5.3.2. İSTATİSTİKSEL MODEL

Saklı Markov Modeli (SMM), Gauss karışım modeli (GKM), Destek Vektör Makineleri (DVM) bu modele örnektir (Barisevičius 2004).

2.2.5.3.2.1. SÜREKLİ SAKLI MARKOV MODELLERİ (SMM)

Saklı Markov Modelleri (SMM), bir örüntüye ait çerçevelerin spektral özelliklerini modellemede yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. SMM (veya diğer istatistiksel yöntemler) ile konuşmacı tanıma sistemlerinin temel dayanak noktası, ses sinyalinin rastsal süreç olarak iyi bir şekilde ifade edilebilmesidir (Ertaş ve Hanilçi 2007).

2.2.5.3.2.2. GAUSS KARIŞIM MODELİ (GKM)

Bir GKM, her biri birer Gauss olasılık dağılımıyla ifade edilen bileşenlerin ağırlıklandırılmış toplamından oluşur (Dikici ve Saraclar 2009). Bir Gauss karışım yoğunluğu M bileşenli yoğunlukların ağırlıklı toplamı olup (2.1) deki gibi ifade edilir.

$$p(\vec{x}|\lambda) = \sum_{i=1}^M p_i b_i(\vec{x}) \quad (2.1)$$

Burada $\vec{x}$, D boyutlu rastgele değişen bir vektör, $b_i(\vec{x})$ bileşen yoğunlukları ($i = 1, \dots, M$) ve p_i ise karışım ağırlıklarıdır. Her bir bileşen için D boyutlu Gauss fonksiyonu (2.2) de görölmektedir

$$b_i(\vec{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |C_i|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\vec{x} - \vec{m}_i)' C_i^{-1} (\vec{x} - \vec{m}_i) \right\} \quad (2.2)$$

Burada $\vec{m}_i$, ortalama değer vektörü ve $\vec{m}_i$ ise ortak değişindi matrisidir. Olasılık yoğunluk fonksiyonunun bir $\vec{m}_i$ gereği olarak karışım ağırlıkları $\sum_{i=1}^M p_i = 1$ şeklinde sınırlandırılmıştır. Bir Gauss karışım yoğunluğu, her bileşenin ortalama vektörü, ortak değişindi matrisi ve karışım ağırlık değerleri ile aşığıdaki gibi kısaca ifade edilmektedir.

$$\lambda = \{ p_i, \vec{m}_i, C_i \} \quad i = 1, \dots, M \quad (2.3)$$

Konuşmacı tanıma için her bir konuşmacının GKM'i λ ile gösterilir (Ertas ve Eskidere 2007).

2.2.5.3.2.3. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (DVM)

Destek vektör makinesi (DVM) sınıflandırma yöntemlerinde zaman geçtikçe önem kazanmaktadır. DVM, iki sınıfı birbirinden ayıran bir düzlem bulmaya çalışır ve bu iki sınıf birbirinden ayrılmış olur ve gruplandırılır (Aşılyan ve Günel 2009).

Bu tezde sınıflandırıcı olarak Destek Vektör Makineleri ve Vektör Nicemleme kullanılmıştır.

2.3. MANİPÜLASYON VE ÇEŞİTLERİ

Manipölasyon, ses üzerinde yapılabilecek olan herhangi bir değişiklik olarak tanımlanabilir. Bu değişiklikler insan kulağının algılayamayacağı kadar iyi yapılmış olabilir. Bunların anlaşılabilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Ses üzerindeki

bu oynamalar birçok basit manipölasyon programlarıyla yapılabilmektedir. Yapılan bu manipölasyonların bazıları şu şekilde sıralanabilir;

- Perde frekansının artı ve eksi seviyede değıştirilmesi(Pitch up/ down)
- Konuşma süresinin artı ve eksi seviyede değıştirilmesi (Duration up/ down)
- Cinsiyet Değişimi
- Temponun artı ve eksi seviyede değıştirilmesi
- Alçak ve yüksek geçiren filtrelerden geçirilmesi
- Arka plan gürültüsünün eklenmesi (hava alanı, metro, restoran vb.)
- Anlık gürültülerin eklenmesi (silah sesi, ayak sesi, çığlık sesi vb.) (Yıldız 2012).

Bu tezde sesin perde frekansının (pitch) ve Konuşma süresi (duration) %10, %25, %50 arttırıp azaltılarak ve cinsiyet değışimi (kadından erkeğe ve erkekten kadına) manipüle edilmiş ve veri tabanındaki orijinal seslerle kıyaslanarak sistemin değıştirilmiş ses örneklerini tespit edebilme başarısı sınanmıştır.

2.3.1. KONUŞMA SÜRESİNİN (DURATION) DEĞİŞTİRİLMESİ

Konuşma süresinin değıştirilmesi seste değışikliklere neden olmaktadır. Bu tezde elimizdeki NIST veri tabanına ait 850 adet Erkek ve 1188 adet bayan sesinin hızlarını praat programı ile %10, %25 ve %50 oranlarında azaltıldı ve artırıldı. Konuşma süresinin artması, ses hızının yavaşlaması, konuşma süresinin azalması ise ses hızının hızlanmasını sağlar. Böylece sesler manipüle olmuş olur. Manipüle olmuş sesleri ise konuşmacı tanıma sistemine göre başarımlar oranlarını karşılaştırıldı.

2.3.2. PERDE FREKANSININ (PITCH) DEĞİŞTİRİLMESİ

Bir sesin frekansı arttıkça perdesi yükselir (tizleşir), frekansı azaldıkça perdesi düşer (pesleşir). Bu çalışmada elimizdeki NIST veri tabanına ait 850 adet Erkek ve 1188 adet bayan sesinin perde frekanslarını praat programı ile %10, %25 ve %50 oranlarında azaltıldı ve artırıldı. Böylece sesler manipüle olmuş olur. Manipüle olmuş sesleri ise konuşmacı tanıma sistemine göre başarımlarını karşılaştırıldı.

2.3.3. CİNSİYET DEĞİŞİMİ

Dönüştürme olayı temel olarak; dönüştürülmek istenilen cinsiyete göre perde frekansının değiştirilip formantların buna normalize edilmesidir. Kadın ve erkek sesleri birbirinden akustik parametreler olarak farklı özelliklere sahiptir. Kadın seslerinde pitch frekansı erkeklere göre fazlayken, erkek seslerinde ise kadın seslerine göre seslerinin genliği ve formant frekansları daha fazladır. Bu çalışmada elimizdeki NIST veri tabanına ait 850 adet Erkek sesini kadın sesine ve 1188 adet bayan sesini erkek sesine praat programı dönüştürüldü.

3 MATERYAL VE YÖNTEM:

3.1. VERİ TABANI

Veri tabanı olarak dünyaca bilinen Nist2001 (National Institute of Standards and Technology) veritabanındaki ses kayıtları kullanıldı. Veri tabanında test için 60 saniyeden kısa olan, 8000 Hz de örneklenmiş, 850 erkek ve 1188 bayan sesi bulunmaktadır. Bu kayıtlar farklı telefon hatlarında, farklı ortam şartlarında gerçekleştirilmiş olup her konuşmacı için aynı şartları sağlamamaktadır (Anonim 2001).

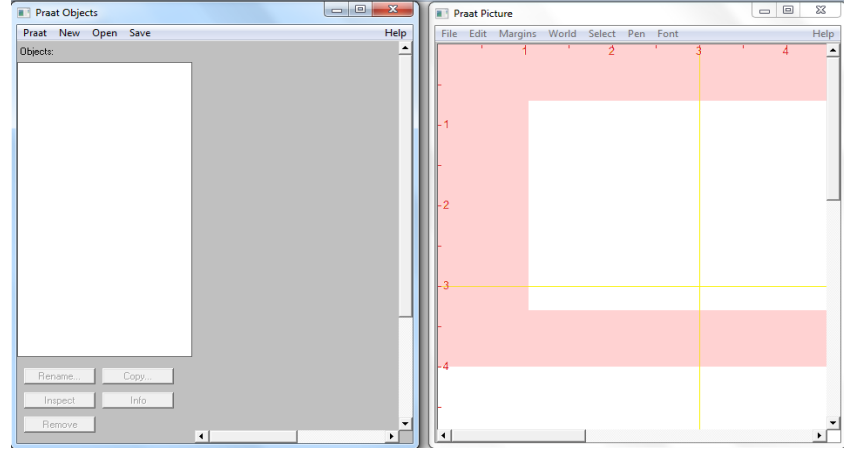
3.2. PRAAT

Praat; Akustik ses sinyallerinin analizi ve yeniden yapılandırılması için Paul Boersma ve David Weenink (Amsterdam Üniversitesi) tarafından tasarlanmış ücretsiz bir yazılımdır.(Lieshout 2003) Çeşitli Unix versiyonları, GNU/Linux, Mac ve Microsoft Windows (95, 98, NT4, ME, 2000, XP, Vista,7) gibi farklı işletim sistemlerinde kullanılabilir (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, 2012).

Bu tezde Praat'ın 5.3.03 (64 bit) sürümü kullanılmıştır.

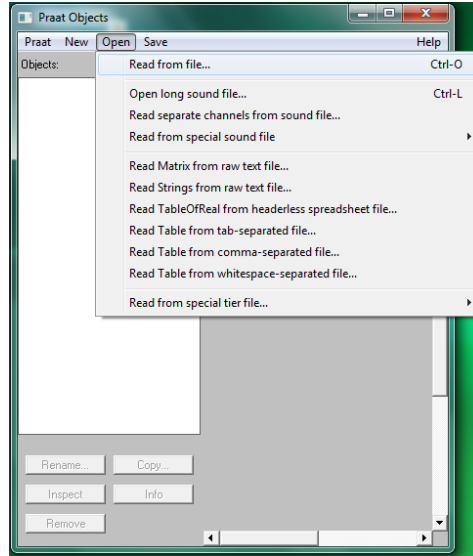
3.2.1 PRAAT ARA YÜZÜ

Praat programı açıldığında Şekil 3.1' de gösterilen kullanıcı ara yüzü karşımıza çıkmaktadır. Sağdaki Praat Picture kısmı ise grafik çizilecek alandır.



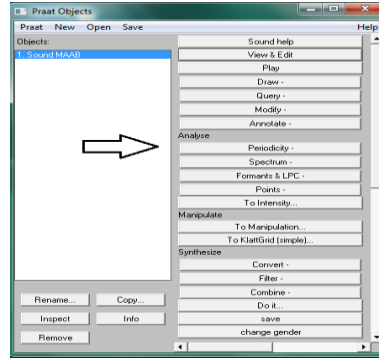
Şekil 3.1. Praat arayüzü

Şekil 3.2’ deki “open” kısmından ses dosyası okutulur.



Şekil 3.2. Praat’ta dosya okunması

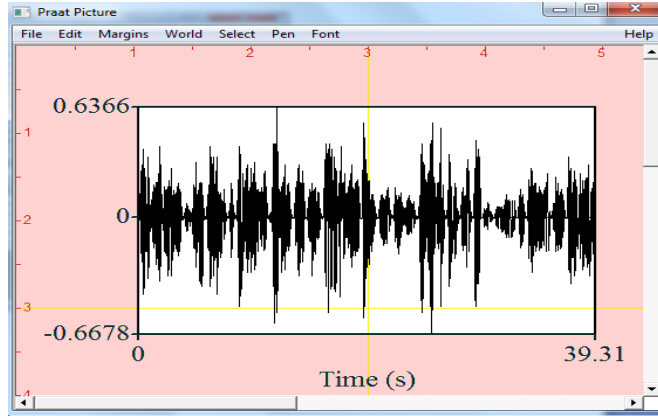
Şekil 3.3.’ de gösterilen “object” menüsünden istenilen işlemler yapılabilir.



Şekil 3.3. Praat’ta açılan ses dosyası üzerinde işlemler yapılması

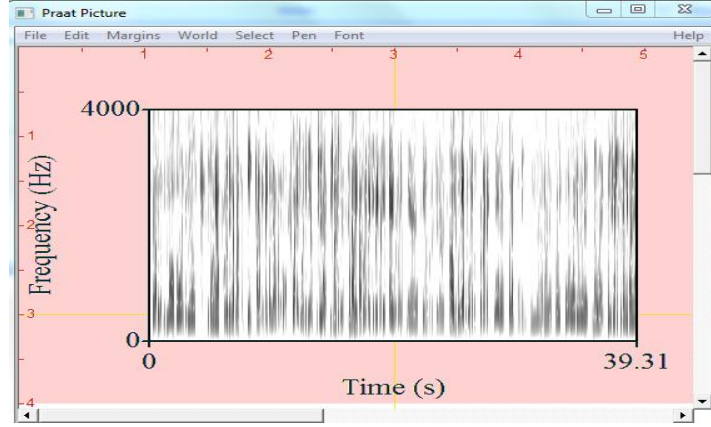
Ses dosyasını seçip “play” butonuna basınca ses dosyası dinlenebilir.

Şekil 3.4.’ de gösterildiği gibi sesin dalga formu “objects” menüsünden “Draw” komutu ile çizdirilebilir.



Şekil 3.4. Praat’ta seçilmiş olan ses dosyasının dalga formu

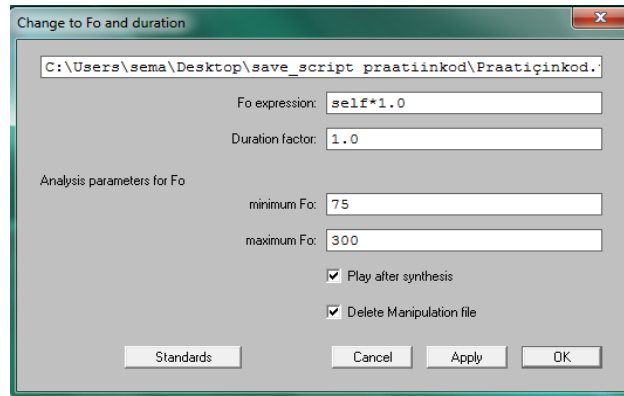
Object metisündeki Spectrum kısmından spektrogramı secip draw butonu ile şekil 3.5’ deki gibi spektrogramı çizdirilebilir.



Şekil 3.5. Praat'ta seçilmiş olan ses dosyasının spektrogramı

3.2.1.1. PRAAT İLE SESLERİN PERDE FREKANSININ VE KONUŞMA SÜRESİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ

Veri tabanındaki wav formatlı 850 erkek ve 1188 bayan sesinin perde frekansları ve konuşma süreleri sırasıyla %10 arttırma, %10 azaltma, %25 arttırma, %25 azaltma, %50 arttırma ve son olarak %50 azaltma işlemlerini gerçekleştirmek, aynı zamanda tek seferde çok sayıda ses üzerinde işlem yapabilmek için yazdığımız script çalıştırıldığında karşımıza Şekil 3.6'da görülen ara yüz çıkmaktadır.

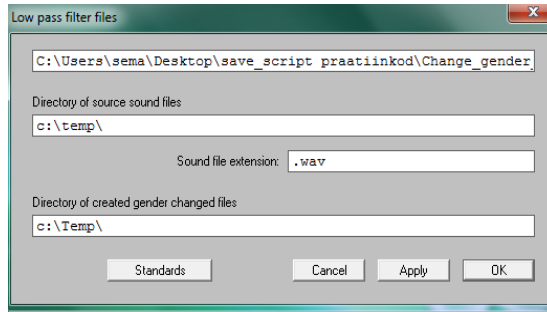


Şekil 3.6. Praat'ta perde frekansını ve hızını değiştirmek için kullanılan ara yüz

Bu ara yüzde; duration factor yazan kısmı “1.0” bırakıp Fo expression kısmındaki katsayıyı değiştirildiğinde perde frekanslarında artırma ya da azaltma yapılmaktadır. Eğer Fo expression kısmındaki değeri “self*1.0” olarak bırakıp duration factor kısmındaki katsayıyı değiştirildiğinde Konuşma sürelerinde artırıp azaltma yapılmaktadır.

3.2.1.2. PRAAT İLE SESLERİN CİNSİYETLERİNİ DEĞİŞTİRİLMESİ

Veri tabanındaki wav formatlı 850 erkek ve 1188 bayan sesinde; Cinsiyet değişimini gerçekleştirmek, aynı zamanda tek seferde çok sayıda ses üzerinde işlem yapabilmek için yazdığımız script çalıştırıldığında karşımıza Şekil 3.7’ de görülen ara yüz çıkmaktadır.



Şekil 3.7. Praat'ta cinsiyet değiştirmek için kullanılan ara yüz

Burada; eğer erkek sesi bayan sesine dönüştürülecek ise script içinde change speaker... 75 600 1.1 1.8 1.0 1.0 değerleri, eğer bayan sesi erkek sesine dönüştürülecek ise Change speaker... 75 600 1/1.1 1/1.8 1.0 1.0 değerleri kullanılmalıdır.

3.3 MATLAB

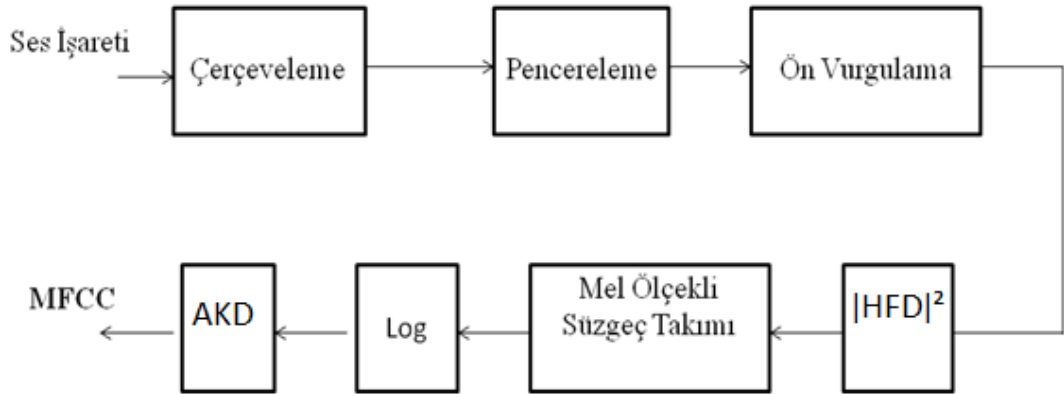
Matlab(Matrix Laboratory) Mathworks tarafından geliştirilmiş nümerik hesaplamalı, görsellikli ve programlamalı yüksek seviyeli bir dildir. Matlab kullanarak; veri analizi,

algoritma geliştirmesi, model yaratılması ve geliştirilmesi yapılabilir. Matlab araçları ile matematiksel işlemler C/C++ ve java gibi programlara göre daha hızlı ve daha kısa süre yapılmaktadır (Mathworks 2012).

Bu tezde; MFKK elde edilmesinde vektör nicemleme, DVM yöntemine, seslerinden karşılaştırılmasından sonuç grafiklerinin çizimine kadar her aşamada Matlab kullanılmıştır.

3.4 MEL FREKANSLI KEPSTRUM KATSAYILARININ HESAPLANMASI

Öznitelik vektörü olarak kullanılan kepstrum katsayıları elde edilirken, genellikle konuşmacı tanıma uygulamalarında MFKK kullanılır. Bunun nedeni, MFKK insan kulağının frekans seçiciliğini taklit ederek iyi bir şekilde konuşmacıları ayırt edici değerler elde edebilmesidir.. Ayrıca MFKK katsayıları değişimlerden, ses dalga yapısından çok daha az etkilenir. Reynolds (1992), tarafından önerilen MFKK vektörü çıkartımı blok diyagramı şekil 3.8.'de görölmektedir (Eskidere ve Ertaş 2009).



Şekil 3.8. Mel frekanslı kepstrum katsayıları akış diyagramı (Hanilci 2007)

3.4.1 ÇERÇEVELEME

Konuşma sinyallerinin karakteristikleri yeteri kadar küçük bir zaman aralığında kararlı kalmaktadır. Bu nedenle ses sinyalleri kısa zaman aralıklarında işlenmektedir (Schafer 1975). Konuşma işareti N adet örnekten oluşan çerçevelere ve komsu M örnekten oluşan çerçevelere bölünür. ($M < N$) İlk çerçeve N örnekten oluşurken ikinci çerçeve ilk çerçeve den M örnek sonra baslar ve ilk çerçevenin $N-M$ çerçeve kadar üzerine biner. (Eskidere 2007) Deneyler sırasında NIST2001 veritabanı için 15 ms'lik kısımları örtüşen 30 ms uzunluklu çerçeveler kullanılmıştır.

3.4.2 PENCERELEME

Çerçeveleme işleminden sonraki adım olan pencereleme işleminde; her çerçeveyi pencereleyerek, sinyalin başı ve sonundaki süreksiz bölümleri minimize etmektir. Buradaki amaç, pencereyi kullanarak çerçevelerin başı ve sonundaki bilgi içermeyen bölümleri kırpma dolayısıyla spektral bozulmayı engellemektir. Eğer pencereyi $w(n)$, $0 \leq n \leq N-1$, N her çerçevedeki örnek sayısı olarak kabul edersek, sinyalin pencerelenmiş hali aşağıdaki gibidir (Demirci 2005).

$$y_1(n) = x_1(n)w(n), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (3.1)$$

Yaygın olarak kullanılan Hamming, Hanning pencereleme fonksiyonlarının matematiksel ifadeleri aşağıdaki gibidir. (Eskidere ve Ertaş 2009).

Hamming:

$$w[k+1] = 0.54 - 0.46 \cos\left(2\pi \frac{k}{n-1}\right) \quad k = 0, \dots, n-1 \quad (3.2)$$

Hanning:

$$w[k + 1] = 0.5 \left(1 - \cos \left(2\pi \frac{k}{n-1} \right) \right), \quad k = 0, \dots, n-1 \quad (3.3)$$

3.4.3 ÖNVURGULAMA

Yüksek frekanslı sesli bölgelerde ses üretim sisteminin yapısından kaynaklanan bir sönümlenme oluşur. Bu nedenle ön vurgulama olarak isimlendirilen ve yüksek frekanslı bölgeleri güçlendiren bir filtreleme uygulanır. Ön vurgulamanın amacı ani düşüşlerin olduğu sesli bölgelerin spektrumunu dengelemektir. Ön vurgulama aynı zamanda bazı ağızsal etkileri de ortadan kaldırır. Yaygın olarak kullanılan ön vurgu fitresi (3.4) bağıntısıyla gerçekleştirilir (Nabiyev ve Yücesoy 2009).

$$H(z) = 1 - 0.95z^{-1} \quad (3.4)$$

3.4.4 HIZLI FOURIER DÖNÜŞÜMÜ (HFD)

Bu aşamada durağan akustik özelliklere sahip olduğu kabul edilen analiz pencereleri HFD (Hızlı Fourier Dönüşümü) ile frekans uzayına taşınır (Nabiyev ve Yücesoy 2009). Burada hızlı dönüşüm algoritmaları kullanılmasındaki amaç işlemsel karmaşayı olabildiğince azaltmaktır (Budak ve Bolat 2011). HFD, Ayrık Fourier Dönüşümü (Discrete Fourier Transform, AFD) uygulamak için hızlı bir algoritmadır. N örnekli bir set için şöyle tanımlanabilir:

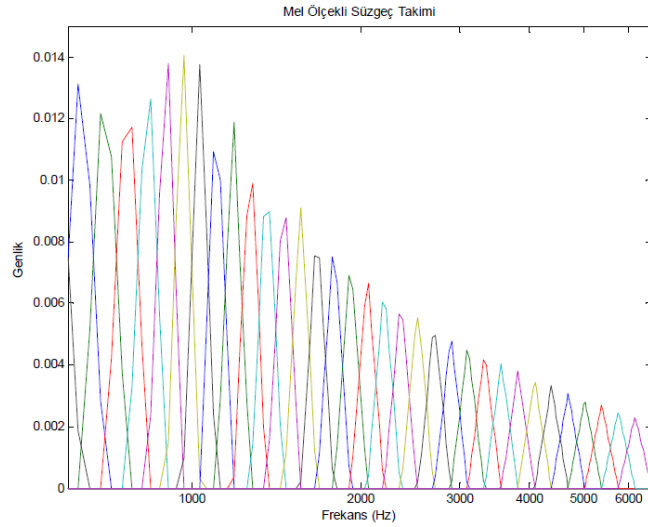
$$X_n = \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{-2\pi jkn/N}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3.5)$$

3.4.5 MEL ÖLÇEKLİ SÜZGEÇ TAKIMI

Normal bir insan kulağı, frekansları doğrusal olmayan bir şekilde algılar. Araştırmalar göstermiştir ki, ölçüler, 1 kHz e kadar doğrusal, daha yüksek değerlerde ise logaritmiktir. (Mut 2005) Bir referans noktası olarak alınan 1 kHz’lik ses, insan duyma eşiğinin 40 dB üstünde olmakla birlikte 1000 mel olarak tanımlanır. Bundan dolayı Hz türünden bilinen bir frekansın mel eşdeğerini bulmak için şu formül kullanılabilir: (Başaran 2007).

$$mel(f) = 2595 \log \left(1 + \frac{f}{700} \right) \quad (3.6)$$

Genlik spektrumu hesaplanan işaret bir sonraki adımda mel ölçekli süzgeç takımından geçirilir. Mel ölçekli süzgeç takımı, 1 kHz’e kadar doğrusal, 1 kHz’den yüksek frekanslarda ise logaritmik olarak yerleştirilmiş üçgen süzgeçlerden oluşmaktadır (Hanilçi 2007).



Şekil 3.9. Mel ölçekli süzgeç takımı (Hanilci 2007)

$[0, f_s/2]$ Hz ve f_s örnekleme frekansı olarak tanımlanmıştır. Üçgen süzgeç dizilerinden biri l olsun, $l \in [1, FS]$, bu süzgecin merkez frekansı, f_{c_l} olup alt ve üst bant geçiren frekansları ise; $f_{c_{l-1}}$ ve $f_{c_{l+1}}$ olarak ifade edilir. Süzgeç dizileri, denklemdeki gibi ifade edilir.

$$F_1[k] = \begin{cases} ((\frac{k}{N}f_s - f_{cl-1})/(f_{cl} - f_{cl-1})) & L_1 \leq k \leq C_1 \\ (f_{cl+1} - (\frac{k}{N})f_s)/(f_{cl+1} - f_{cl}) & C_1 \leq k \leq U_1 \end{cases} \quad (3.7)$$

Burada $C_1 = \frac{f_{cl}}{f_s} N$, $U_1 = \frac{f_{cl+1}}{f_s} N$ ve $L_1 = \frac{f_{cl-1}}{f_s} N$ olup 1'inci süzgecin merkez, üst ve alt frekanslarıdır. Kullanılan üçgen süzgeç dizilerinin merkez frekansları, Mel ölçeğinde eşit olarak yerleştirilir (Eskidere ve Ertaş 2009).

Bu çalışmada örnekleme frekansı 8000 Hz, üçgen süzgeç sayısı 27 olarak alınmıştır.

3.4.6 LOGARİTMA ALMA

Konuşma işaretinin süzgeç dizisinden geçirildikten sonra logaritması alınır. Ses yolunun etkisini kaynaktan ayırmak için logaritma kullanılır. 1. süzgeç için logaritmik enerji çıkışı denklem(3.8)' de görüldüğü gibi $c(l)$ olarak ifade edilir.

$$c(l) = \log\left(\frac{1}{A} \sum_{k=L_1}^{U_1} F_1[k]X[k]\right) \quad (3.8)$$

Burada A süzgeçlerin bant genişliğine bağlı olarak kullanılan normalizasyon katsayısı olup $A_1 = \sum_{k=L_1}^{U_1} F_k[k]$ olarak tanımlanır. Logaritma alarak, dinamik sıkıştırma yapılp, öznitelik vektörleri, dinamik değişimlere karşı daha az hassas olmaktadır (Eskidere 2007).

3.4.7. AYRIK KOSİNÜS DÖNÜŞÜMÜ (AKD)

MFKK bulunmasının son aşamasında mel spektrumunun logaritması zaman bölgesine çevrilir. Sonuç MFKK olarak adlandırılır. Konuşma spektrumunun kepstral gösterimi, verilen çerçeve analizi için sinyalin yerel spektral özelliklerini güzel bir şekilde ifade

eder çünkü mel spektrum katsayıları (ve bunların logaritması) gerçeldir ve bunları ayırık kosinüs dönüşümü (AKD) kullanılarak zaman alanına çevirmek mümkündür.(Çaycı 2007). Logaritma alma işleminden sonra elde edilen c_l işareti ile gösterirsek MFKK katsayıları ,

$$mfcc(i)_l = \frac{1}{FS} \sum_{l=1}^{FS} c_l \cos(i(l - \frac{1}{2}) \frac{\pi}{FS}) \quad i=1, \dots, FS-1 \quad (3.9)$$

şeklinde hesaplanır.

3.4.8. DELTA MFKK

Kepstral katsayılar çerçevelenmiş konuşmanın yerel spektral özelliklerini iyi temsil etmektedir. Fakat iyi bilinmelidir ki, bilginin büyük bir kısmı diğer bir parçasının içine geçiş yapmış olduğu yere aittir. Delta MFKK farklı çerçeveler arasındaki değişiklikleri yakalamamızı sağlar. Delta MFKK, özellik çıkarımı sonucunda konuşma sinyalinin vektör karakteristiğinin zamanla değişen spektral özellikleridir. Delta yani türev hesabı bize veritabanındaki farklılıkları gösterir. Şartları farklı olan veritabanlarında delta hesapları eşleşme başarısını arttırabilir. Delta MFKK iki şekilde hesaplanabilir. Bunlar lineer regresyon yöntemi ve türev yöntemidir.

$$\Delta c_k[i] = \frac{\sum_{m=-M}^M m c_{k+m}[i]}{\sum_{m=-M}^M m^2} \quad (3.10)$$

$$\Delta c_k[i] = c_{k+M}[i] - c_{k-M}[i] \quad (3.11)$$

$c_k[i]$, k. çerçevenin i. Kepstral katsayısını, M kaçınıcı pencere komşuluğu olduğunu belirtir.

Double Delta MFKK (Δ^2 MFKK) hesabı denklemde $c_k[i]$ yerine $\Delta c_k[i]$ konulmasıyla hesaplanır (Yıldız 2012).

3.5. VEKTÖR NİCEMLEME (VN)

Vektör nicemleme; verideki bilgi miktarını azaltmaya yarayan bir tür data sıkıştırma metodudur. Vektör nicemleyicide aslında yapılan işlem yaklaşıtmadır.(35-a Uzunçarşılı 2005) Bu yöntemle her bir konuşmacıdan elde edilen öznitelik vektörü M adet bölgeye gruplandırılarak konuşmacı modeli oluşturulur. Her bir bölge kod kelimesi olarak isimlendirilen merkez noktasıyla temsil edilir. Kod kelimeleri ise kod kitabını oluşturur. N adet eğitim vektörü kümesini M adet ($M < N$) kod kitabı vektörüne sıkıştırmada kullanılan yöntemlerden birisi LBG algoritmasıdır (Linde ve ark.1980).

Bu tezde LBG algoritması kullanılmıştır.

LBG algoritması aşağıdaki özyinelemeli prosedür takip edilerek gerçekleştirilir.

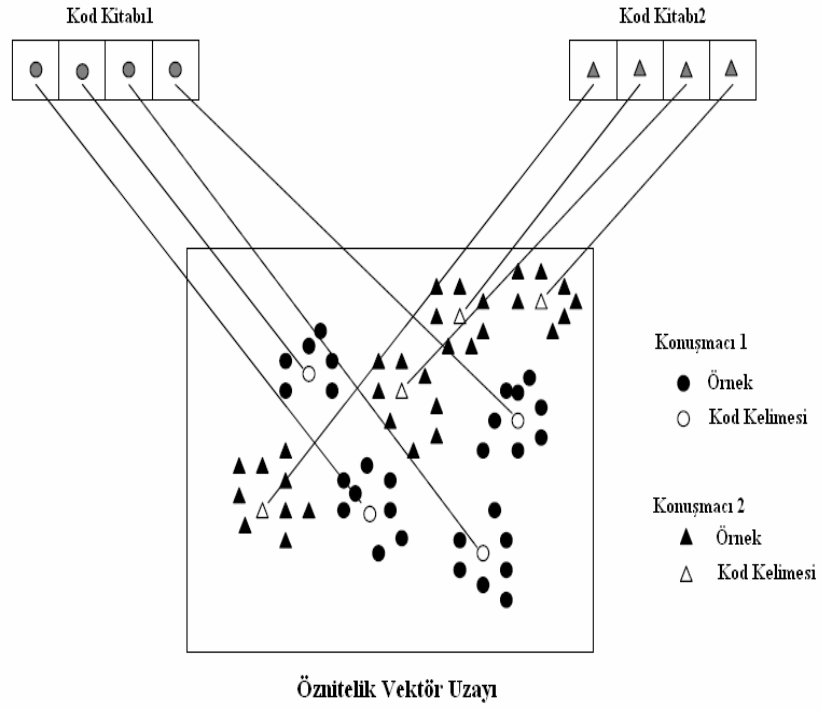
1. Bir boyutlu kod kitabı oluştur: Bu tüm eğitim vektör kümesinin merkezidir.
2. O anki kod kitabı y_n ' nin boyutunu aşağıdaki kurala göre iki kat büyüt.

$$\begin{aligned} y_n^+ &= y_n(1 + \varepsilon) \\ y_n^- &= y_n(1 - \varepsilon) \end{aligned} \quad (3.12)$$

ε ise bölümlleme parametresi ($\varepsilon \approx 0.01 - 0.05$)

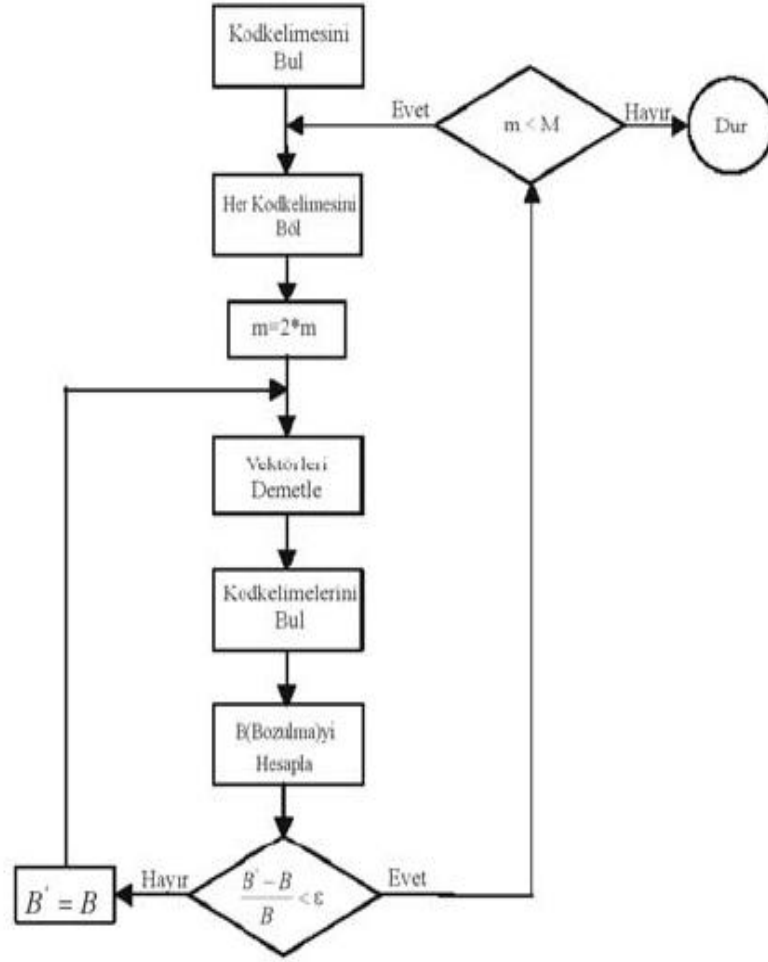
3. En yakın komşu araması: Her bir eğitim vektörü için o anki kod kitabında en yakın kod kelimesini bul ve o vektörü uygun hücreye ata.
4. Merkez güncelleme: O hücreye atanan eğitim vektörlerinin merkezini kullanarak her bir hücredeki kod kelimesini güncelle.
5. Ortalama mesafe belli bir eşik değerin altına düşene kadar adım 3 ve 4'ü tekrarla.
6. Kod kitabı boyu M oluşturulana kadar adım 2, 3 ve 4'ü tekrarla. (Vasif ve Nabiye1 2009)

İki konuşmacıya ait iki boyutlu öznitelik uzayının VN yöntemiyle sınıflandırılması Şekil 3.10' da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. İki konuşmacı için vektör nicemleme

Şekil 3.11. LBG algoritmasının akış diyagramını göstermektedir (Rabiner ve Juand 1993).

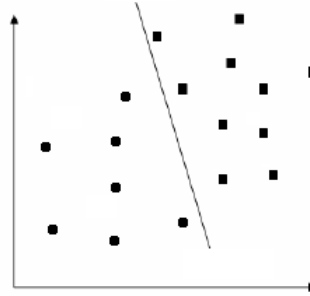


Şekil 3.11. LBG algoritmasının akış diyagramı (Hanilçi 2007)

3.6. DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ (DVM)

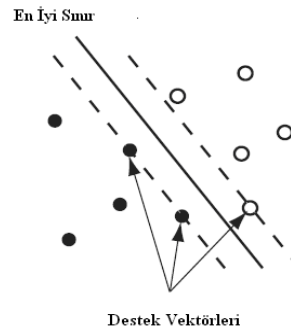
DVM konuşmacı tanımaya son zamanlarda uyarlanmış güçlü bir sınıflandırıcıdır. (Kinnunen ve Li, 2010) DVM 1960'lı yıllarda ilk olarak V.Vapnik tarafından teorik temelleri atıldı ve daha sonra (1995) sınıflandırma konusunda önerildi. DVM'nin uygulama alanlarına örnek olarak, el yazısı tanıma, yüz tanıma, 3-boyutlu nesne tanıma, ses tanıma, konuşmacı tanıma, metin sınıflandırma verilebilir. (Eray 2008)

DVM’de amaç, veri noktalarını mümkün olduğu kadar iyi sınıflandıran, mümkün olduğu kadarıyla iki sınıf noktaya ayıran optimum ayırıcı düzlemin bulunmasıdır. (Çomak 2004) Şekil 3.2’te gösterildiği gibi iki sınıf doğrusal olarak birbirlerinden ayrılabilirler

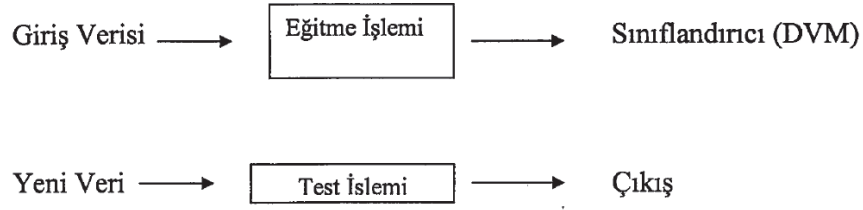


Şekil 3.12. Destek vektör makinesi

Bu yaklaşımda, en iyi sınır, iki sınıf arasındaki en uzak düzlem olarak kabul edilir. Diğer bir deyişle bu sınır iki sınıf arasındaki tam orta noktadan geçer. Her sınıfın dağılımı bilinmemesine rağmen bu sınır, sınıfların en iyi şekilde sınıflandırılmasını sağlar. Çünkü bu sınır her iki sınıfı en iyi ayıran sınır olmaktadır. Bu sınırlara en yakın olan eğitim vektörleri destek vektörleri adını alırlar (Aşlıyan ve Günel 2009).



Şekil 3.13. DVM Sınıflandırıcı



Şekil 3.14 DVM Sınıflandırma Mimarisi

Yukarıdaki şekil 3.14’ de tüm makine öğrenmesi sınıflandırıcısı metotları için geçerli olan bir mimaridir. Sınıflandırma işlemi yapılırken eldeki verilerin bir kısmı eğitime için kalan kısmı da test için ayrılır. Çünkü eğitime verilerinin sınıflandırıcının doğruluk tahmininde kullanılması iyimser (gerçek uygulamalara göre daha yüksek olan) sonuçlar elde etmemize sebep olur. DVM tekniğinde de önce eğitim verileri alınıp DVM eğitilerek sınıflandırıcı modeli oluşturulur. Daha sonra çıkış değerini önceden bildiğimiz test verileri için sistemin hesaplayacağı çıkış değerleri hesaplanır. Sonra bu iki değer arasındaki farklılık oranına göre DVM’nin sınıflandırma performansı değerlendirilir (Çomak 2004).

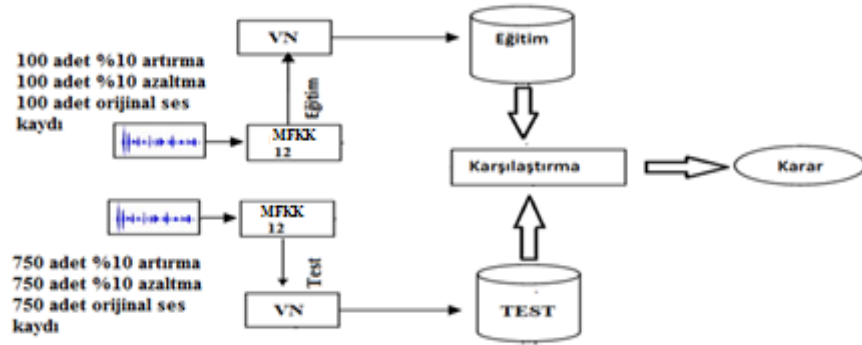
Bu tezde Matlab programında DVM için yazılmış LIBSVM hazır kütüphanesini kullandık. LIBSVM kütüphanesi destek vektör makineleri için geliştirilmiş ve en çok kullanılan ücretsiz bir yazılımdır (Chang ve Lin 2012).

4. DENEY ve SONUÇLAR

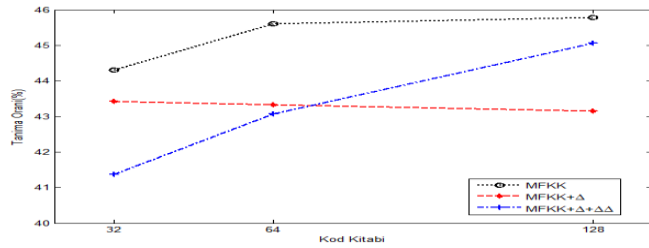
Bu deneyde NIST 2001 Veri tabanından; 850 erkek ve 1188 kadın sesi kullanılmıştır. 850 erkek ve 1188 kadın sesinde manipülasyon işlemi olarak; praat programında ; %10 %25 %50 perde frkanssı ve konuşma süresi artırma, azaltma işlemleri ile seslerin kadından erkeğe ve erkekten kadına dönüştürme işlemleri uygulanmıştır. Bu seslerin 100'er tanesi eğitim geriye kalan kısımları (750 erkek 1088 kadın sesi) test için kullanılmıştır. VN ve DVM olmak üzere 2 farklı yöntem, VN için 2 materyal (MFKK 12 ve MFKK 16) DVM için 1 materyal (MFKK 16) kullanılmış olup toplamda 672 sonuç alınmıştır. MFKK 12; şekil 3.8. algoritmasına göre 12 adet öznelilik, MFKK 16; şekil 3.8. algoritmasına göre 16 adet öznelilik elde edilmiş demektir.

4.1. VN İÇİN DENEY SONUÇLARI

Deney 1: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



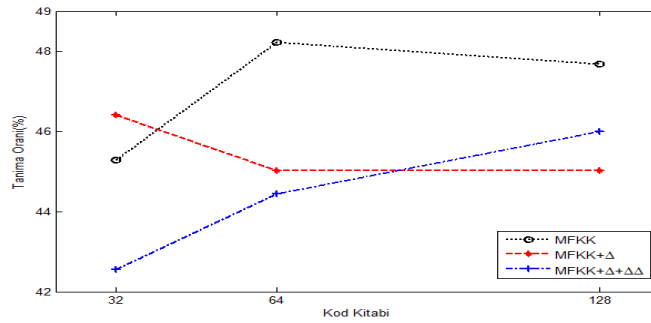
Şekil 4. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj.sınıfları için blok diyagramı



Şekil 4.1.VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarının arttığı gözlemlenmiştir. MFKK, MFKK+ Δ ve MFKK+ $\Delta+\Delta\Delta$ 'leri incelediğimizde; Delta MFKK'lar artığında başarı düşüşü gözlenmiştir. Delta MFKK'lar yokken daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir.

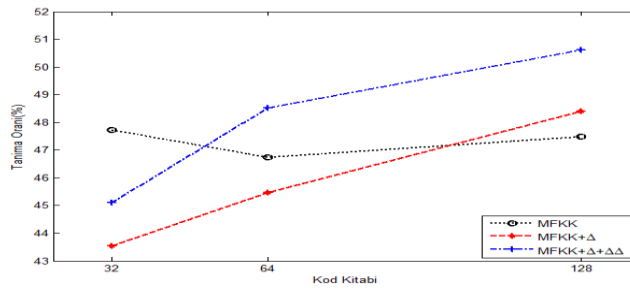
Deney 2: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.2. VN MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarının arttığı gözlemlenmiştir. MFKK, MFKK+ Δ ve MFKK+ $\Delta+\Delta$ 'leri incelediğimizde; Delta MFKK'lar artığında başarının düştüğü gözlenmiştir. Genel olarak delta MFKK'lar yokken daha iyi bir başarı oranı alınmıştır. Ayrıca MFKK 16 iken MFKK 12 ye göre daha iyi başarı elde edilmiştir.

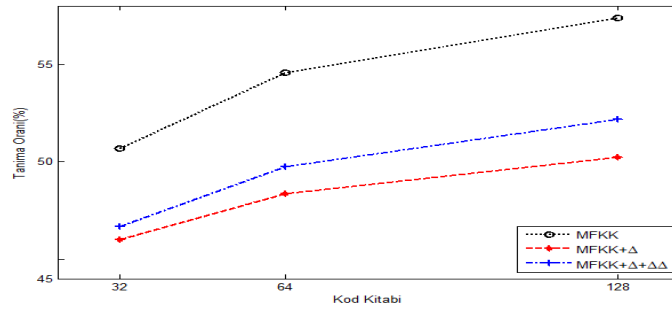
Deney3: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.3. VN MFKK 12 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. En iyi başarı oranı MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ kod kitabı 128'de gözlenmiştir. MFKK 12 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da genel olarak bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

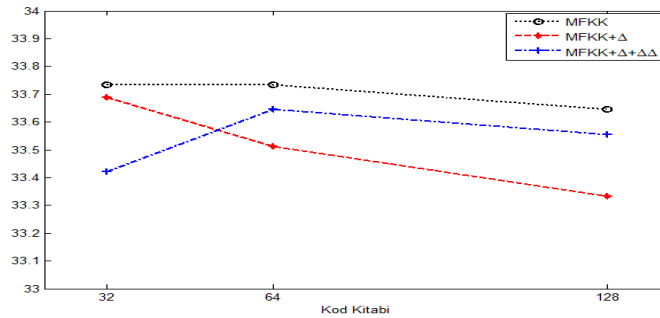
Deney4: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.4. VN MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 16 iken; MFKK 12'ye göre ve bayanlar erkeklere göre daha başarılı bir başarı oranı elde edilmiştir. En iyi başarı oranı; MFKK kod kitabı 128'de gözlenmiştir.

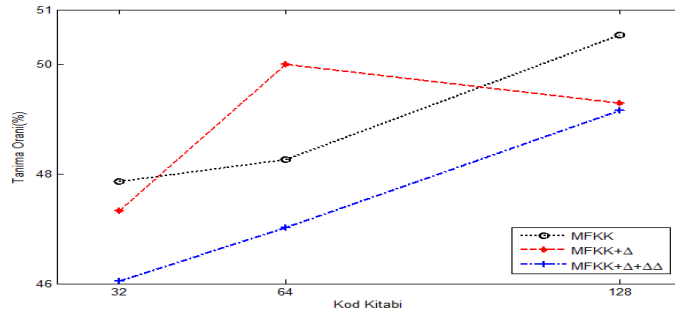
Deney 5: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.5. VN MFKK 12 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısının artışı ve delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı; MFKK kod kitabı 32' de alınmıştır. Ayrıca perde frekansı % 25 artırma da % 10 artırma+azaltma+orj. e göre başarılı bir başarı oranı elde edilmiştir.

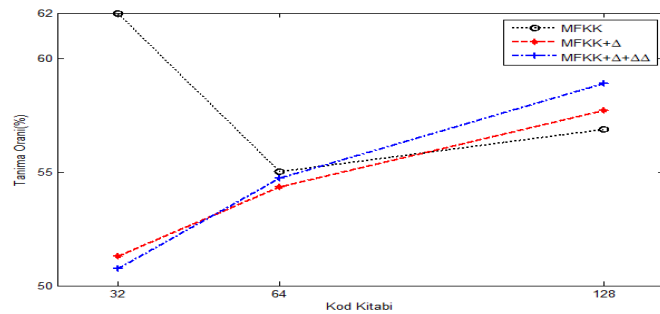
Deney 6: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.6. VN MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı; MFKK kod kitabı 128 yokken alınmıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha iyi başarı elde edilmiştir. Ayrıca perde frekansı %25 artırma % 10 artırma+azaltma+orj. e göre daha başarılı bir başarı oranı elde edilmiştir

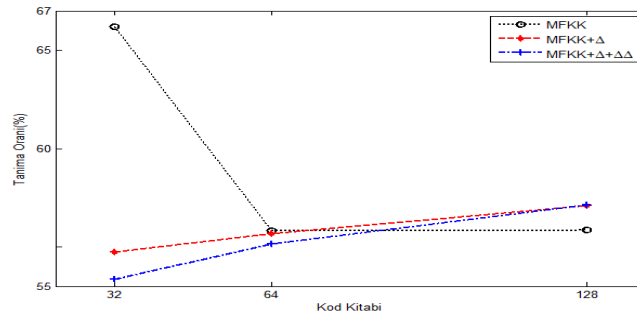
Deney 7: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.7. VN MFKK 12 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken delta MFKK' larin eklenmesi sistemde artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 12 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca perde frekansı % 10 artırma+azaltma+orj. e göre daha başarılı bir başarı oranı elde edilmiştir.

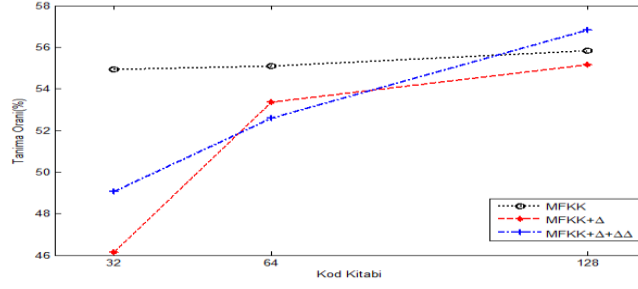
Deney 8: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.8. VN MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK' larin artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı kod kitabı 128 delta MFKK' lar yokken alınmıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca perde frekansı % 10 artırma+azaltma+orj. e göre daha başarılı bir başarı oranı elde edilmiştir.

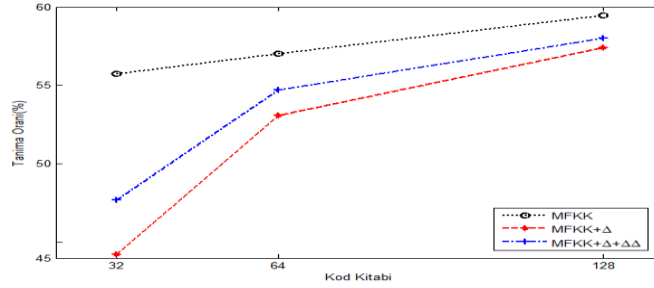
Deney 9: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.9. VN MFKK 12 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. En iyi başarı oranı MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128' de elde edilmiştir.

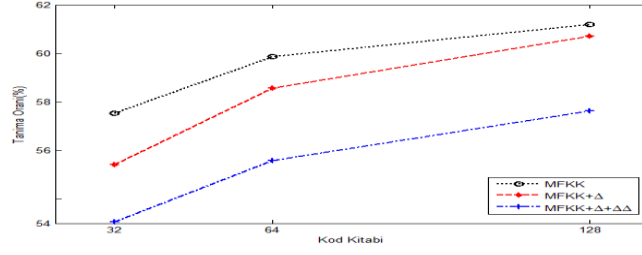
Deney 10: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.10. VN MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 de elde edilmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı başarı oranı elde edilmiştir. Ayrıca perde frekansı % 10 artırma+azaltma+Orj. ve perde frekansı % 25 artırma+azaltma+orj'e göre daha başarılı başarı oranı elde edilmiştir.

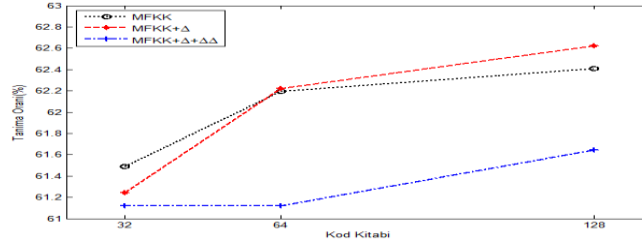
Deney 11: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.11. VN MFKK 12 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 de elde edilmiştir. MFKK 12 iken bayanlarda erkeklere göre daha iyi bir başarı elde edilmiştir.

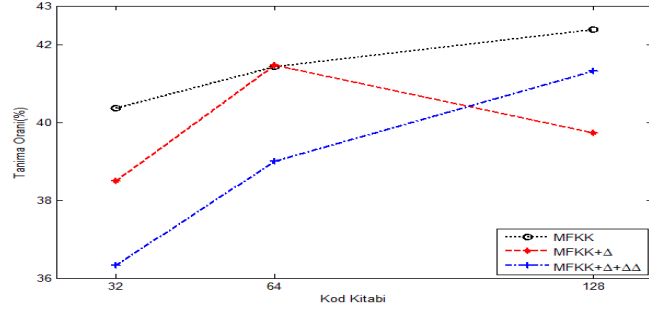
Deney 12: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.12. VN MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca perde frekansı % 10 artırma+azaltma+Orj. ve perde frekansı % 25 artırma+azaltma+orj'e göre daha başarılı başarı oranı elde edilmiştir.

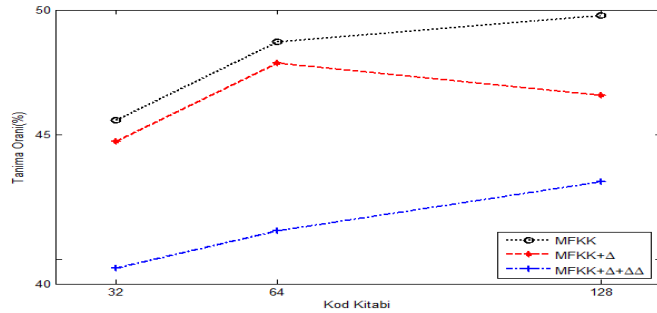
Deney 13: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj



Şekil 4.13. VN MFKK 12 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128'de elde edilmiştir.

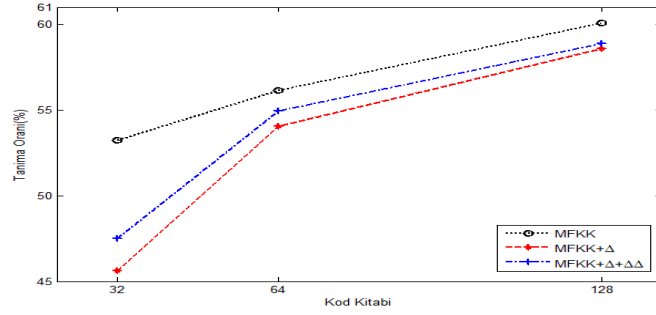
Deney 14: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj



Şekil 4.14. VN MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı delta MFKK'lar yokken alınmıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

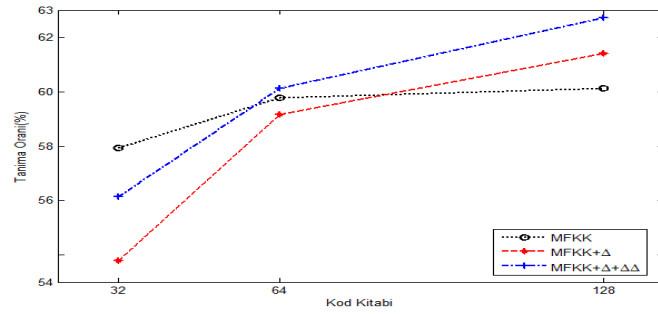
Deney 15: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Artırmalar +Orj



Şekil 4.15. VN MFKK 12 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 12 iken bayanlarda erkeklere göre daha iyi bir başarı elde edilmiştir.

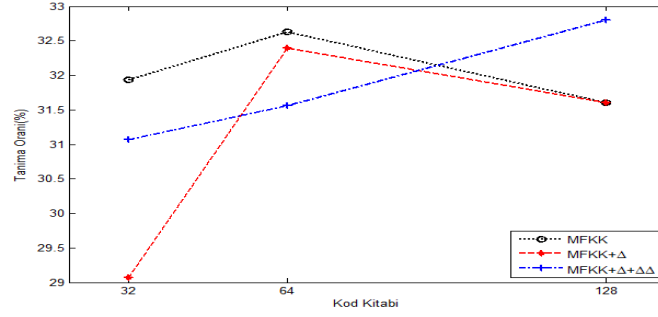
Deney 16: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Artırmalar +Orj



Şekil 4.16. VN MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar arttıkça genel olarak başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

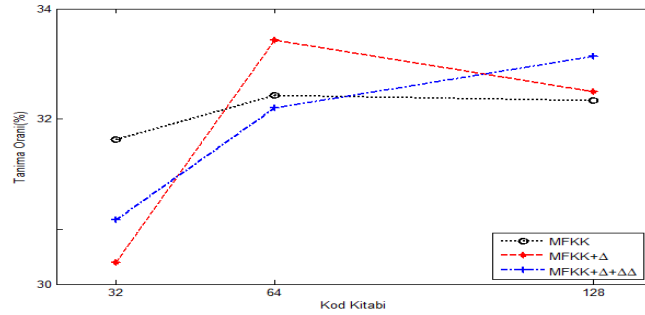
Deney 17: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar +Orj.



Şekil 4.17. VN MFKK 12 erkek pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısının artması ve MFKK'ların eklenmesi artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır.

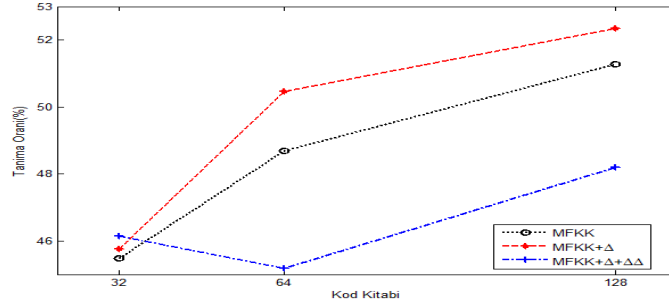
Deney 18: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar +Orj



Şekil 4.18. VN MFKK 16 erkek pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısının artması ve MFKK'ların eklenmesi artma eğilimi gösterse de düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

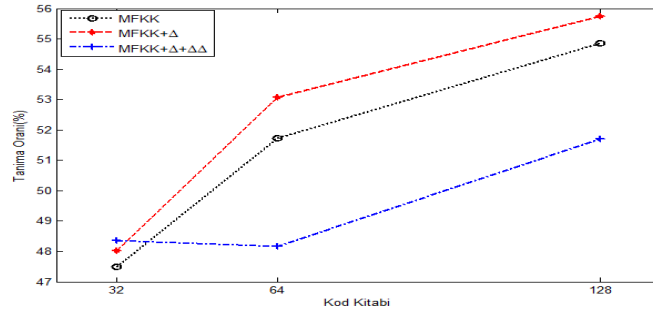
Deney 19: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar +Orj.



Şekil 4.19. VN MFKK 12 bayan pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 12 iken bayanlarda erkeklere göre daha iyi bir başarı elde edilmiştir.

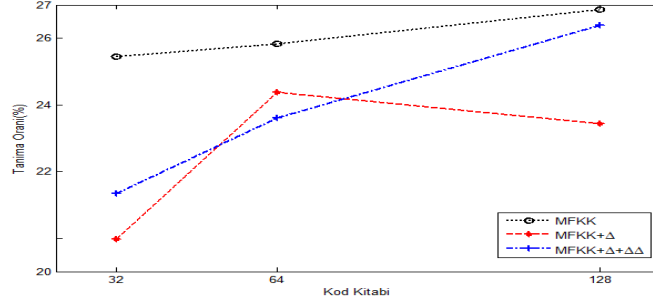
Deney 20: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar +Orj.



Şekil 4.20. VN MFKK 16 bayan pf. azaltmalar +orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

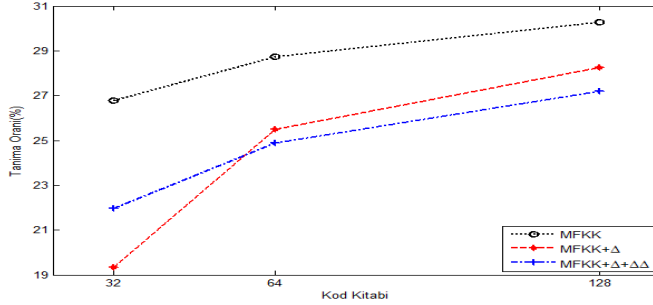
Deney 21: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Hepsı



Şekil 4.21. VN MFKK 12 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır.

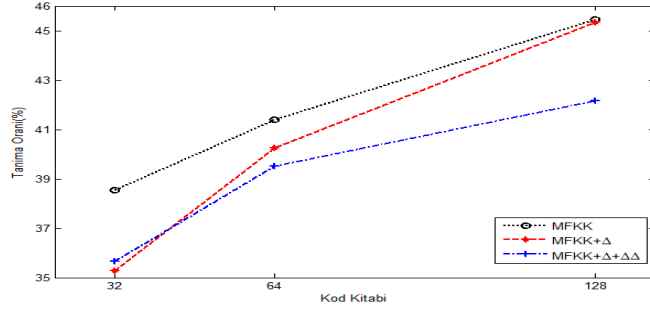
Deney 22: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Hepsı



Şekil 4.22. VN MFKK 16 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken alınmıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

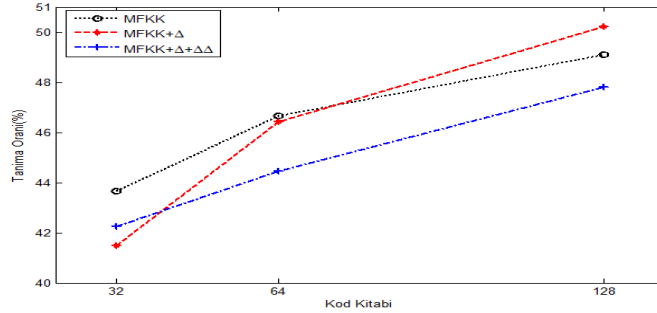
Deney 23: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Hepsini



Şekil 4.23. VN MFKK 12 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken alınmıştır.

Deney 24: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Hepsini



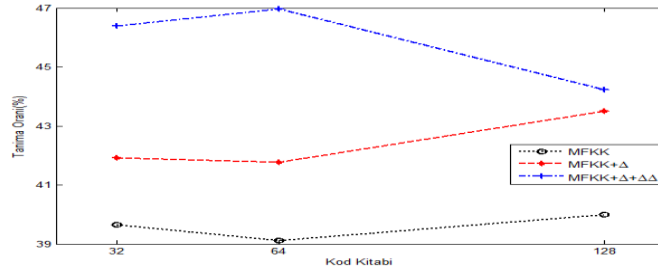
Şekil 4.24. VN MFKK 16 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

Perde frekansları yapılan bütün deneyleri incelediğimizde; genel olarak kod kitabı sayısı artarken başarı oranı artmış. Fakat Delta MFKK'lar artıkça başarı oranı

düşmüştür. MFKK 16 iken başarı oranı MFKK 12 ye göre daha yüksektir. Bayanlar ver erkekleri karşılaştırdığımızda; bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir.

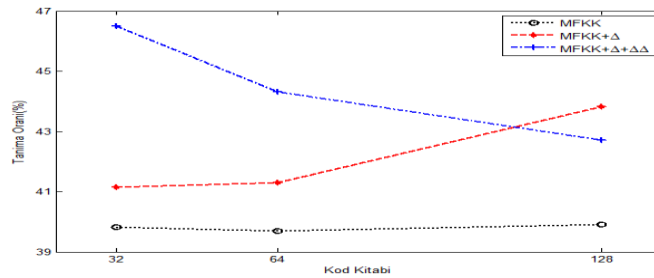
Deney 25: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.25. VN MFKK 12 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; Kod kitabı sayısı artışı ve delta MFKK'ların eklenmesi sistemde başarıyı artırmıştır.

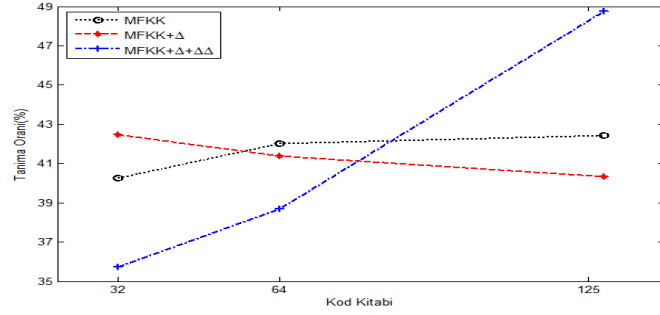
Deney 26: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.26. VN MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı, delta MFKK'lar artıkcı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu başarının artığı gözlenmiştir.

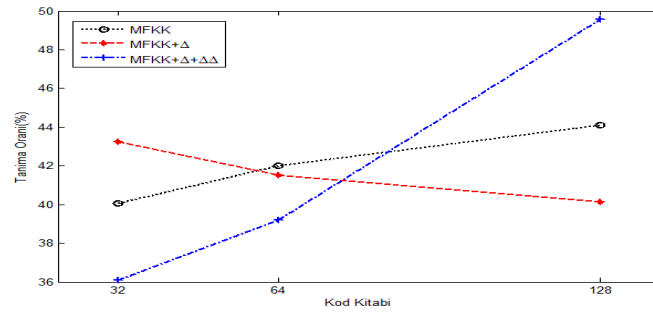
Deney 27: MFKK 12 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.27. VN MFKK 12 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. En iyi başarı oranı MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128' de elde edilmiştir. MFKK 12 bayanlarda erkeklere göre daha iyi başarı elde edilmiştir.

Deney 28: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

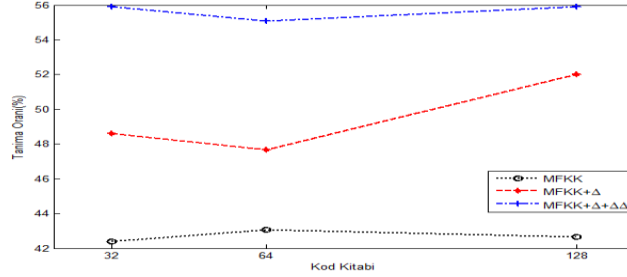


Şekil 4.28. VN MFKK 16 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı oranı artmış fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. En iyi başarı oranı MFKK+Δ+ΔΔ ve kod kitabı 128' de elde edilmiştir. MFKK 16 iken MFKK

12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

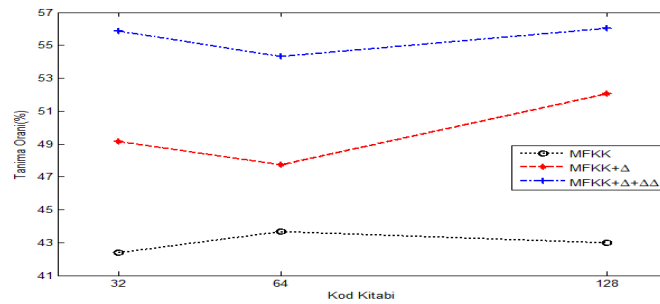
Deney 29: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.29. VN MFKK 12 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. En iyi başarı oranı kod kitabı 128 ve MFKK+Δ+ΔΔ'da elde edilmiştir.

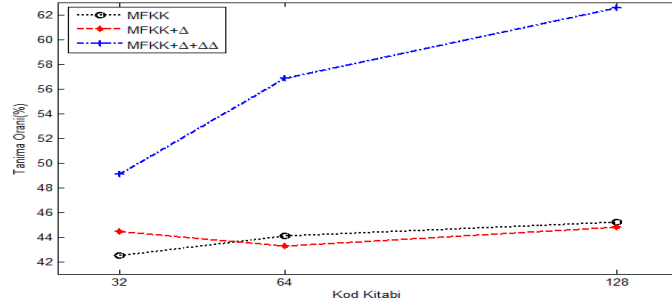
Deney 30: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.30. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

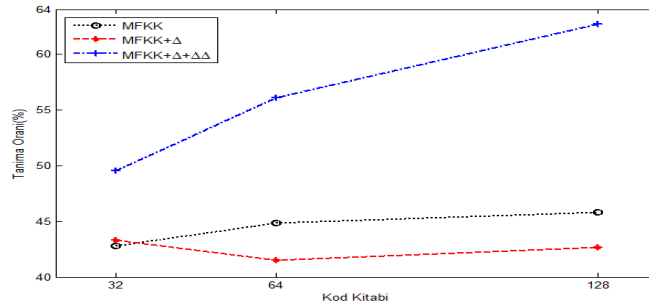
Deney 31:MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.31. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

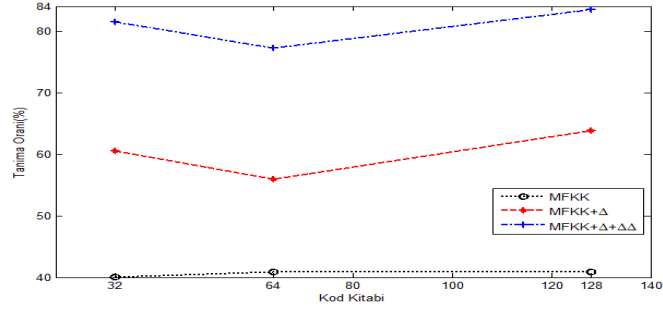
Deney 32: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.32. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Perde Frekansı % 10 artırma+azaltma+Orj. e göre başarılı başarı oranı elde edilmiştir.

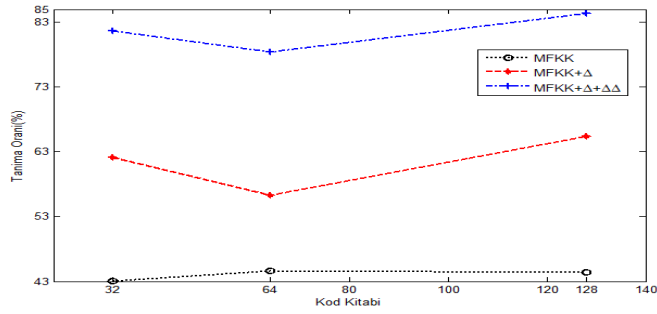
Deney 33: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj.



Şekil 4.33. VN MFKK 12 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

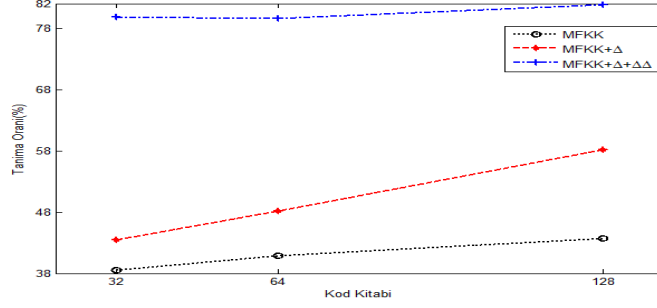
Deney 34: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.34. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

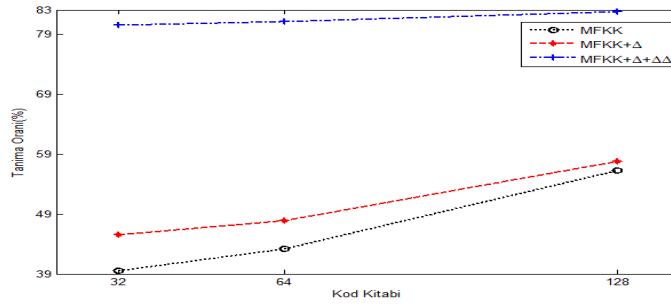
Deney 35: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.35. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

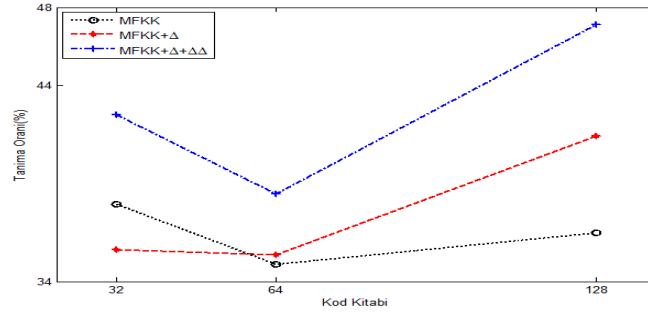
Deney 36:MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.36. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Perde Frekansı % 10 artırma+azaltma+Orj. ve % 25 artırma+azaltma+Orj. e göre başarılı başarı oranı elde edilmiştir.

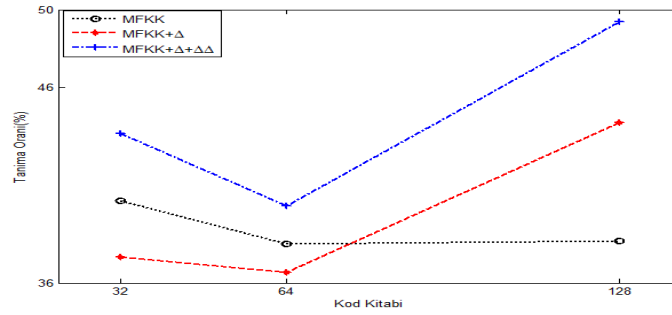
Deney 37: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj



Şekil 4.37. VN MFKK 12 erkek ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

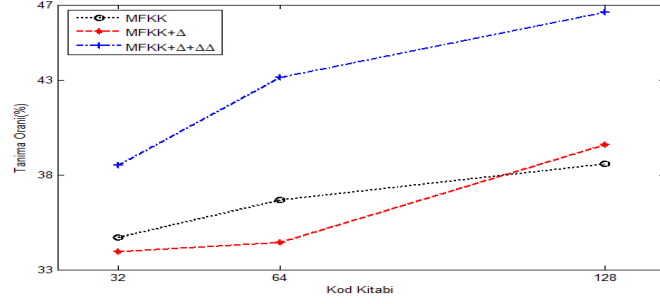
Deney 38: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj



Şekil 4.38. VN MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

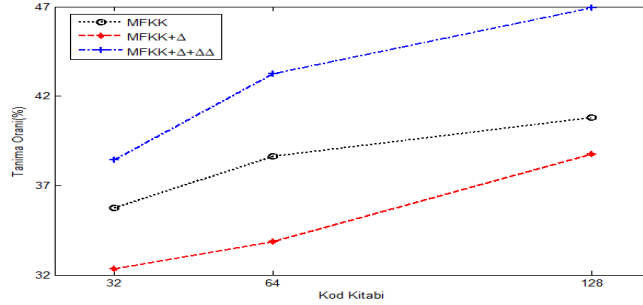
Deney 39: MFKK 12 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj



Şekil 4.39. VN MFKK 12 bayan ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

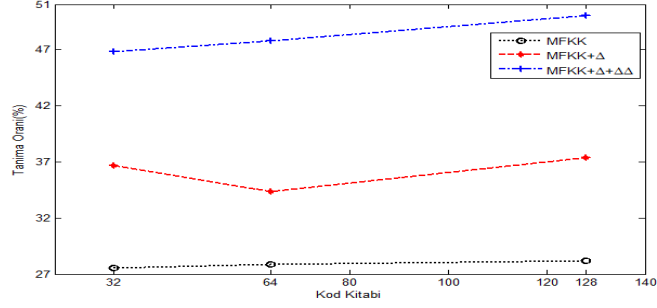
Deney 40: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj



Şekil 4.40. VN MFKK 16 bayan ks. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da erkeklerdeki başarı oranı bayanlardaki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

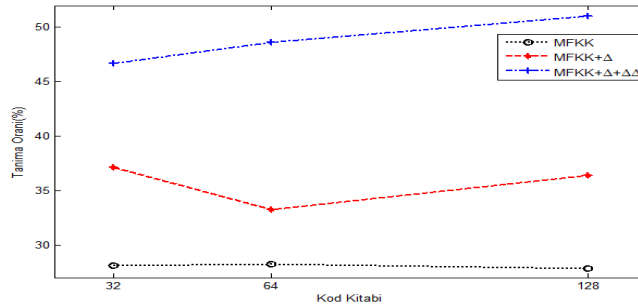
Deney 41:MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj.



Şekil 4.41. VN MFKK 12 erkek ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

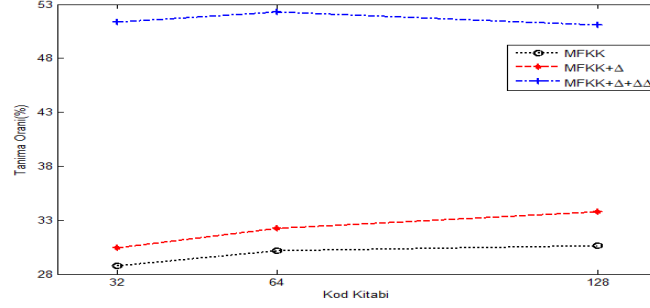
Deney 42: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj



Şekil 4.42. VN MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

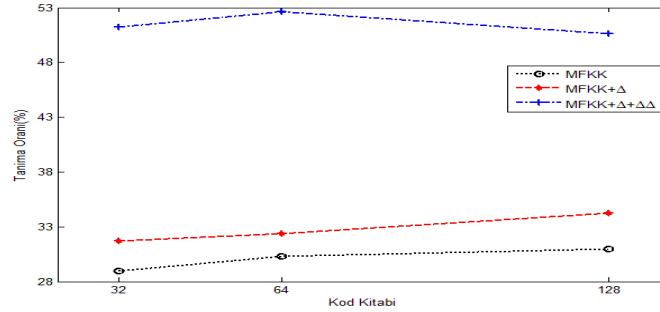
Deney 43: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj



Şekil 4.43. VN MFKK 12 bayan ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı ve MFKK 12 iken bayanların erkeklerden daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

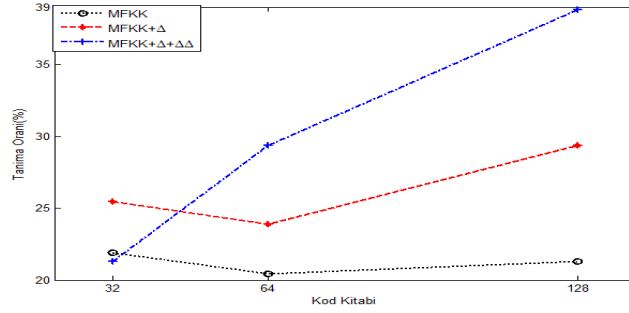
Deney 44: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj



Şekil 4.44. VN MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu ve MFKK 16 iken bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımız da bayanlardaki başarı oranı erkeklerdeki başarı oranından fazla olduğu gözlenmiştir.

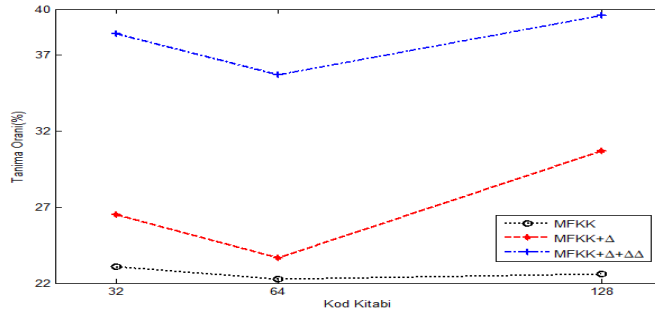
Deney 45:MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Hepsi



Şekil 4.45. VN MFKK 12 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

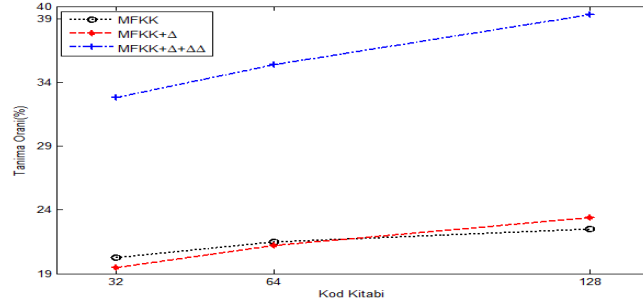
Deney 46: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Hepsi



Şekil 4.46. VN MFKK 16 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

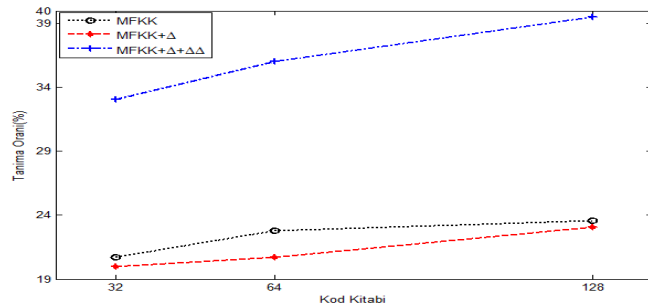
Deney 47: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi Hepsı



Şekil 4.47. VN MFKK 12 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. Ayrıca MFKK 12 iken erkeklerin bayanlardan daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Deney 48: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Hepsı



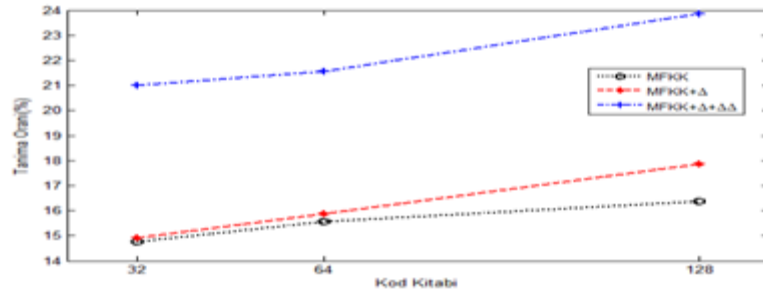
Şekil 4.48. VN MFKK 16 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre ve erkeklerin bayanlardan daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

Konuşma süresilarla yapılan bütün deneyleri incelediğimizde; genel olarak kod kitabı sayısı ve Delta MFKK'lar artıkça başarı oranı artmıştır. MFKK 16 iken başarı oranı

MFKK 12 ye göre daha yüksektir. Bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımızda; bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir.

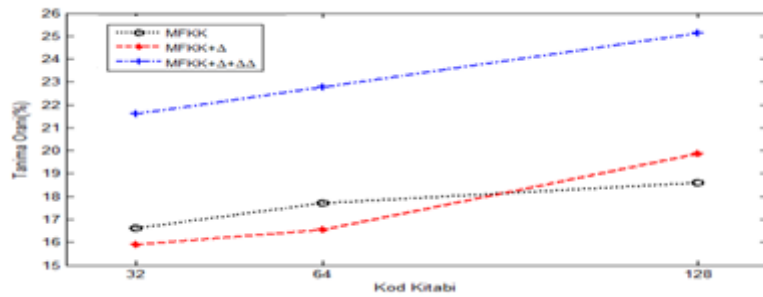
Deney 49: MFKK 12 Erkekler Bütün Sınıflar



Şekil 4.49. VN MFKK 12 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkça başarının arttığı gözlenmiştir.

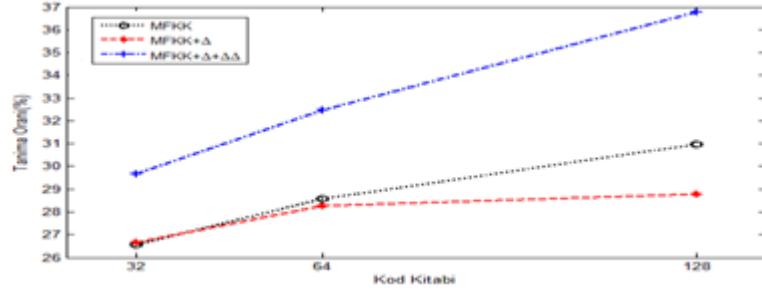
Deney 50: MFKK 16 Erkekler Bütün Sınıflar



Şekil 4.50. VN MFKK 16 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak kod kitabı sayısı ve Delta MFKK'lar artıkça başarı oranı artmıştır. MFKK 16 iken başarı oranı MFKK 12 ye göre daha yüksektir.

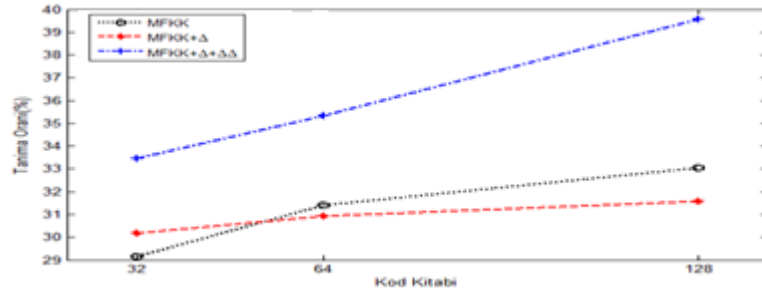
Deney 51: MFKK 12 Bayanlar Bütün Sınıflar



Şekil 4.51. VN MFKK 12 bayan bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak kod kitabı sayısı ve Delta MFKK'lar artıkça başarı oranı artmıştır.

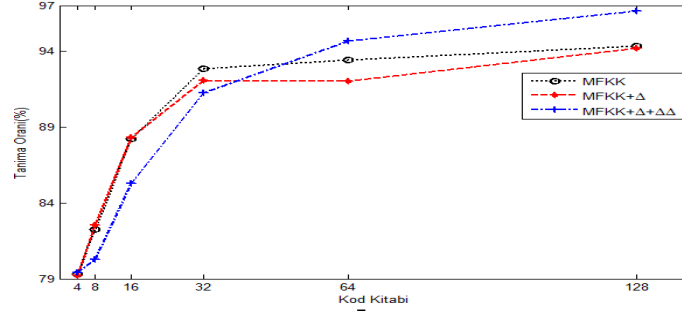
Deney 52: MFKK 16 Bayanlar Bütün Sınıflar



Şekil 4.52. VN MFKK 16 bayan bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak kod kitabı sayısı ve Delta MFKK'lar artıkça başarı oranı artmıştır. MFKK 16 iken başarı oranı MFKK 12 ye göre daha yüksektir. Bayanlar ve erkekleri karşılaştırdığımızda; bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir.

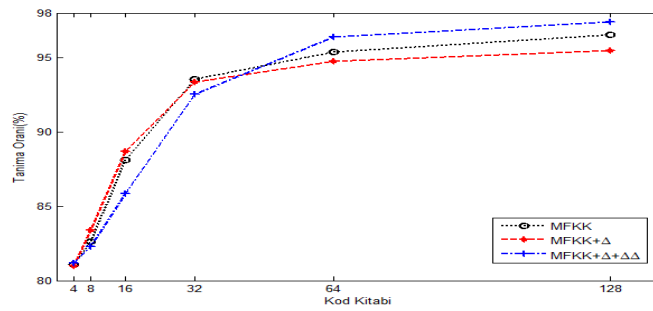
Deney 53: MFKK 12 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları



Şekil 4.53. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artmıştır. Fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde başarıyı artırır da düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. En iyi başarı oranı kod kitabı 128 ve MFKK+Δ+ΔΔ'da elde edilmiştir

Deney 54: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları

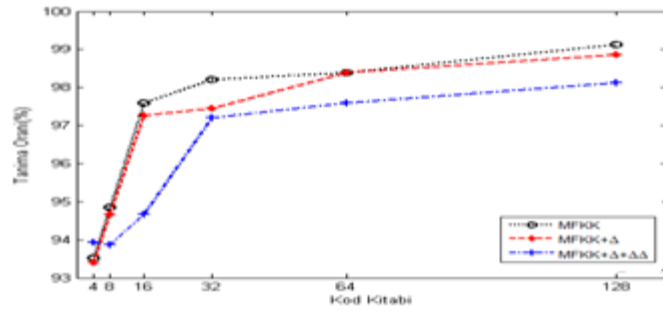


Şekil 4.54. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artmıştır. Fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde başarıyı artırır da düzgün bir artış veya azalışa neden

olmamıştır. En iyi başarı oranı kod kitabı 128 ve MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ 'da elde edilmiştir. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı sonuç elde edilmiştir.

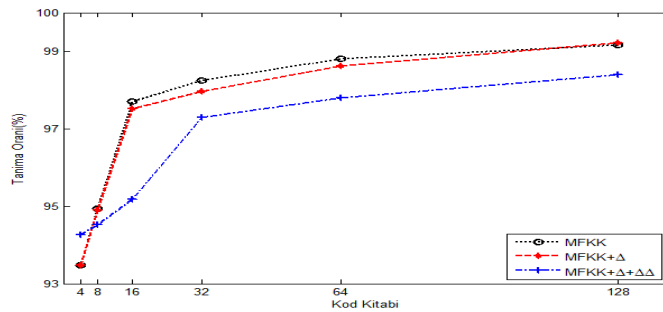
Deney 55: MFKK 12 Orjinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.55. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı arttıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken alınmıştır.

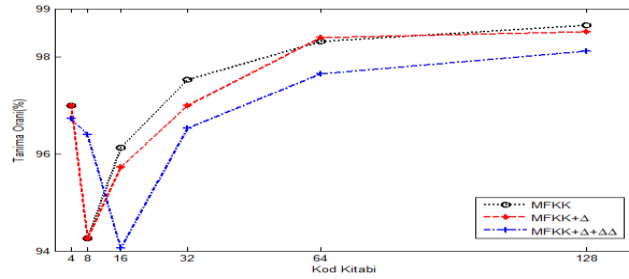
Deney 56: MFKK 16 Orjinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.56. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken alınmıştır. Ayrıca MFKK 16'da MFKK 12 ye göre başarılı sonuç elde edilmiştir.

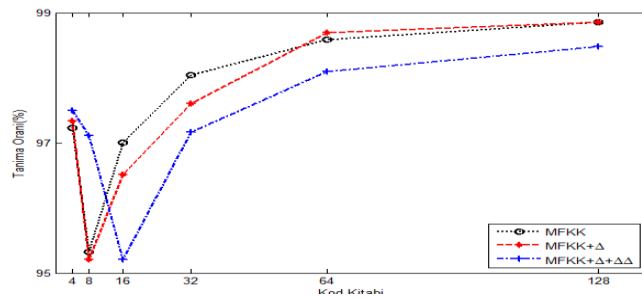
Deney 57: MFKK 12 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.57. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken elde edilmiştir.

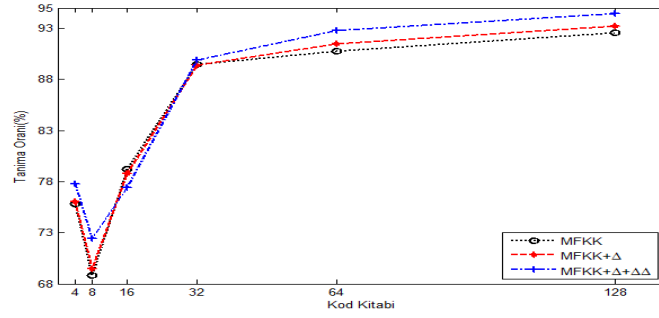
Deney 58: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.58. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkcı başarı artarken, delta MFKK'ların artışı başarıyı düşürmüştür. En iyi başarı oranı MFKK kod kitabı 128 iken alınmıştır. Ayrıca MFKK 16'da MFKK 12 ye göre başarılı sonuç elde edilmiştir.

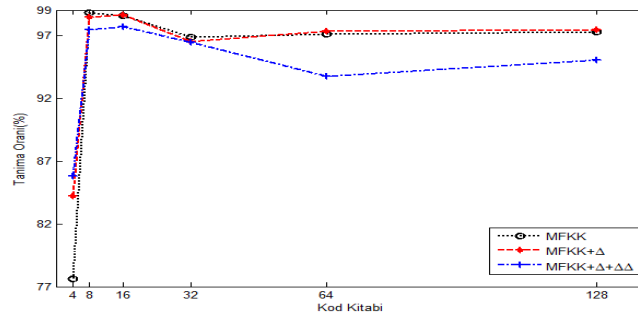
Deney 59: VN MFKK 12 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürölmüş Sesler (Erkekten Kadına) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.59. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürölmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiğı

Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı ve delta MFKK'lar artıkcı başarının artığı gözlenmiştir. En iyi başarı oranı MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'de gözlenmiştir.

Deney 60: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürölmüş Sesler (Erkekten Kadına) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.60. VN MFKK 16 Orijinal kadın sesi ve dönüştürölmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiğı

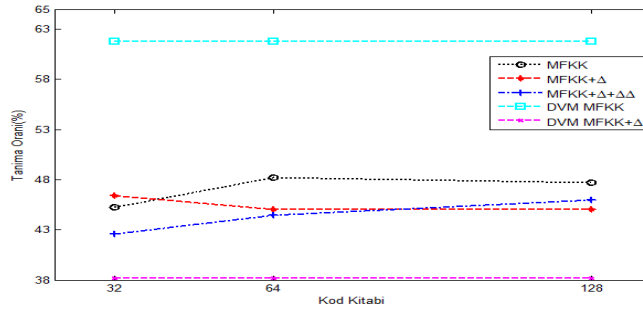
Bu deneyde genel olarak; kod kitabı sayısı artıkça başarı artmıştır. Fakat delta MFKK'ların eklenmesi sistemde başarıyı artırsa da düzgün bir artış veya azalışa neden olmamıştır. MFKK 16 iken MFKK 12'ye göre daha başarılı sonuç elde edilmiştir.

VN deneylerinde genel olarak MFKK 16 da MFKK 12'ye göre daha iyi sonuç elde edilmiştir. Bayanlarda erkeklere göre daha yüksek başarı oranı elde edilmiştir.

4.2. DVM İÇİN DENEY SONUÇLARI

VN için yaptığımız deney sonuçlarına göre genel olarak MFKK 16 iken MFKK 12 ye göre daha iyi sonuç elde edildiği için DVM yönteminde materyal olarak MFKK 16'yı kullanıldı.

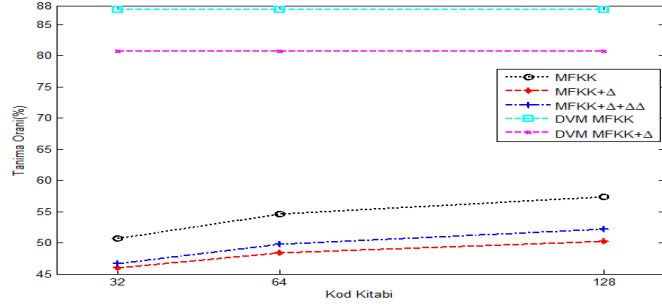
Deney 61: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.61. DVM MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM' de MFKK'lar yokken VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. En yüksek başarı oranı DVM'de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

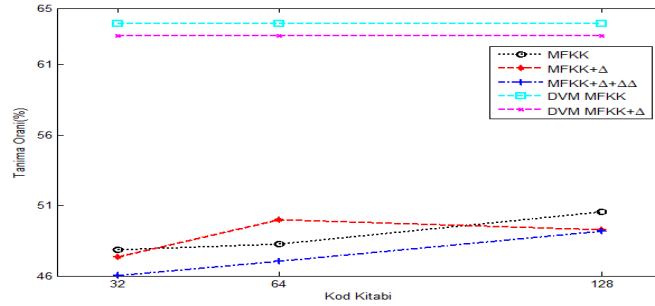
Deney 62: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.62. DVM MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. DVM’de En yüksek başarı oranı delta MFKK yokken elde edilmiştir. Ayrıca bayanlardaki başarı oranının erkeklerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

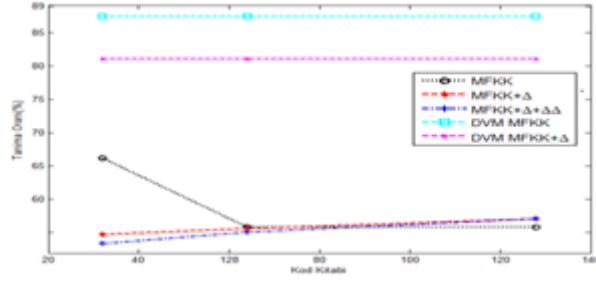
Deney 63: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.63. DVM MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Perde Frekansı %10 artırma+azaltma+orj. e göre daha başarılı bir sonuç gözlemlenmiştir.

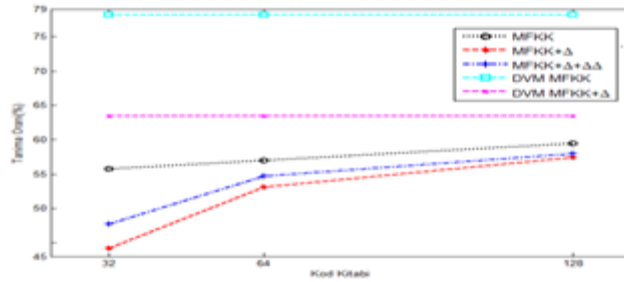
Deney 64: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.64. DVM MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bayanlardaki başarı oranının erkeklerden daha yüksek olduğu ve perde frekansı %10 artırma+azaltma+orj. e göre daha başarılı bir sonuç gözlemlenmiştir. En yüksek başarı oranı DVM’de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

Deney 65: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

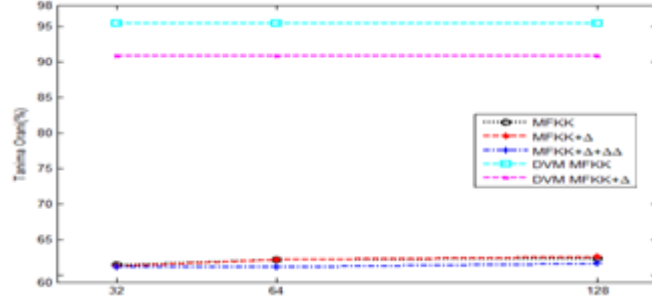


Şekil 4.65. DVM MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Perde Frekansı %10 artırma+azaltma+orj. ve perde frekansı %25

artırma+azaltma+Orj. e göre daha başarılı bir sonuç gözlemlenmiştir. En yüksek başarı oranı DVM’de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

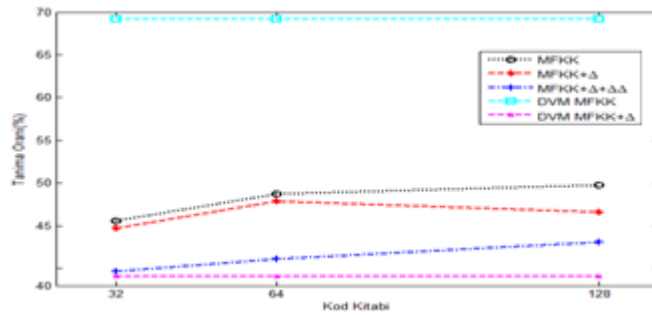
Deney 66: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.66. DVM MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bayanlardaki başarı oranının erkeklerden daha yüksek olduğu ayrıca Perde Frekansı %10 artırma+azaltma+orj. ve perde frekansı %25 artırma+azaltma+Orj. e göre daha başarılı bir sonuç gözlemlenmiştir.

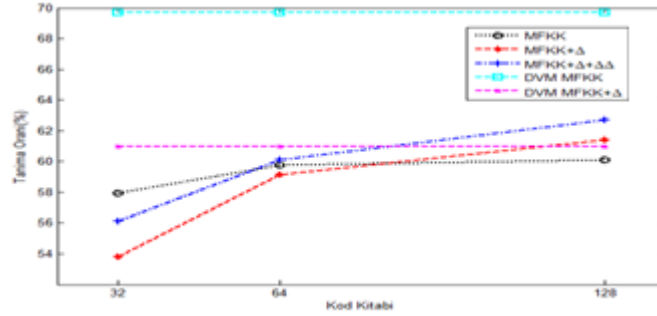
Deney 67: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj.



Şekil 4.67. DVM MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak VN yönteminde DVM'e göre daha iyi bir başarı oranı elde edilen noktalar olsa da en yüksek başarı oranı DVM'de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

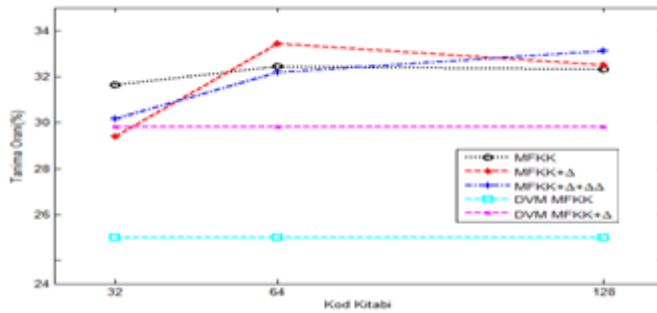
Deney 68: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Artırmalar+Orj.



Şekil 4.68. DVM MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir. En yüksek başarı oranı DVM'de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

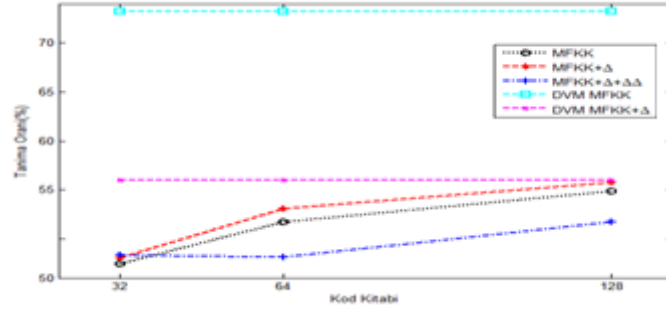
Deney 69: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar+Orj.



Şekil 4.69. DVM MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; VN yönteminde DVM' ye göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir.

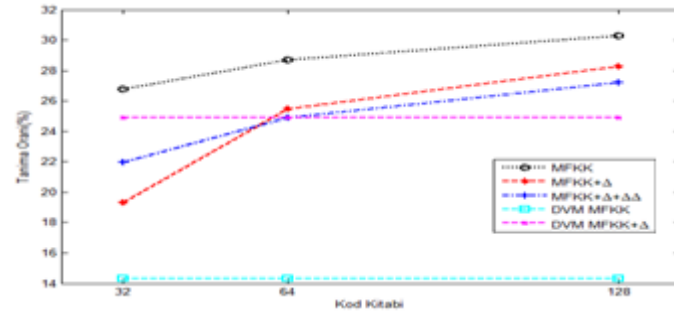
Deney 70: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar+Orj.



Şekil 4.70. DVM MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir. En yüksek başarı oranı DVM’de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

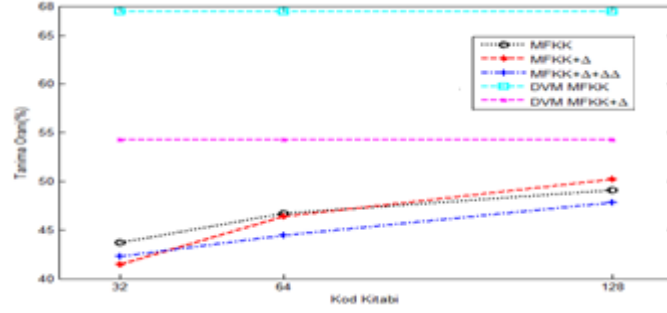
Deney 71: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Hepsini



Şekil 4.71. DVM MFKK 16 erkek pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; VN yönteminde DVM’ ye göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir.

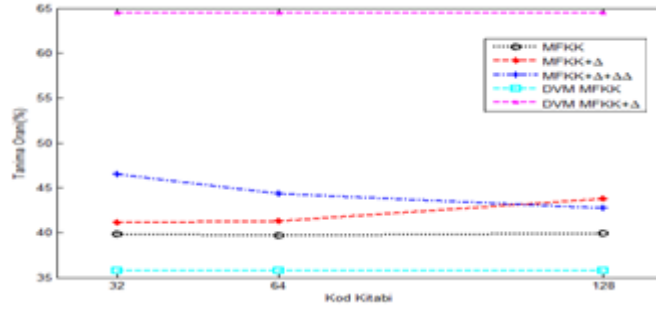
Deney 72: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Hepsı



Şekil 4.72. DVM MFKK 16 bayan pf. hepsini içeren sınıflar için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bayanlardaki başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir. En yüksek başarı oranı DVM’de delta MFKK yokken elde edilmiştir.

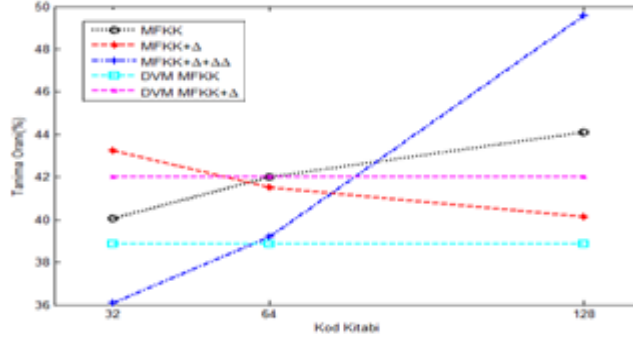
Deney 73: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.73. DVM MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; VN yöntemine DVM’ ye göre daha iyi bir başarı oranı elde edilen noktalar olsada en iyi başarı DVM MFKK+ Δ ’da elde edilmiştir.

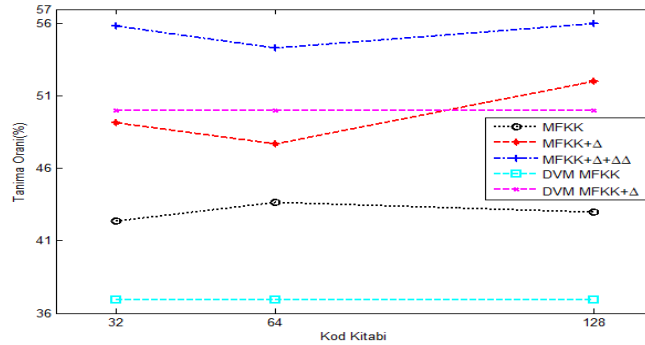
Deney 74: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.74. DVM MFKK 16 bayan ks. %10 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’de gözlenmiştir. Ayrıca bayanlardaki başarı oranının erkeklerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

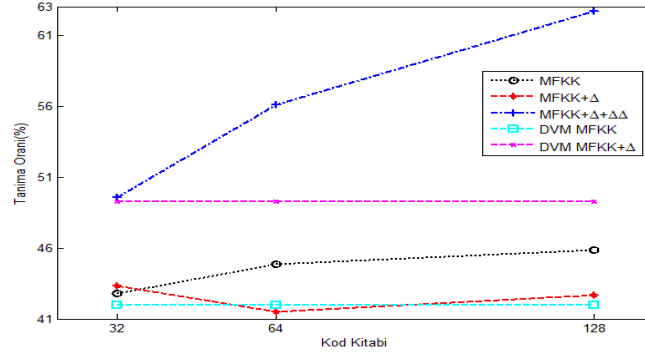
Deney 75: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.75. DVM MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’dedir.

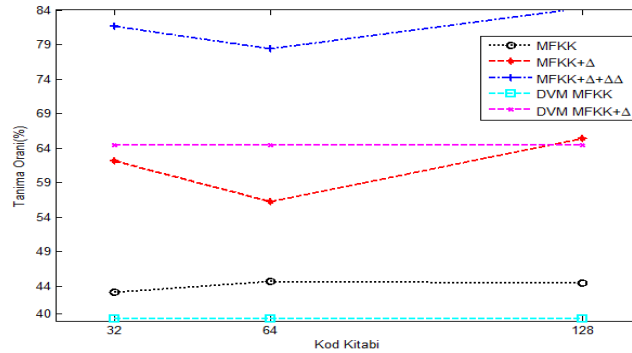
Deney 76: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.76. DVM MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'dedir. Ayrıca konuşma süresi %10 artırma+azaltma+orj. e göre başarı oranı daha yüksektir.

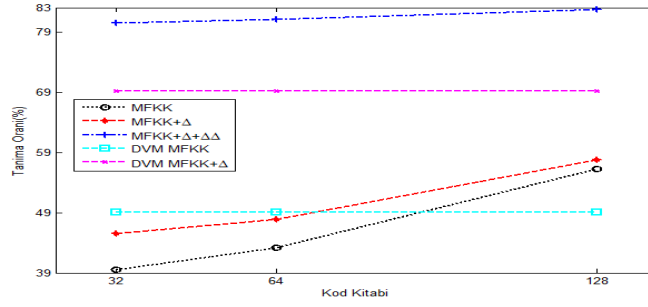
Deney 77: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.77. DVM MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ kod kitabı 128'dedir. Ayrıca Konuşma süresi %10 artırma+azaltma+orj. ve konuşma süresi %25 artırma+azaltma+Orj. e göre başarı oranı daha yüksektir.

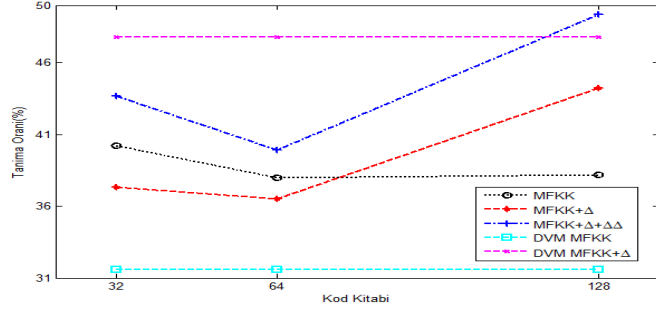
Deney 78:MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj



Şekil 4.78. DVM MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ kod kitabı 128'dedir. Ayrıca konuşma süresi 10 artırma+azaltma+orj. ve konuşma süresi %25 artırma+azaltma+Orj. e göre ve bayanlarda başarı oranı erkeklere göre daha yüksektir.

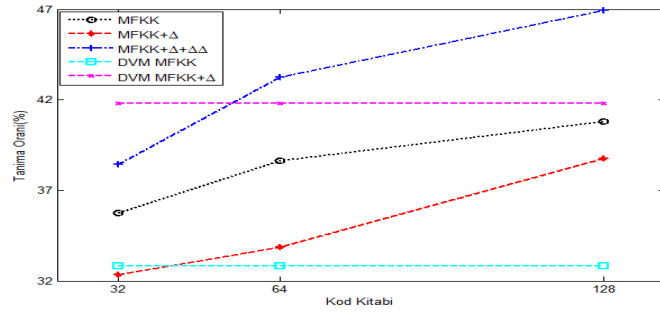
Deney 79: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj.



Şekil 4.79. DVM MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’de gözlenmiştir.

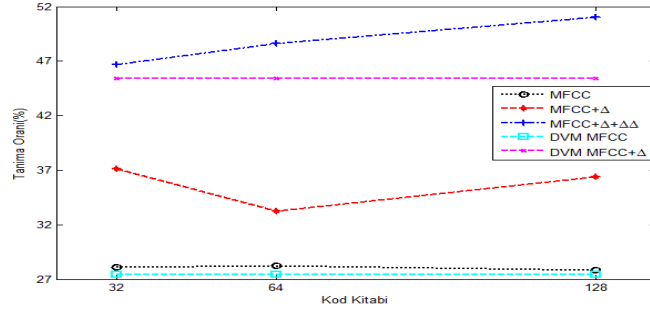
Deney 80: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj.



Şekil 4.80. DVM MFKK 16 bayan ks. artırmalar+orj sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’de gözlenmiştir.

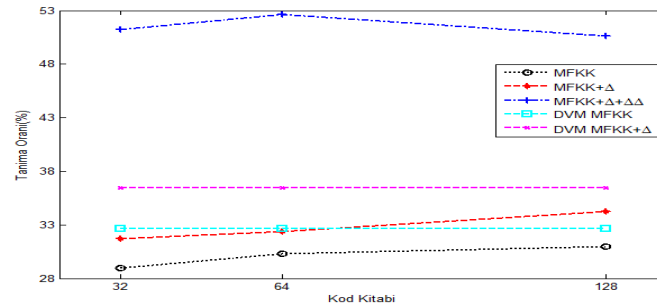
Deney 81: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj.



Şekil 4.81. DVM MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’de gözlenmiştir.

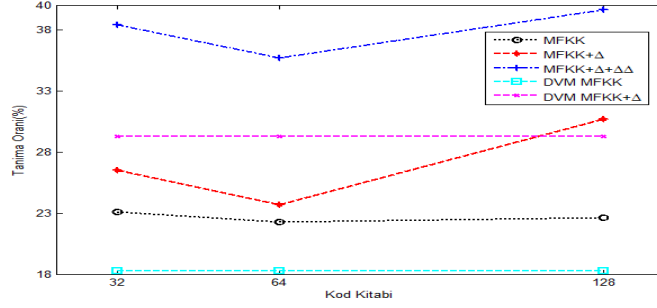
Deney 82: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj.



Şekil 4.82. DVM MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128’de gözlenmiştir.

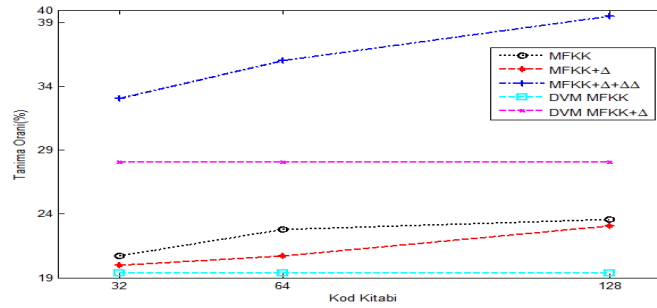
Deney 83: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Hepsı



Şekil 4.83. DVM MFKK 16 erkek ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'dedir.

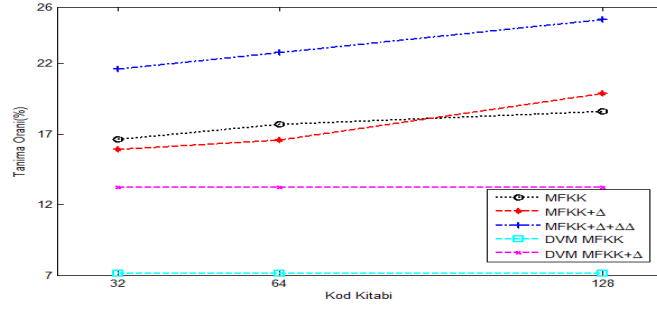
Deney 84: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Hepsı



Şekil 4.84. DVM MFKK 16 bayan ks. bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'dedir.

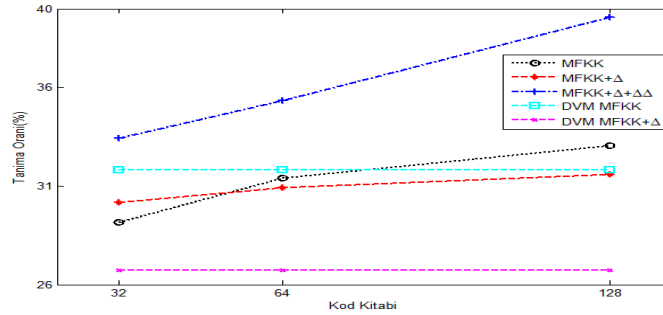
Deney 85: MFKK 16 Erkekler Bütün Sınıflar



Şekil 4.85. DVM MFKK 16 erkek bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; VN de DVM yöntemine göre yüksek başarı elde edilmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'dedir.

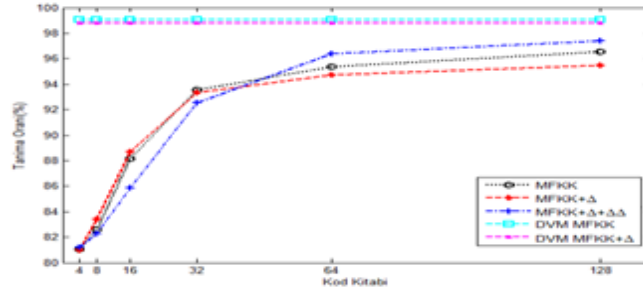
Deney 86: MFKK 16 Bayanlar Bütün Sınıflar



Şekil 4.86. DVM MFKK 16 bayan bütün sınıfları için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı VN MFKK+Δ+ΔΔ kod kitabı 128'dedir.

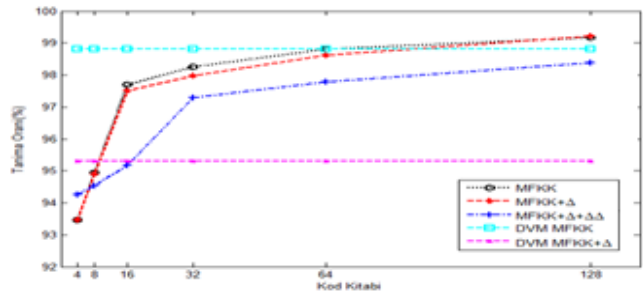
Deney 87: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi Ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları



Şekil 4.87. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. En yüksek başarı DVM MFKK+ Δ ' da elde edilmiştir.

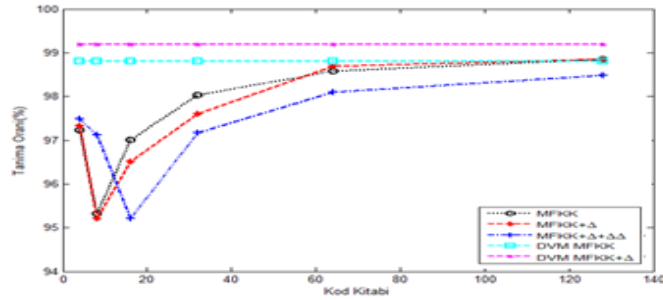
Deney 88: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.88. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. En yüksek başarı VN MFKK+ Δ ' da elde edilmiştir

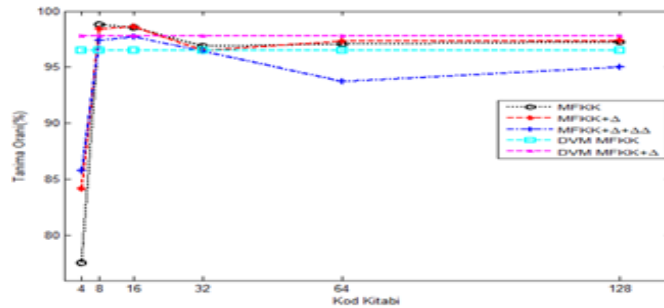
Deney 89: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.89. DVM MFKK 16 Orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre daha iyi bir başarı oranı elde edilmiştir. En yüksek başarı DVM MFKK+ Δ ' da elde edilmiştir.

Deney 90: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına) Eşleştirme İçin Başarı Oranları



Şekil 4.90. DVM MFKK 16 Orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı grafiği

Bu deneyde genel olarak; DVM de VN yöntemine göre yüksek başarı elde edilen noktalar olsa da VN da daha başarılı sonuç gözlemlenmiştir. En iyi başarı oranı MFKK 16 kod kitabı 32’de gözlenmiştir.

5. TARTIŞMALAR

Deneyler yapılmadan önce sonuçlardan beklentilerimiz genel olarak; VN ve DVM deneylerinde perde frekansı ve konuşma süresi testlerinde tüm sınıfları içeren deney sonuçlarının en düşük, orijinal ve %50 oranında manipüle edilmiş seslerin olduğu testlerin başarı oranlarının en yüksek olmasıydı. %50 oranında manipülasyon yüzdesi fazla ve sınıf sayısı (3) az olduğundan en yüksek başarı burada bekleniliyordu. Sonraki yüksek başarıyı ise %25 oranında değiştirilen sınıflarla yaptığımız testlerde, en son olarak da %10 sınıflarında sadece artırma ve azaltma sınıflarını içeren deneylerde bekleniliyordu. Bunun sebebi ise %10 ve orijinal seslerle yapılan deneyde manipülasyon yüzdesi az olmasına rağmen sınıf sayısı (3) da azdı.

Deneyler sırasında değiştirilen değişkenler açısından sonuçlara bakacak olursak; VN deneylerinde MFKK sayısını 12 den 16 ya arttırdığımızda başarı oranının artması bekleniliyordu. Ayrıca kod kitabı sayısını artırıldığında da başarının artması bekleniliyordu.

VN ve DVM yöntemlerini karşılaştırdığımızda ise; DVM’ de ki başarı oranının VN’ ye göre daha yüksek olması beklenmekteydi.

Perde frekansları için yaptığımız VN deneylerinde genel olarak; %50 sınıflarında en yüksek daha sonra %25 sınıflarında ve %10 sınıflarında başarı elde ettik. En düşük başarı oranını beklediğimiz gibi tüm sınıfların deney sonuçlarında elde ettik. MFKK 16 iken MFKK 12 ye göre daha yüksek oranda başarı elde ettik. MFKK içeren başarı oranlarının delta içerenlere göre daha sonuç verdiğini gözlenmiştir. Bu da ses kayıtlarındaki ortam şartlarının perde frekansı bağlı olarak fazla değişmediğini gösterir. Çünkü deltalar şartlardaki farklılıkları ortaya çıkarabildiğinde başarı oranını artırır. Kod kitabı sayısı açısından sonuçları değerlendirecek olursak; Kod kitabı sayısının artması her sütunda başarı oranın genel olarak artırdığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise veri miktarının fazla olmasından dolayı kod kitabı sayısı arttıkça o sınıfı temsil edebilme kapasitesi artmış olur. Bu pozitif eğim, kod vektör sayısında daha yukarı çıksaydı belli değerden sonra düşüş gösterecekti. Bu düşüşün sebebi ise kod kitabı sayısı çok fazla artıp optimum değerlerden uzaklaşıldığında, kod vektörlerin arasındaki mesafe

azaldığından o sınıfı temsil etme başarısı da buna bağlı olarak düşmektedir. Cinsiyet yönünden incelersek; Bayanlarda erkeklere göre daha fazla başarı oranı gözlemlenmiştir.

Perde frekansları için yaptığımız DVM deneylerinde genel olarak; VN deneylerindeki gibi %50 sınıflarında en yüksek daha sonra %25 sınıflarında ve %10 sınıflarında başarı elde ettik. En düşük başarı oranını beklediğimiz gibi tüm sınıfların deney sonuçlarında elde ettik. MFKK içeren başarı oranlarının MFKK+ Δ ' ya göre daha iyi sonuç verdiğini gözlenmiştir. Bilgisayarlarımızın performansı delta MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ larin hesaplanmasını kaldıramadığından MFFCC ve MFKK+ Δ ölçümleri yapılmıştır Yine bayanlarda ki başarı oranı erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Konuşma süreleri için yaptığımız VN deneylerinde genel olarak; %50 sınıflarında en yüksek daha sonra %25 sınıflarında ve %10 sınıflarında başarı elde ettik. En düşük başarı oranını beklediğimiz gibi tüm sınıfların deney sonuçlarında elde ettik. MFKK 16 iken MFKK 12 ye göre daha yüksek oranda başarı elde ettik. MFKK deltalar eklenince daha iyi başarı oranı alınmıştır. Buda bize NIST seslerinde kayıt ortamı farklı olduğu için deltalar başarı oranlarını etkilemiştir. Cinsiyet yönünden incelersek; Bayanlarda erkeklere göre daha fazla başarı oranı gözlemlenmiştir.

Konuşma süreleri için yaptığımız DVM deneylerinde genel olarak; VN deneylerindeki gibi %50 sınıflarında en yüksek daha sonra %25 sınıflarında ve %10 sınıflarında başarı elde ettik. En düşük başarı oranını beklediğimiz gibi tüm sınıfların deney sonuçlarında elde ettik. MFKK+ Δ içeren başarı oranlarının MFKK' ye göre daha iyi sonuç verdiğini gözlenmiştir. Bilgisayarlarımızın performansı delta MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ larin hesaplanmasını kaldıramadığından MFFCC ve MFKK+ Δ ölçümleri yapılmıştır Yine bayanlarda ki başarı oranı erkeklere göre daha yüksek elde edilmiştir.

Cinsiyet değiştirme için yaptığımız VN deneylerinde genel olarak; kod kitabı boyutu arttıkça sistemin ayırt etme başarısının arttığı gözlemlenmiştir. MFKK+ Δ , durumunda genellikle daha düşük başarı gözlenmekte ve türevlerin olduğu MFKK çıkarımı durumlarında çizelgelerde görüleceği üzere farklı başarılar elde edilmektedir. Genel olarak deney sonuçlarına bakıldığında kod kitabı sayısının 32'yi geçmesinden itibaren

%90' lara ulaşan eşleştirme başarılarının elde edilmesinin esas nedeni ise sınıflandırıcının iyi işliyor olması ve cinsiyet dönüşümlerinin iyi yapılmasıdır.

Cinsiyet değiştirme için yaptığımız DVM deneylerinde; MFKK katsayı çıkarımı durumlarında çizelgelerde görüleceği üzere farklı başarılar elde edilmektedir.

Bu konuda çalışma yapacaklara önerim; VN için kod kitabı sayısını artırarak çalışmaları. DVM için sese MFKK+ Δ + $\Delta\Delta$ ekleyerek çalışmalarıdır. Bu tez MATLAB R2009a ortamında gerçekleştirilmiştir. Özellikle konuşmacının tamamı kullanıldığında DVM için eğitim ve test aşamaları bir hayli uzun sürmektedir. Bu nedenle, yüksek sayıda konuşmacı kullanacak sistemlerin, gerçek zamanlı sistemler ile kıyaslanabilir olabilmesi için yazılımların C dili ile yapılması önerilir.

EKLER

EK 1 VN DENEY SONUÇ ÇİZELGELERİ

Deney 1: VN MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.1. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	44,3111	43,4222	41,3778
C=64	45,6	43,333	43,0667
C=128	45,7778	43,1556	45,0667

Deney 2: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.2. VN MFKK 12 erkek pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	45,2889	46,4	42,5778
C=64	48,2222	45,022	44,4444
C=128	47,6889	45,0222	46

Deney 3: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.3. VN MFKK 12 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	47,7328	43,5355	45,0980
C=64	46,752	45,4657	48,5294
C=128	47,4877	48,4069	50,6127

Deney 4: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.4. VN MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	50,6740	45,9865	46,6912
C=64	54,5650	48,3762	49,7549
C=128	57,3836	50,2451	52,1752

Deney 5: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.5. VN MFKK 12 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	33,7333	33,6889	33,4222
C=64	33,7333	33,5111	33,6444
C=128	33,6444	33,3333	33,5556

Deney 6: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.6. VN MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	47,8667	47,3333	46,0444
C=64	48,2667	50	47,0222
C=128	50,5333	49,2889	49,1556

Deney 7: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.7. VN MFKK 12 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	61,9792	51,2868	50,7659
C=64	55,0245	54,3505	54,7181
C=128	56,8934	57,7206	58,9154

Deney 8: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.8. VN MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	66,1765	54,7488	53,3701
C=64	55,8211	55,6679	55,1471
C=128	55,8517	57,1078	57,1385

Deney 9: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.9. VN MFKK 12 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	54,9333	46,1333	49,0667
C=64	55,5111	53,3778	52,5778
C=128	55,8222	55,1556	56,8444

Deney 10: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.10. VN MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	55,7333	44,2222	47,6889
C=64	57,0222	53,1111	54,7111
C=128	59,4667	57,4222	58

Deney 11: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.11. VN MFKK 12 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	57,5474	55,4228	53,0637
C=64	59,8652	58,5784	55,5760
C=128	61,1826	60,7230	57,6287

Deney 12: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.12. VN MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	61,4890	61,2439	61,1213
C=64	62,1936	62,2243	61,1213
C=128	62,4081	62,6225	61,6422

Deney 13: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.13. VN MFKK 12 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	40,3667	38,5	36,3333
C=64	41,4333	41,4667	39
C=128	42,4	39,7333	41,3333

Deney 14: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.14 MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	45,5667	44,7333	39,6333
C=64	48,7333	47,8667	41,1333
C=128	49,7667	46,5667	43,1

Deney 15: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.15. VN MFKK 12 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	53,2169	45,6112	47,4954
C=64	56,1581	54,0671	54,9403
C=128	60,0643	58,5708	58,8695

Deney 16: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.16. VN MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	57,9274	53,7914	56,1351
C=64	59,7656	59,1682	60,1333
C=128	60,1252	61,3971	62,7068

Deney 17: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.17. VN MFKK 12 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	31,9333	29,0667	31,0667
C=64	32,6333	32,4	31,5667
C=128	31,6	31,6	32,8

Deney 18: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.18. VN MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	31,6333	29,4	30,1667
C=64	32,4333	33,4333	32,2
C=128	32,3333	32,5	33,1333

Deney 19: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.19. VN MFKK 12 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	45,4733	45,7491	46,1397
C=64	48,6903	50,4596	45,1746
C=128	51,2868	52,3438	48,2077

Deney 20: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.20. VN MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	47,4954	48,0239	48,3686
C=64	51,7233	53,0790	48,1618
C=128	54,8483	55,7445	51,7004

Deney 21: MFKK 12 Erkek Perde Frekansı Hepsı

Çizelge 4.21. VN MFKK 12 erkek pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	25,4479	19,981	21,3524
C=64	25,8286	24,381	23,619
C=128	26,8571	23,4476	26,381

Deney 22: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Hepsı

Çizelge 4.22. VN MFKK 16 erkek pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	26,781	19,3333	21,981
C=64	28,7238	25,4857	24,8952
C=128	30,2857	28,2667	27,2

Deney 23: MFKK 12 Bayan Perde Frekansı Hepsı

Çizelge 4.23 VN MFKK 12 bayan pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	38,5373	35,2941	35,6749
C=64	41,3866	40,2442	39,5089
C=128	45,4438	45,3256	42,1612

Deney 24: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Hepsı

Çizelge 4.24. VN MFKK 16 bayan pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	43,6712	41,4785	42,2532
C=64	46,6649	46,4286	44,4590
C=128	49,0940	50,2232	47,8204

Deney 25: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.25. VN MFKK 12 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	39.644	41.911	46.4
C=64	39.1111	41.778	46.9776
C=128	40	43.5111	44.222

Deney 26: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.26. VN MFKK 16 erkek ks. %10 artırma azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	39,1556	41,1556	46,4889
C=64	39,6889	41,2889	44,3111
C=128	39,9111	43,8222	42,7111

Deney 27: MFKK 12 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.27. VN MFKK 12 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+prj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	40,2574	42,4632	35,7230
C=64	42,0037	41,3909	38,6949
C=128	42,4326	40,3186	48,7439

Deney 28: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.28. VN MFKK 16 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	40,0429	43,2598	36,0907
C=64	42,0037	41,5135	39,2157
C=128	44,1176	40,1348	49,5711

Deney 29: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.29. VN MFKK 12 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	42,4	48,6222	55,911
C=64	43,0667	47,6889	55,0667
C=128	42,6667	52	55,8889

Deney 30: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.30. VN MFKK 16 erkek ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	42,4000	49,1556	55,8667
C=64	43,6889	47,7333	54,3111
C=128	42,9778	52,0444	56,0444

Deney 31: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.31. VN MFKK 12 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	42,4939	44,4240	49,1115
C=64	44,0870	43,2904	56,8321
C=128	45,2206	44,7917	62,5306

Deney 32: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.32. VN MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	42,8002	43,3211	49,5404
C=64	44,8529	41,5135	56,0968
C=128	45,8333	42,6471	62,6532

Deney 33: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.33. VN MFKK 12 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	40.0889	60.5778	81.4667
C=64	40.8444	55.9556	77.2
C=128	40.9333	63.7778	83.5111

Deney 34: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.34. VN MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	43,1111	62,1333	81,6889
C=64	44,6667	56,3111	78,4000
C=128	44,4444	65,4222	84,3556

Deney 35: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.35. MFKK 12 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	38,4804	43,4743	79,8100
C=64	40,8395	48,1924	79,6262
C=128	43,6887	58,1495	81,8627

Deney 36: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.36. VN MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	39,5833	45,5576	80,4841
C=64	43,1373	47,8860	81,0355
C=128	46,2010	57,7512	82,6900

Deney 37: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.37. VN MFKK 12 erkek ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	37.9667	35.6333	42.5
C=64	34.8667	35.3667	38.4667
C=128	36.5	41.4333	47.1333

Deney 38: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.38. VN MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	40,2000	37,3333	43,6667
C=64	38,0000	36,5333	39,9333
C=128	38,1667	44,2333	49,3667

Deney 39: MFKK 12 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.39. VN MFKK 12 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	34,6967	33,9384	38,5340
C=64	36,6728	34,4439	43,1756
C=128	38,5800	39,5910	45,6112

Deney 40: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.40. VN MFKK 16 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	35,7537	32,3529	38,4421
C=64	38,6489	33,8695	43,2675
C=128	40,7858	38,7408	46,9210

Deney 41: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.41. VN MFKK 12 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	27,5333	36,6667	46,8
C=64	27,8667	34,333	47,7333
C=128	28,1667	37,3667	50

Deney 42: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.42. VN MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	28,1000	37,1333	46,6667
C=64	28,2333	33,2667	48,6333
C=128	27,8333	36,3667	51

Deney 43: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.43. VN MFKK 12 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	28,7684	30,4228	51,3787
C=64	30,1471	32,2151	52,3208
C=128	30,6296	33,7776	51,1259

Deney 44: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.44. VN MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	28,9522	31,7096	51,2178
C=64	30,2849	32,3989	52,6425
C=128	30,9743	34,2831	50,6204

Deney 45: MFKK 12 Erkek Konuşma Süresi Hepsı

Çizelge 4.45. VN MFKK 12 erkek ks. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	21.9048	25.4667	37.5619
C=64	20.4381	23.8667	35.1429
C=128	21.2762	29.3714	38.8190

Deney 46: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Heps

Çizelge 4.46. VN MFKK 16 Erkek ks. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	23,0857	26,4952	38,3810
C=64	22,2857	23,6762	35,6762
C=128	22,6095	30,6667	39,6000

Deney 47: MFKK 12 Bayan Konuşma Süresi Heps

Çizelge 4.47. VN MFKK 12 bayan ks. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	20,2468	19,4590	32,8388
C=64	21,4811	21,2054	35,4386
C=128	22,5315	23,4244	39,3645

Deney 48: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Heps

Çizelge 4.48. VN MFKK 16 bayan ks. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	20,7195	19,9974	33,0620
C=64	22,7679	20,6933	36,0425
C=128	23,5557	23,0699	39,5483

Deney 49: MFKK 12 Erkekler Bütün Sınıflar

Çizelge 4.49. VN MFKK 12 erkekler bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	14,7487	14,9128	21,0051
C=64	15,5692	15,8667	21,5487
C=128	16,3897	17,8667	23,8564

Deney 50: MFKK 16 Erkekler Bütün Sınıflar

Çizelge 4.50. VN MFKK 16 erkekler bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	16,6256	15,9179	21,6205
C=64	17,7026	16,5641	22,7692
C=128	18,5949	19,8769	25,1179

Deney 51: MFKK 12 Bayan Bütün Sınıflar

Çizelge 4.51. VN MFKK 12 bayanlar bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	26,5625	26,6544	29,6612
C=64	28,5846	28,2760	32,4645
C=128	30,9611	28,8012	36,7778

Deney 52: MFKK 16 Bayan Bütün Sınıflar

Çizelge 4.52. VN MFKK 16 bayanlar bütün sınıfları içeren eşleşmelerin başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=32	29,1689	30,1864	33,4428
C=64	31,4141	30,9283	35,3335
C=128	33,0423	31,5848	39,5811

Deney 53: MFKK 12 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler(Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları

Çizelge 4.53. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	79,33	79,20	79,40
C=8	82,26	82,53	80,26
C=16	88,20	88,33	85,26
C=32	92,86	92,06	91,26
C=64	93,40	92,93	94,66
C=128	94,33	94,20	96,66

Deney 54: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler(Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları

Çizelge 4.54. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	81,0667	81,0000	81,2000
C=8	82,6000	83,4000	82,2667
C=16	88,1333	88,6667	85,8667
C=32	93,5333	93,3333	92,5333
C=64	95,4000	94,7333	96,4000
C=128	96,5333	95,4667	97,4000

Deney 55: MFKK 12 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.55. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	93.53	93.40	93.93
C=8	94.86	94.66	93.86
C=16	97.60	97.26	94.66
C=32	98.20	97.46	97.20
C=64	98.40	98.40	97.60
C=128	99.13	98.86	98.13

Deney 56: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.56. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler (kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	93,4743	93,4743	94,2555
C=8	94,9449	94,8989	94,5313
C=16	97,7022	97,5184	95,1746
C=32	98,2537	97,9779	97,2886
C=64	98,8051	98,6213	97,7941
C=128	99,1728	99,2188	98,3915

Deney 57: MFKK 12 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.57. VN MFKK 12 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	97,00	97,00	96,73
C=8	94,26	94,26	96,40
C=16	96,13	95,73	94,06
C=32	97,53	97,00	96,53
C=64	98,33	98,40	97,66
C=128	98,66	98,53	98,13

Deney 58: MFKK 16 Orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)
eşleştirme için başarı oranları

Çizelge 4.58. VN MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+ΔΔ
C=4	97,2252	97,3341	97,4973
C=8	95,3210	95,2122	97,1164
C=16	97,0076	96,5180	95,2122
C=32	98,0413	97,6061	97,1708
C=64	98,5854	98,6942	98,0958
C=128	98,8575	98,8575	98,4766

Deney 59: MFKK 12 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.59. VN MFKK 12 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+$\Delta\Delta$
C=4	75,86	76,06	77,80
C=8	68,86	69,46	72,46
C=16	79,20	78,80	77,40
C=32	89,46	89,40	89,93
C=64	90,80	91,53	92,80
C=128	92,60	93,26	94,46

Deney 60: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.60. VN MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ	MFKK+Δ+$\Delta\Delta$
C=4	77,5965	84,2057	85,7668
C=8	98,8062	98,4389	97,4288
C=16	98,5308	98,6226	97,7043
C=32	96,8779	96,5106	96,4187
C=64	97,0615	97,3370	93,7432
C=128	97,2452	97,4288	95,0490

EK 2 DVM DENEY SONUÇ ÇİZELGELERİ

Deney 61: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.61. DVM MFKK 16 erkek pf. %10 artırma+azaltma+Orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	61,7778	38,1778

Deney 62: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.62. DVM MFKK 16 bayan pf. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	87,4081	80,6985

Deney 63: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.63. DVM MFKK 16 erkek pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	63,9111	63,0667

Deney 64: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.64. DVM MFKK 16 bayan pf. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	87,4387	81,0355

Deney 65: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.65. DVM MFKK 16 erkek pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	78,1333	63,4222

Deney 66: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.66. DVM MFKK 16 bayan pf. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	95,435	90,8701

Deney 67: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.67. DVM MFKK 16 erkek pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	69,1667	39,0667

Deney 68: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Artırmalar+Orj

Çizelge 4.68. DVM MFKK 16 bayan pf. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	69,6921	60,9835

Deney 69: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.69. DVM MFKK 16 erkek pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	25	29,8333

Deney 70: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.70. DVM MFKK 16 bayan pf. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	73,2307	55,9743

Deney71: MFKK 16 Erkek Perde Frekansı Hepsi

Çizelge 4.71. DVM MFKK 16 erkek pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	14,3048	24,8952

Deney 72: MFKK 16 Bayan Perde Frekansı Hepsi

Çizelge 4.72. DVM MFKK 16 bayan pf. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	67,4632	54,2411

Deney 73: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.73. DVM MFKK 16 erkek ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	35,7333	64,4444

Deney 74: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi %10 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.74. DVM MFKK 16 bayanlar ks. %10 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	38,8480	42,0037

Deney 75: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.75. DVM MFKK 16 erkek ks. %25 artırma azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	36,9333	50

Deney 76: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %25 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.76. DVM MFKK 16 bayan ks. %25 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	41,9424	64,92647

Deney 77: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.77. DVM MFKK 16 erkek ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	39,2889	64,4444

Deney 78:MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi %50 Artırma+Azaltma+Orj

Çizelge 4.78. DVM MFKK 16 bayan ks. %50 artırma+azaltma+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	49,0809	69,1789

Deney 79: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.79. DVM MFKK 16 erkek ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	31,5667	47,7667

Deney 80: MFKK 16 Bayanlar Konuşma Süresi Artırmalar+Orj

Çizelge 4.80. DVM MFKK 16 bayanlar ks. artırmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	32,8355	41,8199

Deney 81: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.81. DVM MFKK 16 erkek ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	27,4333	45,4

Deney 82: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Azaltmalar+Orj

Çizelge 4.82. DVM MFKK 16 bayan ks. azaltmalar+orj. için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	32,6287	36,4430

Deney 83: MFKK 16 Erkek Konuşma Süresi Hepsi

Çizelge 4.83. DVM MFKK 16 erkek ks. hepsi

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	18,2476	29,2762

Deney 84: MFKK 16 Bayan Konuşma Süresi Hepsi

Çizelge 4.84. DVM MFKK 16 bayan ks. hepsi için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	19,3803	28,0856

Deney 85: MFKK 16 Erkekler Bütün Sınıflar

Çizelge 4.85. DVM MFKK 16 erkekler bütün sınıflar için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	7,1429	13,219

Deney 86: MFKK 16 Bayanlar Bütün Sınıflar

Çizelge 4.86. DVM MFKK 16 bayanlar bütün sınıflar için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	31,8212	26,7201

**Deney 87: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı oranları**

Çizelge 4.87. DVM MFKK 16 orjinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler (erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	99,0667	98,8000

Deney 88: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.88. DVM MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe)eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	98,8051	95,3125

Deney 89: MFKK 16 Orijinal Erkek Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Kadından Erkeğe)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.89. DVM MFKK 16 orijinal erkek sesi ve dönüştürülmüş sesler(kadından erkeğe) eşleştirme için başarı oranları

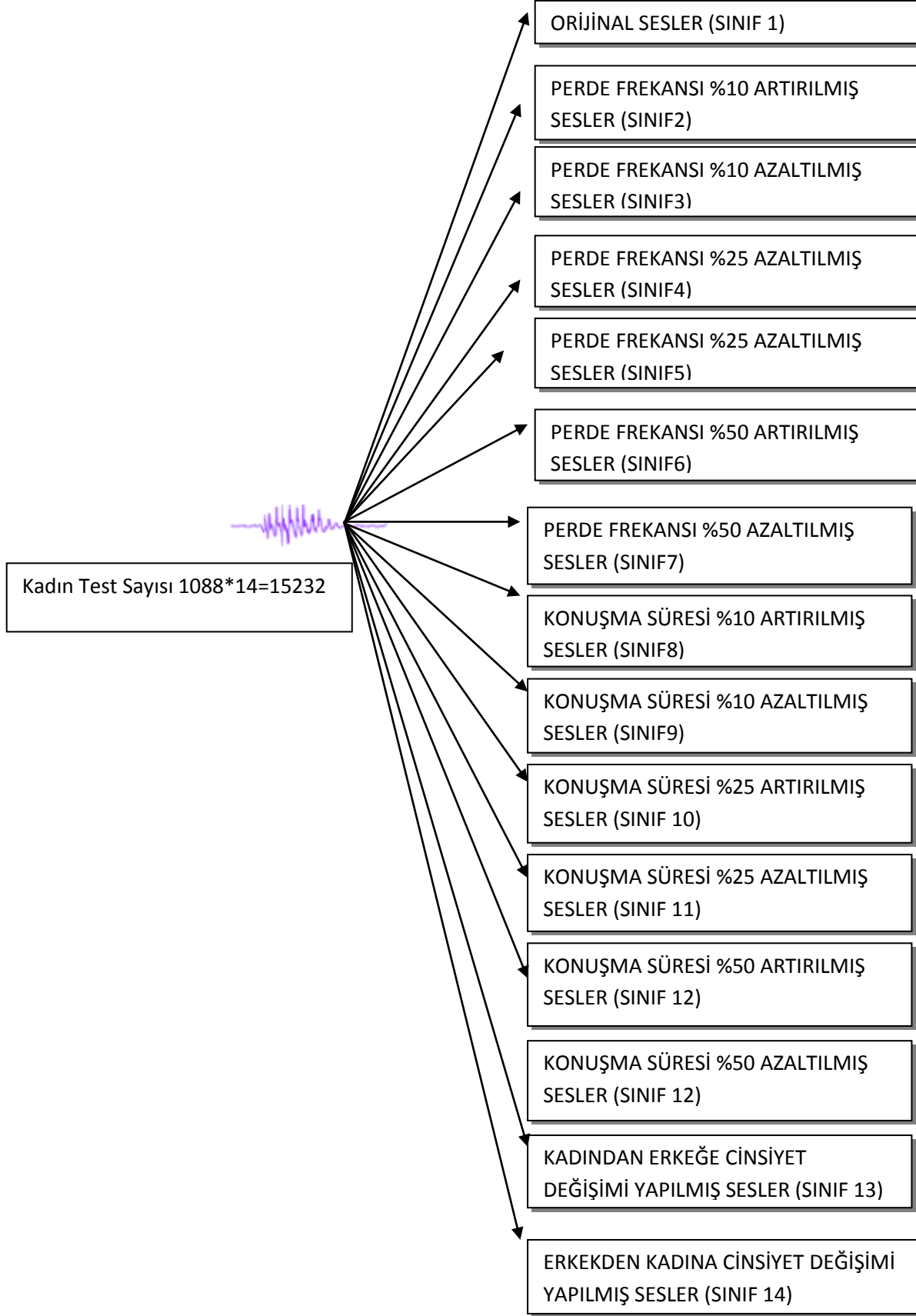
	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	98,8030	99,1839

Deney 90: MFKK 16 Orijinal Kadın Sesi ve Dönüştürülmüş Sesler (Erkekten Kadına)
Eşleştirme İçin Başarı Oranları

Çizelge 4.90. DVM MFKK 16 orijinal kadın sesi ve dönüştürülmüş sesler(erkekten kadına) eşleştirme için başarı oranları

	MFKK	MFKK+Δ
Başarı	96,518	97,7693

EK 3DVM MFKK 16 BAYAN TEST AŞAMASI İÇİN ÖRNEK ŞABLON



KAYNAKLAR

Akula, A., Apsingekar, V., De Leon, P.L. 2009. Speaker Identification In Room Reverberation Using Gmm-Ubm . Digital Signal Processing Workshop and 5th IEEE Signal Processing Education Workshop, 2009. DSP/SPE 2009. IEEE 13th. On page(s): 37 – 41 E-ISBN: 978-1-4244-3677-4

Anonim, 2001. The Nist Year 2001 Speaker Recognition Evaluation Plan. <http://www.itl.nist.gov/iad/mig/tests/spk/2001/2001-spkrac-evalplan-v05.9.pdf> (Erişim Tarihi: 05.12.2012).

Anonim, 2012. Datasheet. Mathworks USA.

Aşlıyan R., Günel K., Destek Vektör Makinesi Yöntemiyle Türkçe Konuşma Tanıma Sistemi Gerçekleştirilimi, Akademik Bilişim 2009, Sözlü, 15/02/2009 .

Aydın, Ö. 2005. Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Bir Ses Tanıma Sistemi Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. TÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bilgisayar Mühendisliği Trakya.

Aygün, O. 2006, Konuşmacı Tanıma Sistemlerinde Dalgacık Dönüşümü. Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Barisevičius, G. 2004. Text-Independent Speaker Verification. Department of Software Engineering, Kaunas University of Technology, Kaunas http://www.speech.kth.se/~rolf/NGSLT/gslt_papers_2004/barisevicius_term_paper.pdf (Eriřim Tarihi: 30.03.2012).

Başaran, S. 2007. Yapay Sinir Ağları Kullanarak Konuşmacı Tanıma. Yüksek Lisans Tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Bayram, L. 2001. Uzun Süreli Bellek Yoluyla Ses Ve Konuşmacı Tanıma Polis Bilimleri Dergisi, cilt 3(sayı 3-4).

Bayram, L. 2008. Adli Bilimlerde Ses Ve Konuşma İncelemeleri, Seçkin, Ankara.

Boersma,P., Weenink D. Praat: doing phonetics by computer. Phonetic Sciences, University of Amsterdam Spuistraat 210 1012VT Amsterdam The Netherlands, <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/> (Erişim Tarihi: 05.12.2012).

Budak, M., Bolat B. 2011. Müzikal Enstrüman Seslerinin Tanınması. <http://web.firat.edu.tr/feeb/kitap/C12/48.pdf>(Erişim Tarihi: 30.03.2012).

Cain, S. 1990. Voiceprint Identification, The Legal Investigator, November 1990: 16-19.

Campbell, J.P. 1997. Speaker Recognition: A Tutorial. Proceedings Of The Ieee, Vol. 85, No. 9, September 1997 Sayfa 1437.

Campbell, J.P. 1997. Speaker Recognition: A Tutorial. Proceedings Of The IEEE, Vol. 85, No. 9, September.

Chang, C., Lin, C 2012 LIBSVM: A Library for Support Vector Machines Department of Computer Science National Taiwan University, Taipei, Taiwan

Çaycı, Ç.Y. 2007. Müzikal Enstrümanların Doğrusal Ayırtaç Analizi Yöntemiyle Ayırt Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Çetin, R. 2004. <http://hurarsiv.hurriyet.com.tr/goster/ShowNew.aspx?id=285287> (Erişim tarihi: 08.05.2012).

Çomak, E. 2004 Destek Vektör Makineleri Çoklu Sınıf Problemleri İçin Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Demirci, M.D. 2005. Bilgisayar Destekli Ses Tanıma Sistemi Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Dikici E., Saraçlar M., 2009. GKM ve DVM Tabanlı Konuşmacı Doğulamada Veri Süresi ve Model Büyüklüğüne Dayalı Basarım Analizi, IEEE 17. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı (SİU 2009), Antalya. <http://www.busim.ee.boun.edu.tr/~erinc/pubs/siu09.pdf> (Erişim tarihi: 08.05.2012).

Doddington, G. 1985. Speaker Recognition-Identifying People by Their Voices. Proc. IEEE 73 (11), p.1651-1664.

Eray, O. 2008. Destek Vektör Makineleri ile Ses Tanıma Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, PÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli

Erzin, E., Yemez Y., Tekalp, A.M. 2005. Multimodal Speaker Identification Using an Adaptive Classifier Cascade Based on Modality Reliability. IEEE Transactions On Multimedia, Vol. 7, No. 5, October.

Eskidere, Ö. 2007. İstatistiksel Modelleme İle Konuşmacı Tanıma. Doktora Tezi, UÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Eskidere, Ö., Ertaş, F. 2007. Gauss Karışım Modeli İle Konuşmacı Tanımadaki Parametre Değerlerinin Seçimi. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04298590> 2007 (Erişim tarihi: 08.05.2012).

Eskidere, Ö., Ertaş, F. 2009. Mel Frekansı Kepstrum Katsayılarındaki Değişimlerin Konuşmacı Tanımaya Etkisi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 14, Sayı 2, 93.

Furui, S. 1994. An Overview Of Speaker Recognition Technology, ESCA Workshop on Automatic Speaker Recognition, Identification and Verification, PP. 1-9.

Gish, H., Schmidt, M., 1994. Text-Independent Speaker Identification IEEE Signal Processing Mag., vol.11, pp18-32.

Güner,L., Ergenç,İ. Sesin Doğası Ve Oluşumu http://www.jandarma.tsk.tr/kriminal/turkish%20internet/anasayfa/bilarinde_dosyalar/yazilar_dosyalar/bilarinde5.pdf (Erişim tarihi:09.03.2012).

Hanilçi, C. 2007. Konuşmacı Tanıma Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Analizi. Yüksek Lisans Tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Hanilçi, C., Ertaş, F., 2007.Sürekli Saklı Markov Modelleri İle Metinden Bağımsız Konuşmacı Tanıma Parametrelerinin İncelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 12, Sayı 1.

Hasan, R., Jamil, M., Rabbani, G., Rahman, S. 2004. Speaker Identification Using Mel Frequency Cepstral Coefficients. 3rd International Conference on Electrical & Computer Engineering. ICECE 2004, 28-30 December 2004, Dhaka, Bangladesh ISBN 984-32-1804-4 565.

Karasartova, S. 2011. Metinden Bağımsız Konuşmacı Tanıma Sistemlerinin İncelenmesi ve Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Kinnunen, T., Li, H. 2010. An Overview of Text-Independent Speaker Recognition: From Features to Support Vectors Speech Communication, vol. 52, no. 1, pp. 12 – 40

Koç, S. Adli Nitelikte Ses Ve Konuşmacı Tanıma. <http://www.caginpulisi.com.tr/9/46-47-48-49.htm> (Erişim Tarihi 07.05.2012).

Lieshout, P.V. 2003. PraatShortTutorial. http://www.stanford.edu/dept/linguistics/corpora/material/PRAAT_workshop_manual_v421.pdf (Erişim Tarihi:08.05.2012)

Linde, Y., Bum, A., & Gray, R. M. 1980. An Algorithm for Vector Quantizer Design, IEEE Transactions on Communications, 28(1), 84-95.

Mut, O. 2005. Konuşmacı Tanıma Yüksek Lisans Tezi GYTE Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Gebze.

Nabiyev,V.V., Yücesoy, E. 2009. Konuşmacı Cinsiyetinin DTW Yöntemiyle Belirlenmesi. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5136385> (Erişim Tarihi:30.03.2012)

Nabiyev, V.V., Yücesoy, E. 2009. VQ Yöntemiyle Konuşmacı Cinsiyetinin Belirlenmesi Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.1 No.1 (2009),37-49.

Öcal, K. 2005. Otomatik Konuşma Tanıma Algoritmalarının Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.

Özbek, Y.İ., Demirekler,. 2006. Ses Sinyalinin Formant Frekanslarının izlenmesi. 14'th IEEE Signal processing and Communication Applications. Antalya/Turkey pp. 304-307.

Rabiner, L. R. and Juand, B. H. 1993. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., ISBN: 0-13-015157-2.

Schafer, R. W. and Rabiner, L. R. 1975. Digital representations of speech signals. IEEE, vol. 63, pp. 662-677.

Sever, H. 2011. Adli Nitelikte Bant Kayıtlarının İncelenmesinde Hukuki Durum ve Belleğe Bağlı Olarak Duyulan Seslerin Hatırlanmasında Suç Soruşturmasına Yön Veren Şüphe Kavramı.” Polis Dergisi, yıl 11, sayı 44 (Nisan-Mayıs-Haziran 2005), s. 116-121.

Smrkovski, L.N. 1996. Investigative, Technical, and Legal Aspects of Forensic Voice Identification and Introduction to Audio/Video Enhancement and Authentication, Applied Forensic Technologies Int’I, Lake Geneva, Wisconsin.

Torres-Carrasquillo, P. A., Reynolds, D. A., and Deller, Jr., J. R. 2002. Language Identification using Gaussian Mixture Model Tokenization. http://www.ll.mit.edu/mission/communications/ist/publications/020513_Torres.pdf- (Erişim Tarihi:27.03.2012)

Tosi, O. 1979. Voice Identification, Theory and Legal Applications, University Park Press, Baltimore, Maryland.

Türk, O., Sayli, O., Ozsoy, A., S., Arslan, L., M., 2004. “Türkçe’de Ünlülerin Formant Frekans İncelemesi”, 18. Ulusal Dilbilim Kurultayı 2004, , Ankara, Turkey.

Uzunçarşılı, M. 2005. Vektör Nicemleme Tekniklerine Dayalı Konuşmacı Tanıma Algoritmalarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Von Graevenitz, G.A., About Speaker Recognition Technology Bergdata Biometrics GmbH,Bonn,Germany. http://www.appliedbiometrics.com/fileadmin/azaltmaload/Article_Speaker_Technology.pdf (Erişim Tarihi: 27.03.2012).

Wolf, J. 1972. Efficient Acoustic Parameters for Speaker Recognition. Journal of Acoustic Society of America 51 (6), p. 2044-2056.

Yıldız T. 2012. Dijital Ortamda Değiştirilen Perde Frekansının Algılanması. Lisans Bitirme Tezi. UÜ Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa.

Yüksek, A. 2006. Adli Ses Kayıtlarının Süzgeç Tasarımı İle İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sema ÇÖPOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi : Samsun 10/12/1987

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Samsun Anadolu Lisesi (2001-2005)

Lisans : 19 Mayıs Üniversitesi (2006-2010)