



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELMAS HECE - NORMAL HECE UYARLAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müjdat KARAKELEŞ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mürsel ÖNDER

TOKAT- 2022

**T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELMAS HECE - NORMAL HECE UYARLAMASI

MÜJDAT KARAKELEŞ

**TOKAT
Ekim - 2022**

Her hakkı saklıdır

Müjdat KARAKELEŞ tarafından hazırlanan “**Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 21 EKİM 2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Mürsel ÖNDER

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir YAŞAR

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Bahattin KARAKAYA

İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

.....

ONAY

.....

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/---/2022

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Mürsel ÖNDER danışmanlığında hazırlamış olduğum “Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

21/10/2022

Müjdat KARAKELEŞ



ÖZET

ELMAS HECE - NORMAL HECE UYARLAMASI

Karakeleş, Müjdat

Yüksek Lisans, Mekatronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mürsel Önder

Ekim 2022, xi + 23 sayfa

Bilgisayar ortamında ses üretimi üzerine bilim insanları iki yüzyıldan fazla bir süredir çalışmalar yapmaktadır. Dijital olarak ses üretmek için bilgisayarlar kullanılmaya ve bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle de metin seslendirme sistemleri üretilmeye başlanmıştır. Bu sistemler bir metni girdi olarak alıp bu metnin sesli olarak okunmuş çıktısını üretmektedir.

Bu tez çalışmasında, “Elmas Hece Mühendislik Yöntemi” kullanılarak Arapça bir metin olan Kur’an-ı Kerim metnini seslendiren sistemin Türkçede de kullanılan evrensel manadaki heceye (normal hece) uyarlaması ve bu uyarlamaya göre seslendirmesi yeniden yapılmıştır. Bu uyarlama ile geliştirilen metin seslendirme sistemi Visual Studio ortamında Visual C# programlama dili kullanılarak oluşturulmuştur. Bu çalışmada bu sistemin oluşturulma aşamaları anlatılmıştır. Çalışmalar sonunda Kur’ân-ı Kerim eğitiminde başlangıç düzeyindeki okuyucuya rehberlik edebilecek bir öğretim materyali geliştirilmiş ve hedeflenen sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metin Seslendirme, Elmas Hece Mühendislik Yöntemi, Normal Hece, Arapça, Kur’an-ı Kerim

ABSTRACT

DIAMOND SYLLABLE - NORMAL SYLLABLE ADAPTATION

Karakeleş, Müjdat

Master's Thesis, Department Of Mechatronics Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Mürsel Önder

October 2022, xi + 23 pages

Scientists have been working on sound production in computer environment for more than two centuries. Computers have started to be used to produce sound digitally and with the development of information technologies, text-to-speech systems have begun to be produced. These systems take a text as input and produce a read-aloud output of this text.

In this thesis, using the “Diamond Syllable Engineering Method”, which is a new method, the text vocalization system, which was developed based on the Arabic Qur'an text, was adapted and vocalized to the universal syllable (normal syllable) also used in Turkish. The text-to-speech system developed with this adaptation was created using the Visual C# programming language in the Visual Studio environment. In this study, the stages of creating this system are explained. At the end of the studies, a teaching material that can guide the beginner reader in the education of the Qur'an has been developed and the targeted results have been achieved.

Keywords: Text Voice, Diamond Syllable Engineering Method, Normal Syllable, Arabic, Holy Quran

ÖNSÖZ

Tez aşamasında benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her konuda yardımcı olan kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mürsel Önder’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte beni yalnız bırakmayıp sürekli motive eden sevgili eşim Sena KARAKELEŞ’ e ayrıca teşekkür ederim.

MÜJDAT KARAKELEŞ

21/10/2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Metin Seslendirme Sistemleri (Text-to-Speech Synthesis Systems)	3
2.2. Klasik Yöntemleri Kullanan Metin Seslendirme Çalışmaları.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Metin İşleme Bölümünün Normal Heceye Uyarlanması.....	8
3.1.1. Elmas hece nedir?	8
3.1.2. Elmas hece - normal hece uyarlama algoritmasının çalışma prensibi	12
3.2. Metin Seslendirme Bölümünün Hazırlanması	16
4. BULGULAR.....	18
5. SONUÇ.....	21
6. KAYNAKLAR	22
7. ÖZGEÇMİŞ.....	23

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Kratzenstein 'e ait çalışmanın gösterimi (Schroeder, 1972).....	3
Şekil 2.2 Metin Seslendirme Sistemleri Zaman Akışı (Şentürk, 2010).....	4
Şekil 3.1 Elmas Hece Algoritması (Köroğlu,2019).....	10
Şekil 3.2 Elmas Hece - Normal Hece Uyarlama Algoritması	11
Şekil 3.3 Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması Program Arayüzü	12
Şekil 3.4 Logo bölümünün gösterimi	13
Şekil 3.5 Kontrol panelinin gösterimi.....	13
Şekil 3.6 Kontrol panelinin numaralandırılmış gösterimi	13
Şekil 3.7 Arkaplane görsel yerleştirilmiş gösterim.....	14
Şekil 3.8 Elmas hece gösterimi.....	14
Şekil 3.9 Ekranı sığmayan ayet gösterimi.....	15
Şekil 3.10 Yazı büyüklüğü ayarlanmış gösterim	16
Şekil 3.11 Elmas Hece Seslendirme Algoritması (Köroğlu,2019)	17
Şekil 4.1 Birinci hece bis hecesinin gösterimi	18
Şekil 4.2 İkinci hece mil hecesinin gösterimi	18
Şekil 4.3 Üçüncü hece la hecesinin gösterimi	18
Şekil 4.4 Dördüncü hece hi hecesinin gösterimi.....	19
Şekil 4.5 Satır kayma sorununun çözümü	19
Şekil 4.6 Normal Hece Seslendirme Algoritması.....	20

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Tablo 2.1 Başlıca Metinden Konuşma Sentezleme Sistemleri (Sel, 2013) 4



1. GİRİŞ

Konuşma, insanların iletişim kurarken kullandıkları tercihlerin en başında gelir. İnsan-makine etkileşimi teknoloji ve bilimin gelişmesiyle artarak değer kazanmış ve çeşitli yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır. “Metin Seslendirme” de bu yöntemlerden birisidir (Şentürk ve Adalı, 2016). İngilizce karşılığı Text to Speech (TTS) şeklinde ifade edilen “Metin Seslendirme” sistemleri başta görme engelliler olmak üzere insanların yaşam kalitesini artırmak maksadıyla çokça teknolojik cihazda kullanılmaktadır (Yılmaz, 2009). Son çeyrek yüzyıla bakıldığında metinden seslendirme konusunda bilimsel çalışmaların arttığı görülmektedir. Bunun yanında interaktif iletişim, kişisel gelişim ve eğitim gibi sayılabilecek çokça konuda ve insan özelinde hemen her alanda kullanılabilmektedir (Köroğlu, 2019). Metin seslendirme sistemlerinin amacı teknolojik cihazlar kullanılarak metinden yapay bir sesin üretilmesi ve konuşmaya sentezlenmesidir. Bu sistemler, yazılı metni girdi olarak alır ve çıktı olarak metne karşılık gelen ses verisini oluşturur.

Bu tez çalışmasında, “Elmas Hece Mühendislik Yöntemi” kullanılarak Arapça bir metin olan Kur’an-ı Kerim metnini seslendiren sistemin Türkçe’de de kullanılan evrensel manadaki heceye (normal hece) uyarlaması ve bu uyarlamaya göre seslendirmesi yeniden yapılmıştır. (Köroğlu, 2019), çalışmasının Arapça üzerine yapılma nedenlerini ve Elmas Hece Mühendislik Yöntemini şu şekilde açıklamıştır: “Metin seslendirme sistemleri incelendiğinde: İngilizce, Almanca ve Fransızca gibi bazı popüler dünya dilleri araştırmacıların ilgisini çekerken, Arapça gibi diller konusunda çok fazla çalışma yapılmamıştır. Ayrıca Kur’an okuma öğretimi, Müslüman ülkelerde insanların karşısına çıkan ilk eğitim safhalarından biridir. Bu eğitimi alanlar çoğunlukla ilköğretim çağındaki çocuklardır. Günümüzde de Kur’an okuma öğretimine yönelik camilerde, Kur’an kurslarında hatta anaokulu ve kreşlerde dahi birçok eğitimler verilmektedir. Fakat çoğu insan bu eğitimlerin sonunda genellikle Kur’an okumayı öğrenememektedir. Kur’ân okumayı öğrenenler ise kısa sürede öğrendiklerini unutmaktadır. Bu sorunları en aza indirmek için Kur’an-ı Kerim metni esas alınarak Elmas Hece Mühendislik Yöntemi geliştirilmiştir.”

Bu tez çalışmasında, Elmas Hece Mühendislik Yöntemi temel alınarak geliştirilen metin seslendirme sisteminin normal heceye uyarlaması ve seslendirmesi aşamaları

anlatılmıştır. Çalışmalar sonunda Kur’ân-ı Kerim eğitiminde başlangıç düzeyindeki okuyucuya rehberlik edebilecek bir öğretim materyali geliştirilmiştir.

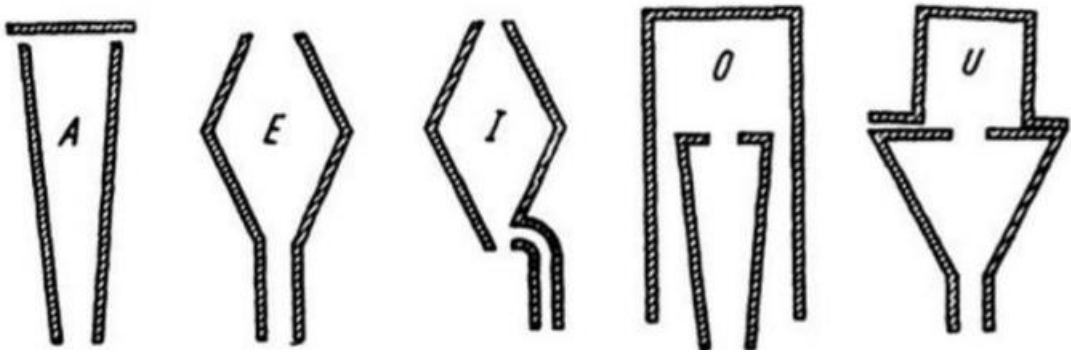
Bu çalışmanın “GİRİŞ” bölümünde çalışmanın amacı ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. “LİTERATÜR ÖZETİ” bölümde ise çalışmanın konusu hakkında kaynak araştırması yapılmıştır. “METERYAL ve YÖNTEM” bölümde elmas hecenin ne olduğu açıklanmıştır. Bunun yanında “Elmas Hece Mühendislik Yöntemi” ile geliştirilen metin seslendirme uygulamasının normal heceye uyarlaması, geliştirilen uyarlama algoritması ve bu algoritma ile geliştirilen uygulama yazılımının arayüzü bu bölümde anlatılmıştır. “BULGULAR” bölümünde ise geliştirilen sistemden elde edilen bulgular anlatılmıştır. “SONUÇ” bölümünde de çalışmadan elde edilen sonuçların alana katkısı ve bu alanda çalışma yapacak kişilere ve uygulayıcılara iletmek istenen öneriler yazılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde Metin Seslendirme Sistemleri ve bu sistemlerde kullanılan yöntemler ile klasik yöntemleri kullanan çalışmalar kısaca anlatılmıştır. Yapılan çalışmaların özellikle İngilizce, Fransızca ve Almanca gibi popüler dünya dilleri üzerine olduğu görülmektedir.

2.1. Metin Seslendirme Sistemleri (Text-to-Speech Synthesis Systems)

Metin seslendirme sistemleri bir bilgisayara gereksinim duymaktadır. Dolayısıyla bu sistemlerin tarihi bilgisayarın icadından sonradır. Metin işleme ve konuşma sentezleme bölümleri bu sistemleri oluşturan iki ana bölümdür. Yapay ses üretimi ile konuşma sentezi konusundaki ilk çalışmalar 1779 yılına dayanmaktadır. Bu tarihte, Prof. Christian Kratzenstein uzun sesli harfler olan a, e, i, o, u harfleri arasındaki fizyolojik değişimleri incelemiş ve bu sesleri geliştirdiği sistemle yapay olarak üretmeyi başarmıştır (Schroeder, 1972).



Şekil 2.1 Kratzenstein 'e ait çalışmanın gösterimi (Schroeder, 1972)

İlk tam elektrik konuşma sentezleme cihazı 1922'de Stewart tarafından tanıtılmıştır. Bu sistem yalnızca statik olan sesli sesleri üretebilmiştir. Bağlı seslerin ya da sesli harf içermeyen seslerin üretimi maalesef yapılamamıştır (Klatt, 1987).

Homer Dudley tarafından 1939 yılında tanıtılan VODER (Voice Operating Demonstrator) ismi verilen cihaz ilk konuşma sentezleyicisi olarak kabul görmüştür (Flanagan, 1972; Klatt, 1987). Konuşma kalitesi beklentiyi karşılamasa da yapay ses üretimi açısından umut vadetmiştir.

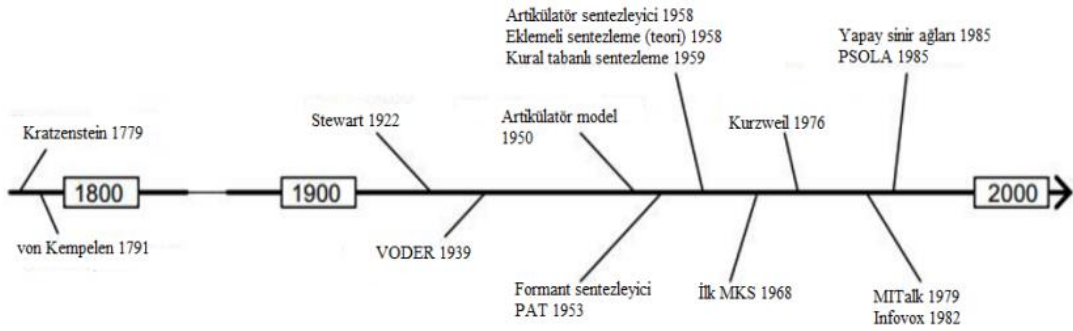
George Rosen, 1958 yılında MIT olarak bilinen Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde ilk artikülör model konuşma sentezleyiciyi geliştirmiştir (Klatt, 1987).

Farklı dillerde, başarılı olarak literatüre girmiş metin seslendirme sistemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmalar ister ticari olsun isterse ticari olmasın çeşitli amaçlarla kullanılmıştır (Sel, 2013). Tablo 2.1' de bu alanda en bilinen çalışmalar gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Dünyadaki Başlıca Metinden Konuşma Sentezleme Sistemleri (Sel, 2013)

ÇALIŞMA	YÖNTEM	TARİH
ASY	Söyleyiş sentezleyici	1960'lar
MITalk	Formant sentezleyici	1979
Infovox	Formant sentezleyici	1982
Bell Labs TTS	Çift / üçlü ses ekleme	1973
ETI Eloquence	Eklemeli sentezleme	1988
CNET PSOLA	Çift ses ekleme	1980'lerin ortaları
Festival TTS	Çift ses ekleme	1990'ların sonları
MBROLA	Çift ses ekleme	1990'ların sonları
Whistler	Hece ekleme	2000'ler

Metinden seslendirme sistemlerinin tarihsel zaman akışı Şekil 2.2' de verilmiştir.



Şekil 2.2 Metin Seslendirme Sistemleri Zaman Akışı (Şentürk, 2010)

Tarihsel olarak başlarda İngiliz dili için metin seslendirme sistemleri geliştirilmiştir. Sonraları ise konuşulan diğer dünya dilleri için de metin seslendirme sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Kullanılan konuşma sentezleme yöntemleri aynı olsa da

yapılan çalışmalar, esas alınan dilin özelliklerine değişmektedir (Sel, 2013). Yeni metin seslendirme sistemleri gelişen teknolojinin getirdiği yeniliklerden faydalanılarak geliştirilmeye devam etmektedir.

Genel olarak metin seslendirme sistemleri  tür yöntem kullanılarak oluşturulmaktadır. Bunlar; kural tabanlı formant sentezleyiciler, söyleyiş sentezleyicileri ve eklemeli sentezleyicilerdir (Sel vd., 2011).

“Kural tabanlı formant sentezleyiciler konuşma sinyalinin doğrusal n görümlü kodlaması temeline dayanır. Söyleyiş sentezleyicileri sadece formant frekansların denetimine ihtiyaç duyar. Eklemeli sentezleyiciler ise önceden kaydedilmiş olan ses birimlerini bir araya getirerek konuşmayı oluşturur. Seslerin bir araya getirilmesi sinyal işleme ile gerçekleşir” (Yılmaz ve Yağcı, 2022).

2.2. Klasik Yöntemleri Kullanan Metin Seslendirme alışmaları

Klasik yöntemleri kullanan metin seslendirme çalışmaları iyileştirme algoritmaları geliştirmeyi ve ses veri tabanında geliştirmeler yaparak verimi artırmayı amaçlamaktadır.

“Metinden Konuşma Sentezleme” adlı çalışmada; bir metni girdi olarak alan ve konuşma sentezleme yapan temel bir sistemin yapısı ile oluşturulma aşamaları incelenmiş ve ne tür uygulamaların gerektiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak kaliteli ve doğal bir konuşmanın elde edilmesine dikkat çekilmiş ve gelecekte bu alanda yapılacak çalışmalarda konuşmanın doğallığı ve kalitesi konularına önem gösterilmesi gerektiği ayrıca belirtilmiştir (Uslu, 2010).

“Beyin Bilgisayar Arayüzleri İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi” adı verilen çalışmada; geliştirilen Türkçe metin seslendirme sistemi kas ve iskelet sisteminden kaynaklı hareket edemeyen ya da konuşamayan engelliler için tasarlanmıştır. Türkçeye has fonetik ve ses farlılıklarından dolayı konuşmanın kaliteli olmadığı ve bunun sebebi olarak ta geliştirilen sistemin girdisi olan metnin anlamsal olarak ele alınmaması gösterilmiştir (Sel vd., 2011).

“Görme Engelliler İçin Bilgisayar Kullanımının Etkinleştirilmesi, Erişilebilirlik ve Bir Türkçe Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme Sisteminin Geliştirilmesi” adlı çalışmada;

girdisi hece bazlı bir metin olan ve eklemeli sentezleme yöntemi ile bir metin seslendirme sistemi geliştirmiştir. Bu çalışmada, sonuç olarak gerçekleştirilen denemelerle ortalama üstü bir konuşma kalitesi tespit edilmiştir. Ayrıca, sistemi kullananlar üzerinde yapılan denemelerde ise vurgu ve tonlamalar ile ses kalitesinde optimizasyon, seslendirmenin güzel bir diksiyonla yapılması gibi hususların gerekliliği belirtilmiştir (Arık, 2011).

“Görme Engelliler İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Yazılımı Geliştirilmesi” adlı çalışmada; geliştirilen metinden seslendirme sisteminde yöntem olarak eklemeli sentezleme yöntemi kullanılmıştır. Bu sistem, dijital ortamda bulunan bir metni doğal sese yakın bir ses ile okuyabilmektedir. Sonuç olarak, profesyonel bir kayıt ortamında ses kaydı yapılması ile konuşmada vurgu ve tonlamaların optimizasyon ihtiyacı görme engelli on kişi üzerinde denenerek tespit edilmiştir (Tekindal ve Arık, 2012).

“Türkçe Metinler İçin Hece Tabanlı Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi” adlı çalışmada; geliştirilen metinden konuşma sentezleme yazılımında yöntem olarak eklemeli sentezleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yazılımı iki ana sistem oluşturmaktadır. Birinci sistemde hece bazlı bir sentezleme yapılmıştır. Diğer sistemde ise difon veri tabanı kullanılarak seslendirme yapılmış ve nesne tabanlı programlama kullanılmıştır. Özellikle vurgu ve tonlamalarda iyileştirme yapılması ile Türkçeye has ses kurallarının (ulama, benzeşme gibi) sisteme eklenmesi gerektiği gelecekte bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara öneri olarak sunulmuştur (Sel, 2013).

“RC8660 Ses Sentezleyici ile Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme” adlı çalışmada; hecelemenin hatasız yapılabilmesi amacıyla Türkçeye has ses kurallarını içeren harici yeni bir sözlük oluşturulmuştur. Çıkış sesi, RC 8660 kartı ile kontrol edilmiştir. Karakter aralığı, yankı, ton, ses düzeyi, hız gibi özellikler istenilen ayarda düzenlenebilmektedir. Bu sistemin ATM makineleri, navigasyon sistemleri, elektronik kitap okuyucuları gibi diğer sistemlere entegre edilmesi ile engelli bireylere yardımcı olunabileceği ifade edilmiştir (Karamahmet, 2015).

“Eklemeli Sentezleyici Yöntemi Kullanılarak Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme” adlı çalışmada; eklemeli sentezleme yöntemi kullanılarak bir konuşma sentezleyici oluşturulmuştur. Bu uygulama yazılımı, C# programlama dili kodlanmıştır. Sabit bir veri tabanı değil de sürekli güncellenme kabiliyeti olan bir veri tabanı tercih edilerek

konuşmanın istenilen bölümleri sentezlenmiştir. Öneri olarak ileride yapılacak çalışmalarda bu veri tabanının internet ihtiyacı duyulmadan da kullanılabileceği belirtilmiştir (Uysal, 2017).

“Implementation of Turkish Text-To-Speech Synthesis On A Voice Synthesizer Card With Prosodic Features” adlı çalışmada; Türkçe bir metin sentezleyici bir ses sentezleyici kart kullanarak geliştirilmiştir. Bu sistemde, sesin hacim, ton, perde ve hız özellikleri geliştirilerek konuşmanın doğal ve daha kaliteli olması sağlanmıştır. Yapılan testlerde 5 üzerinden 3,29 anlaşılabilirlik puanı elde edilmiştir. Bu alanda çalışan araştırmacılara bu sistemin bir deneme ortamı şeklinde kullanılabileceği öneri olarak sunulmuştur (Tora vd., 2017).

“Elmas Hece Mühendislik Yöntemi ile Metin Seslendirme” adlı çalışmada; bir metin seslendirme sistemi geliştirilmiş ve 569 ses dosyası ile Arapça bir metin olan Kur’ân metninin seslendirilmesini sağlanmıştır. Bu sayede depolama açısından büyük oranda veri kazancı sağlandığı belirtilmiştir. Bu sistemin büyük oranda ses verisine ihtiyaç olmadan görsel ve yazılı ürünlerin tasarlanmasına alt yapı sağlayabilecek olması en önemli avantaj olarak nitelendirilmiştir (Köroğlu, 2019).

Metin seslendirme konusunda yapılan çalışmaların daha çok popüler dünya dilleri üzerine yapıldığı ve ülkemizde de daha çok Türkçe üzerine yapıldığı görülmektedir. Önder (2017) ve Köroğlu (2019) ise çalışmalarında Arapça üzerine Kur’ân-ı Kerim metnini esas almış ve bu tez çalışmasında Türkçe ’de de kullanılan evrensel manadaki hece (normal hece) mantığına göre uyarlaması gerçekleştirilerek bir metin seslendirme sistemi oluşturulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde Elmas Hece Mühendislik Yöntemi kullanılarak Kur'ân-ı Kerîm metnini seslendiren bir metin seslendirme çalışmasının normal heceye uyarlamasının ve normal heceye göre seslendirmesinin yapım aşamaları anlatılmıştır. Geliştirilen metin seslendirme sistemi ile Türkçe' deki hece yapısına göre elmas heceleri normal heceye uyarlayarak metin işaretleme ve bu işaretlenen metne karşılık gelen sesleri alarak konuşmanın üretilmesi gerçekleştirilmektedir. Geliştirme ortamı olarak Visual Studio ve programlama dili Visual C# kullanılarak bir metin seslendirme uygulaması yazılmıştır.

3.1. Metin İşleme Bölümünün Normal Heceye Uyarlanması

Elmas Hece - Normal Hece uyarlaması için öncelikle elmas hece mantığının ve Elmas Hece Mühendislik Yöntemi' nde kullanılan elmas hece algoritmasının anlaşılması gerekmektedir. Çünkü metin işleme bölümü seslendirilecek ayeti elmas hecelere ayırmakta ve uyarlama algoritması ile bu heceler normal heceye dönüştürülmektedir.

3.1.1. Elmas hece nedir?

Önder (2017), Elmas heceyi şu şekilde tanımlamıştır: “Kur'ân-ı Kerîm'i yeni öğrenenler ve orta düzeydeki okuyucular heceleyerek ve hatta kekeleyerek okumaktadır. Kekelerken: okunmayan harf, secavendler, uzatmalar vs. zihinden geçmektedir. Bu heceleme işlemi, Kur'ân-ı Kerîm ve Arapça yazı karakterlerine özel aşağıdaki adımları içermektedir.

1. Temel karakterin belirlenmesi,
2. Karakterin harekesine/harekelerine ve med (uzatma harfleri; elif, vav, ye) harflerine göre nasıl okunacağı, uzatılıp uzatılmayacağı
3. Seslendirilecek bir sonraki temel karakterle arada okunmayan harf ve secavend harfleri olup olmadığı,
4. Okunmayan harfler ve secavend harflerini de gözeterek ele alınan kısma bir ses atanması
5. Atanan sesin bir sonraki ses ile ilişkilendirilmesi

Bu ses atama işlemi yapıldığında bir sonraki ses ile ilişkilendirme yapılmadan vücuda gelen hem karakter grubu hem de ses karşılığı *Elmas Hece* olarak isimlendirilmiştir. Normal hece ve Elmas Hece arasındaki fark aşağıda gösterilmiştir.

بِسْمِ اللَّهِ

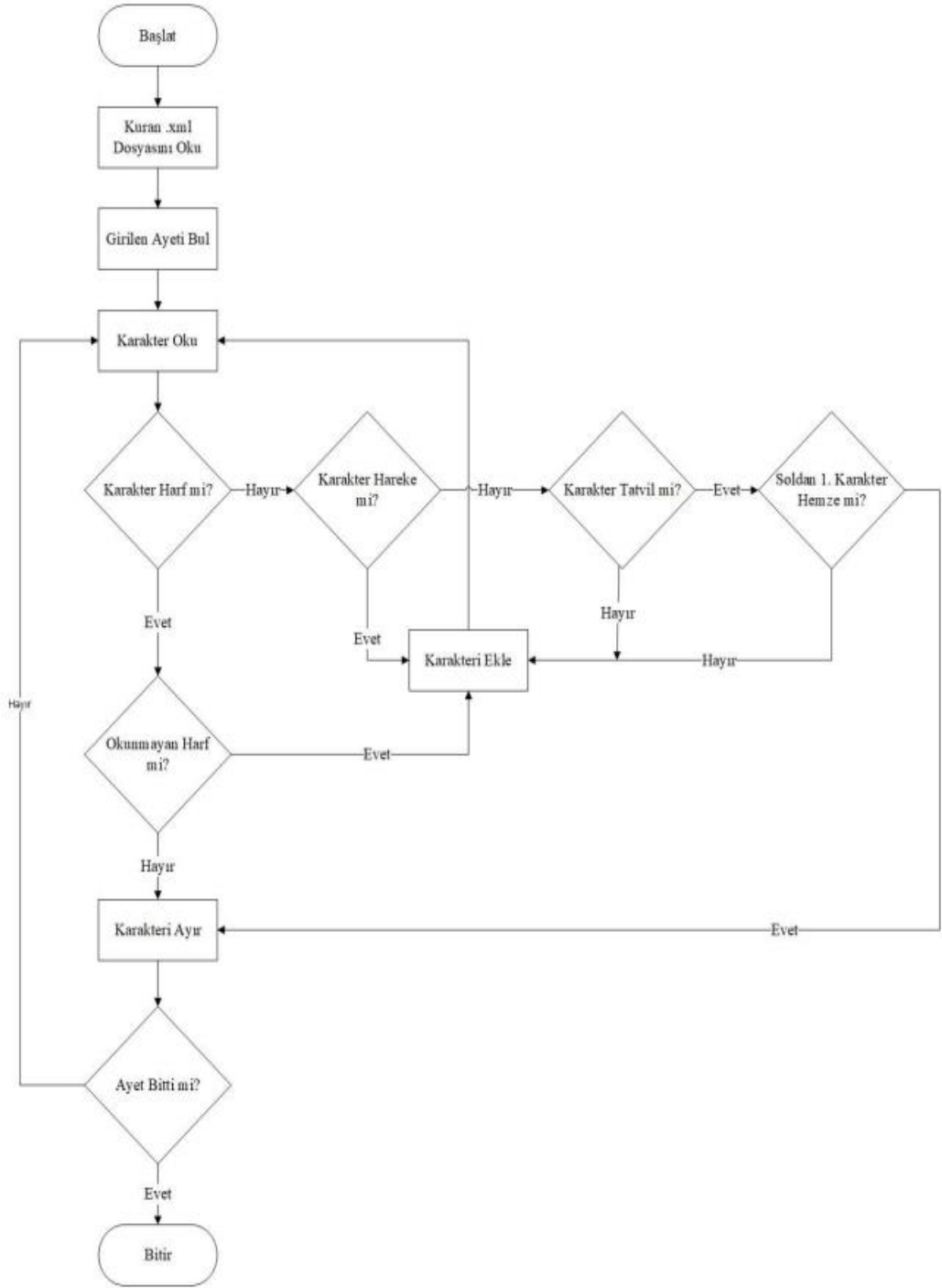
Normal Hece - بِسْمِ - مِ اللّٰ - ل - هـ

Elmas Hece - بِ - س - مِ - ال - ل - هـ

Bu işlemler sırasında ayet başından sonuna kadar duraksız ilerlendiği varsayılmaktadır. Zaten durulması lazım ve caiz olan noktalar ve bunu gösteren Secavend Harfleri elmas hece sonunu oluşturmaktadır.”

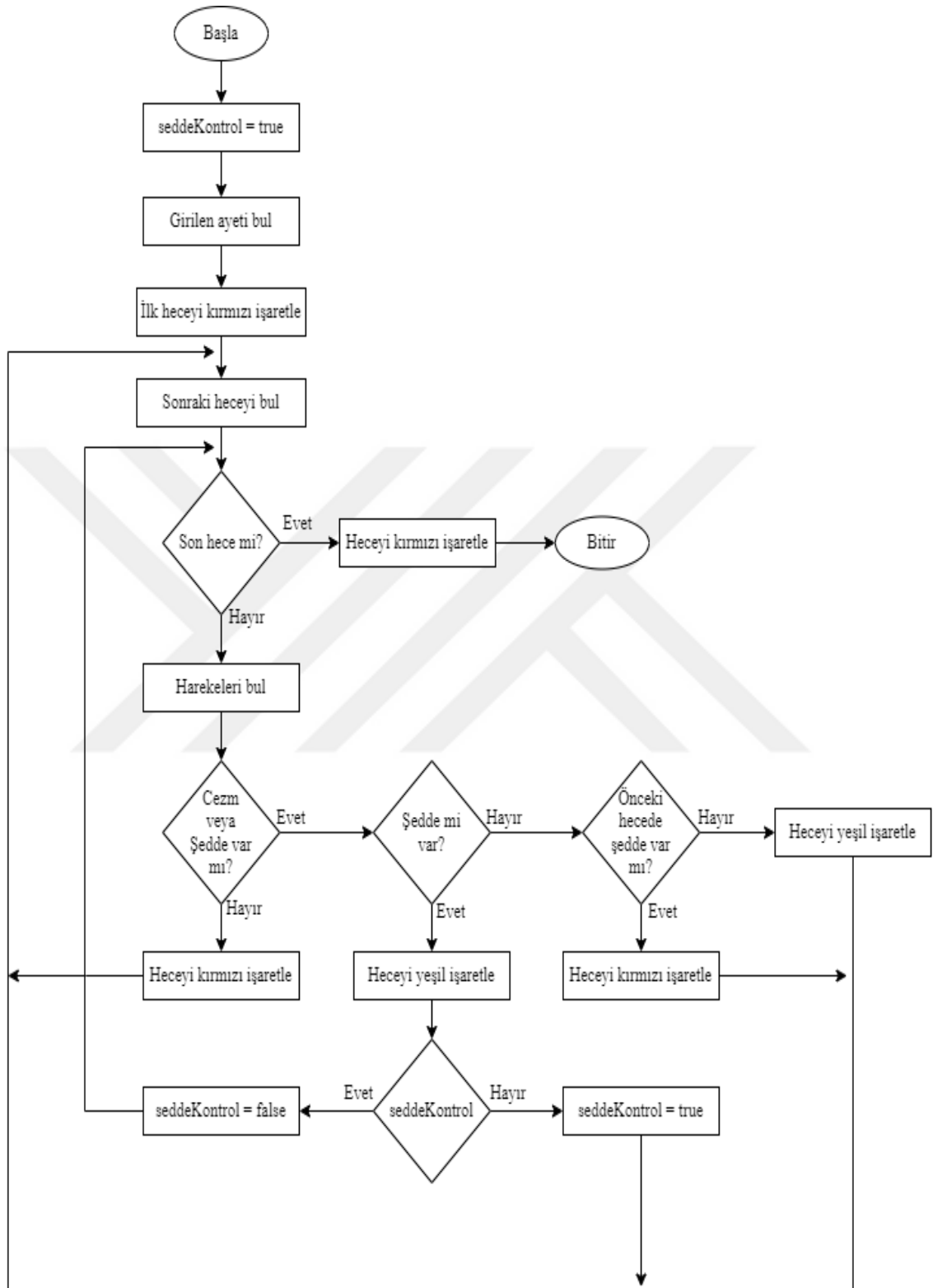
Köroğlu (2019) çalışmasında metin işleme bölümünde ayetlerin elmas hece mantığına göre metin seslendirme bölümüne hazırlandığını ve bunun otomatikleştirilmesi gerektiği için “Elmas Hece Algoritması” adı verilen bir algoritma geliştirildiğini belirtmiştir. Bu algoritma, xml formatındaki metinden seçilen ayeti okumakta ve sonrasında bu ayette yer alan karakterleri tek tek çözümleyerek belirlenen kurallar çerçevesinde ayeti elmas hece adı verilen hecelere ayırmaktadır. Bu heceler bir dizi değişkende tutulmakta ve bu değişken metin seslendirme bölümüne gönderilerek işlem tamamlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında Elmas Hece Algoritması geliştirilerek Kur’ân-ı Kerîm metninin evrensel manadaki hece ve Türkçe ’deki hece (normal hece) yapısına uygun bir şekilde metin işaretlemesi ve seslendirmesi yapılmış ve Elmas Hece - Normal Hece uyarlaması gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.1’ de Elmas Hece Algoritması verilmiştir.



Şekil 3.1 Elmas Hece Algoritması (Köroğlu,2019)

Elmas Hece - Normal Hece uyarlama algoritması ise Şekil 3.2’ de gösterilmektedir. Bu algoritma seçilen ayetteki elmas hecelere tek tek bakarak belirlenen kurallar çerçevesinde normal heceye göre metin işaretleme uyarlaması gerçekleştirmektedir.

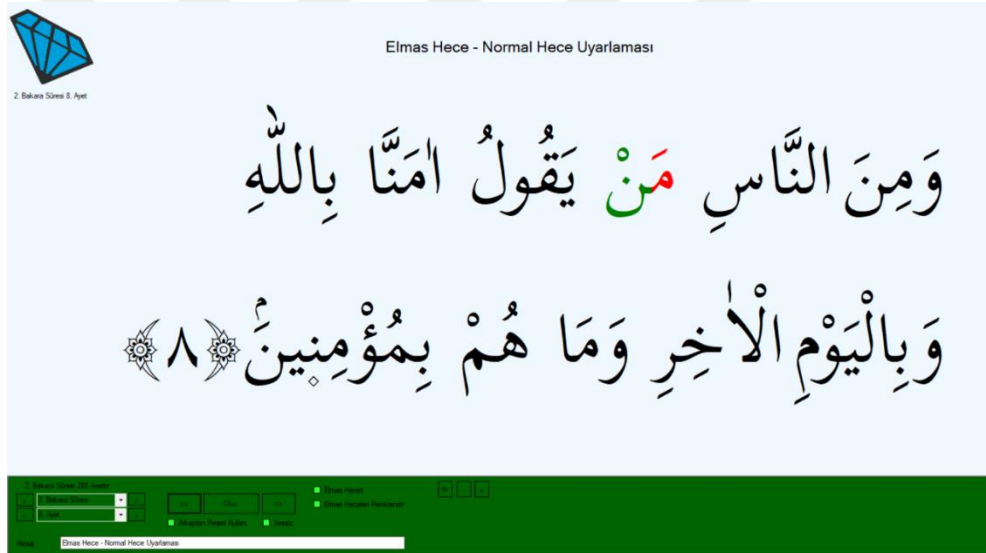


Şekil 3.2 Elmas Hece - Normal Hece Uyarlama Algoritması

3.1.2. Elmas hece - normal hece uyarlama algoritmasının çalışma prensibi

Uyarlama algoritması seçilen ayetin ilk elmas hecesini alarak harekelerini kontrol eder. Elmas hece cezm ya da şedde içermiyorsa normal hece olarak kabul edilir ve kırmızı renk ile işaretlenir. Sonraki elmas hece de cezm ya da şedde var ise yeşil renk ile işaretlenir. Eğer elmas hecede şedde var ise yeşil işaretlenir sonrasında cezm ya da şedde var ise sonraki elmas hece kırmızı işaretlenir. Ayetin son hecesi ise kırmızı renk ile işaretlenir. Bu şekilde metin işaretleme bölümü tamamlanır.

Bu uyarlama algoritması Visual Studio ortamında Visual C# programlama dili ile kodlanmış ve hayata geçirilmiştir. Geliştirilen uygulama yazılımının arayüzü Şekil 3.7’ de verilmiştir.



Şekil 3.3 Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması Program Arayüzü

Geliştirilen bu programın arayüzü 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar, içerik, logo ve kontrol paneli bölümleridir.

İçerik bölümünde, kontrol panelinden seçilen Sure ve Ayet bilgilerine göre istenilen ayet gösterilmektedir.

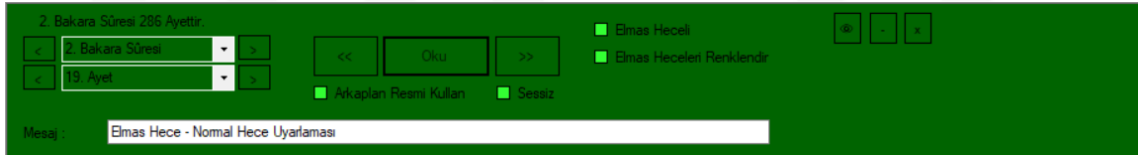
Logo bölümü, ekranın sol üst köşesinde yer almakta ve bu bölümünde programın logosu ve logonun altında içerik bölümünde gösterilen Sure ve Ayet bilgisi yer almaktadır. Logo

bölümünün bir özelliği de üzerine tıklanıldığında kontrol paneli gizli ise on gösterecek şekilde kodlanmış olmasıdır. Logo bölümü Şekil 3.8’ de gösterilmiştir.



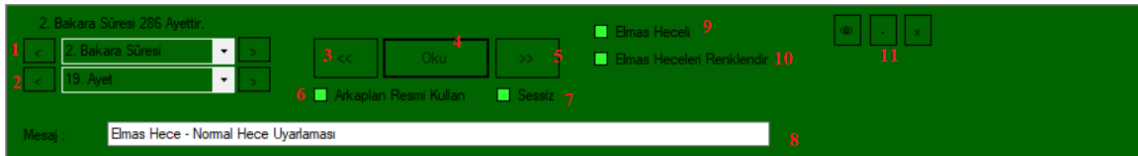
Şekil 3.4 Logo bölümünün gösterimi

Kontrol paneli, ekranın alt kısmında yer almaktadır. Bu panel, gizlenebilir ve fare ile hareket ettirilebilir özellikte kodlanmıştır. Bu sayede ekranda esnek ve estetik çalışmaya imkân sağlanmış sabit bir şekilde yer kaplamasının önüne geçilmiştir. Kontrol panelini gizlemek ve göstermek için Ctrl + 0 tuş kombinasyonu ya da panel üzerindeki göz simgesi tıklamak yeterlidir. Kontrol paneli Şekil 3.9’ da gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Kontrol panelinin gösterimi

Bu panelde kullanılan kontroller numaralandırılarak Şekil 3.10’ da verilmiştir.

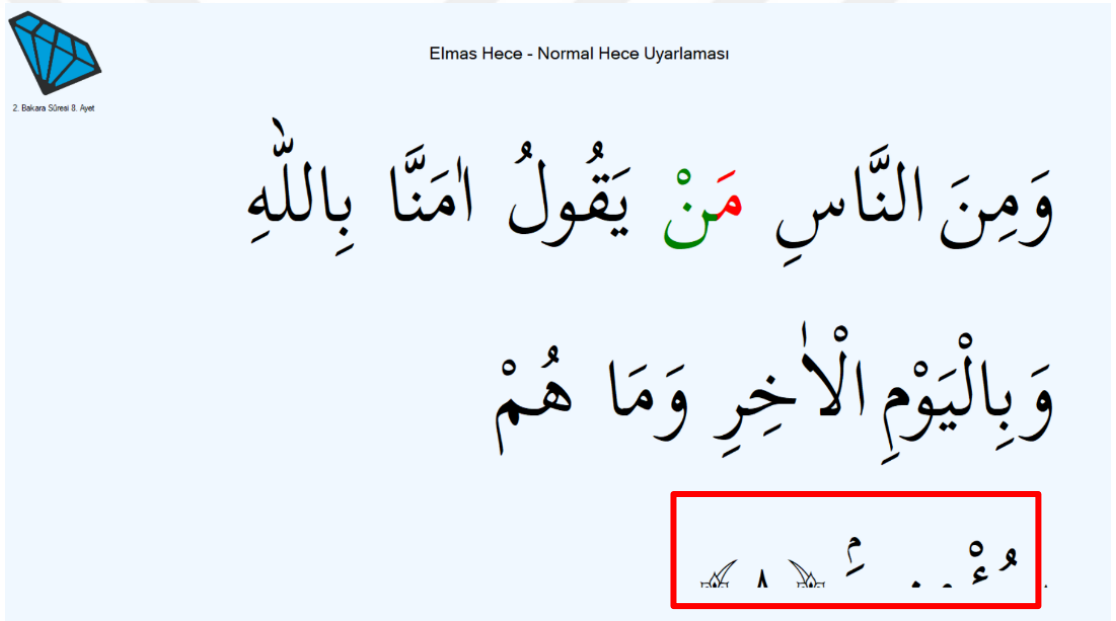


Şekil 3.6 Kontrol panelinin numaralandırılmış gösterimi

Kontrol panelinde yer alan 1 ile numaralandırılmış grup Sure seçimi için, 2 numaralı grup ise seçilen surenin ayet seçimi için kodlanmıştır. 3 ile numaralandırılış buton seçilen ayetin hece hece ilerlemesini sağlamaktadır. 4 numaralı Oku butonu seçilen ayeti seslendirmek için kodlanmıştır. 5 numaralı buton ise normal hece uyarlamasında bir

9 numaralı kontrol yani kontrol panelindeki Elmas Hece kontrolü seçili değil iken program elmas heceyi normal heceye uyarlayarak çalışmaktadır. 11 numaralı kontrol grubu ise soldan sağa doğru sırası ile kontrol panelini gizler, programı simge durumunda küçültür ve son kontrol ise programı kapatır.

Kontrol paneli gizli iken program klavye tuşları ile kontrol edilebilmektedir. Sol yön tuşu ile hece hece ilerleme, sağ yön tuşu ile de normal hece uyarlamasında hece hece geri gitme yapılabilir. Yukarı yön tuşu ile ayetin yazı büyüklüğü artırılmakta, aşağı yön tuşu ile ekrana sığmayan yazılar için yazı büyüklüğü azaltılabilmektedir. Örnek gösterim Şekil 3.9’ da işaretlenerek verilmiştir.



Şekil 3.9 Ekrana sığmayan ayet gösterimi

Yazı büyüklüğünün aşağı ok tuşu ile küçültülmüş gösterimi Şekil 3.10’ da verilmiştir.

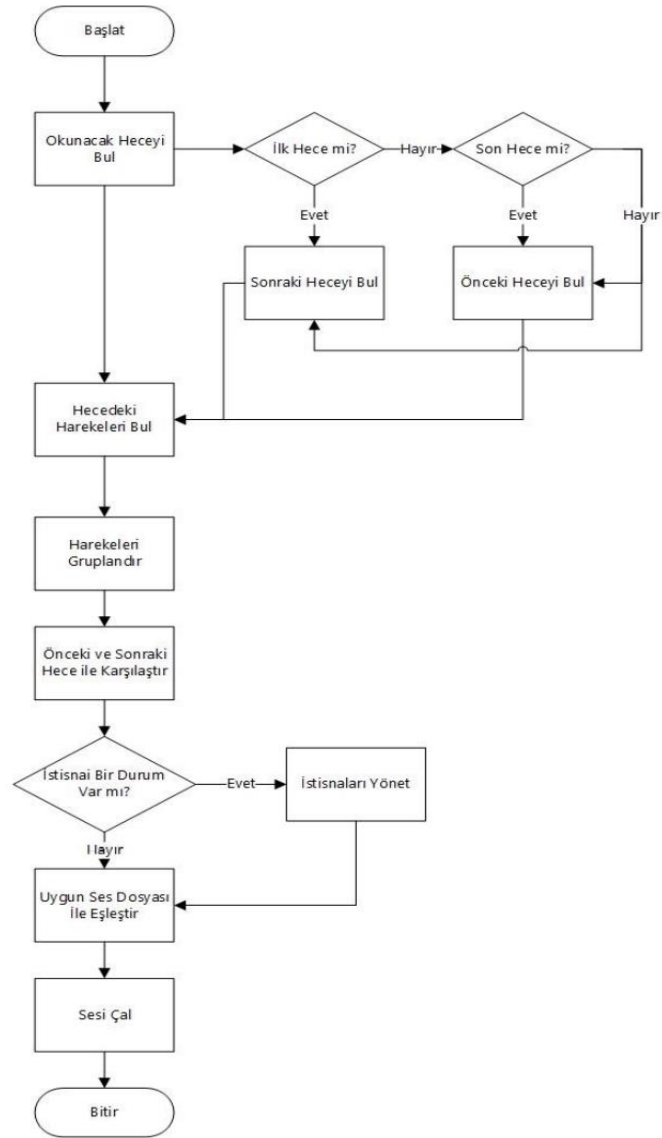


وَمِنَ النَّاسِ مَن يَقُولُ آمَنَّا بِاللَّهِ
وَبِالْيَوْمِ الْآخِرِ وَمَا هُمْ بِمُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Şekil 3.10 Yazı büyüklüğü ayarlanmış gösterim

3.2. Metin Seslendirme Bölümünün Hazırlanması

Bu bölümde metin işaretleme bölümünde hazırlanan metnin seslendirilmesi yapılacaktır. Köroğlu (2019) çalışmasında Elmas Hece Ses Alfabeti oluşturmuş ve bu seslerin kayıtlarını alarak bir ses veri tabanı oluşturmuştur. Ses veri tabanı oluşturulduktan sonra seslerle hecelerin senkron bir şekilde seslendirilmesi için bir algoritma geliştirmiştir. Bu seslendirme algoritması Şekil 3.11’ de verilmiştir.



Şekil 3.11 Elmas Hece Seslendirme Algoritması (Köroğlu,2019)

Elmas Hece seslendirme algoritmasının normal heceye uyarlamasında sonraki hecede istisnai durum olarak cezm var ise seslendirilecek heceye cezimli hece eklenecek eğer şedde var ise yine cezimli hali eklenecek ancak sonrasında şedde tekrarlanırken normal hece olarak seslendirilecektir. Kısacası Elmas Hece Seslendirme Algoritmasında önceki ve sonraki hecelere bakılırken Normal Hece Seslendirme Algoritmasında sadece sonraki heceye bakılıp istisnalar yönetilecektir.

Bu yöntemle metin işaretleme bölümünde işaretlenen hecelere karşılık gelen sesler ses veri tabanından alınarak seslendirme yapılacaktır.

4. BULGULAR

Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması ile bir Arapça metin olan Kur'ân-ı Kerîm metninin başlangıç düzeyindeki okuyucular için heceleyerek işaretlendirilmesi ve seslendirilmesi sağlanmıştır. Metin işaretleme yapılırken kırmızı ve yeşil olmak üzere iki renk kullanılmış ve heceleme belirgin hale getirilmiştir. Örnek gösterimler Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4' da verilmiştir.



Şekil 4.1 Birinci hece bis hecesinin gösterimi



Şekil 4.2 İkinci hece mil hecesinin gösterimi



Şekil 4.3 Üçüncü hece la hecesinin gösterimi



Şekil 4.4 Dördüncü hece hi hecesinin gösterimi

İki den fazla satır kaplayan ayetlerde hece hece ilerlerken ekranda titreme, kayma gibi yazılımsal sorunla karşılaşıldı. Bu sorun Şekil 4.5’ te ki kodlama ile çözüldü.

```
int indis = rtxt0ku.GetFirstCharIndexOfCurrentLine();
int line = rtxt0ku.GetLineFromCharIndex(indis) ;

SetLineIndex(rtxt0ku, line);

}

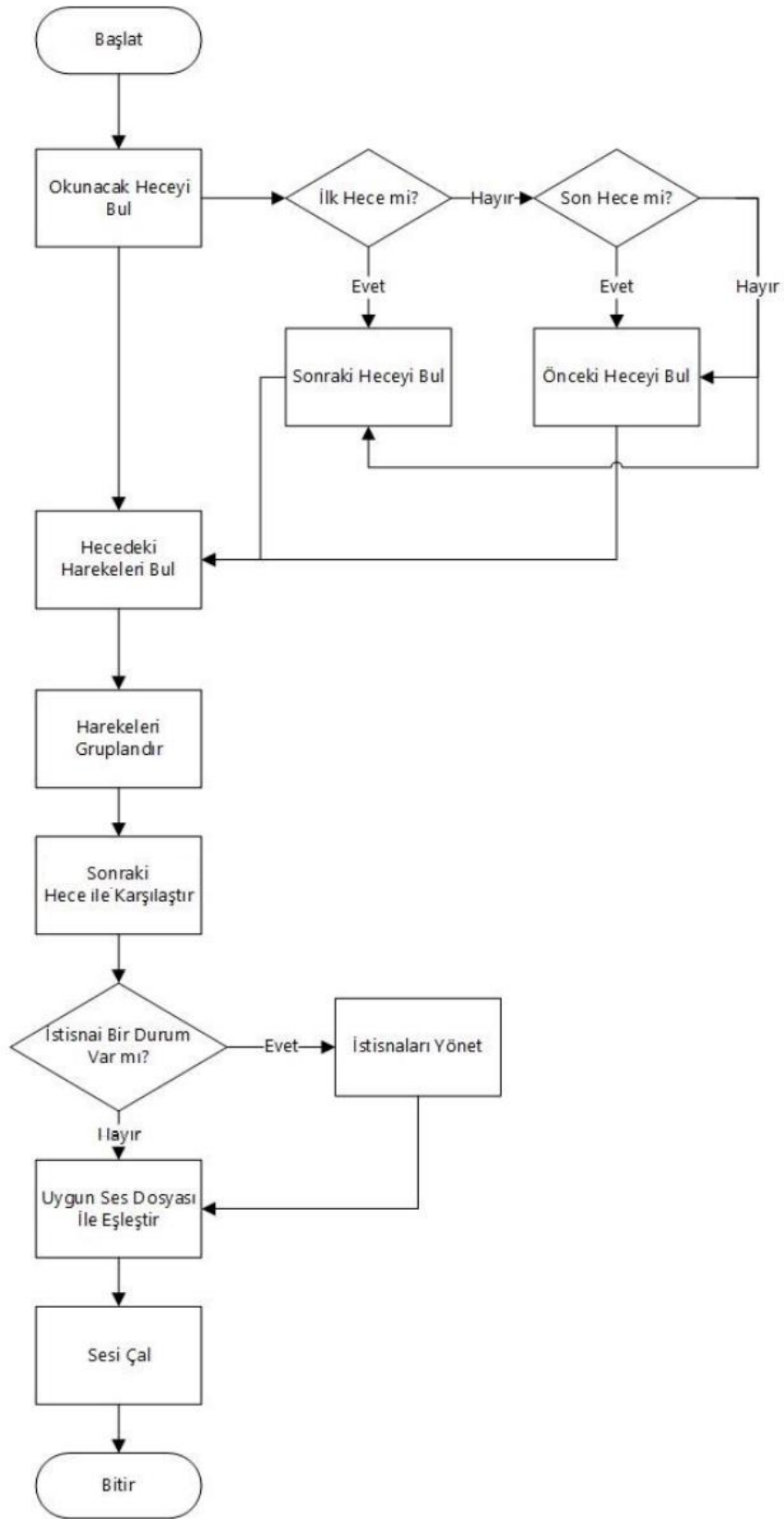
const int EM_GETFIRSTVISIBLELINE = 0x00CE;
const int EM_LINESCROLL = 0x00B6;

[DllImport("user32.dll")]
static extern int SendMessage(IntPtr hWnd, int wMsg, int wParam, int lParam);

void SetLineIndex(CustomRichTextBox tbx, int lineIndex)
{
    int currentLine = SendMessage(rtxt0ku.Handle, EM_GETFIRSTVISIBLELINE, 0, 0);
    SendMessage(tbx.Handle, EM_LINESCROLL, 0, lineIndex - currentLine - 1);
}
```

Şekil 4.5 Satır kayma sorununun çözümü

Seslendirme yapılırken bir adet ses kaydı alma gereksinimi doğmuştur. Sebebi ise istisnai bir durum olan Lafzatullah’ da (الله) yer alan Lam harfinin eğer kendinden önceki hecenin harekesi esre ise ince, üstün veya ötre ise kalın okunmasıdır. Bu sesin şeddesiz kalın hali ses veri tabanına eklenmiştir. Böylece, ses veri tabanında kayıtlı 570 ses ile hedeflenen seslendirme gerçekleştirilmiştir. Normal heceye uyarlamada kullanılan seslendirme algoritması Şekil 4.6’ da verilmiştir.



Şekil 4.6 Normal Hece Seslendirme Algoritması

5. SONUÇ

İnsan ile makineler arasındaki sözel iletişim konusu halen güncelliğini korumaktadır. Bu alanda yapılan çalışmaların daha popüler olan İngilizce, Fransızca gibi dünya dilleri üzerine yapıldığı, ülkemizde ise daha çok Türkçe metinden konuşma sentezleme olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu bağlamda Arapça metin üzerine seslendirme çalışmaları daha geri planda kaldığı açıktır.

Geliştirilen bu seslendirme sistemi ile Arapça metin olan Kur'ân-ı Kerim metni üzerinde elmas heceler Türkçedeki ve evrensel manadaki hece (normal hece) mantığına göre işaretlenmiştir. Böylece Elmas Hece - Normal Hece Uyarlaması gerçekleştirilmiştir. Başlangıç düzeyindeki okuyucuların Kur'ân-ı Kerim öğreniminde eğitim materyali olarak kullanımına hazır hale getirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada geliştirilen metin seslendirme sisteminin bazı değişiklikler yapılarak benzer dillere de uygulanabileceği düşünülmektedir.

Gelecekte, yapay zekâ yöntemleri kullanılarak metin seslendirme sisteminde iyileştirme yapmak, doğal bir konuşma elde edebilmek alternatif bir yol olarak değerlendirilebilir. Aynı zamanda ses tanıma özellikleri de eklenerek interaktif bir eğitim aracına dönüştürülebilir.

6. KAYNAKLAR

- Arık, G., 2011, Görme Engelliler İçin Bilgisayar Kullanımının Etkinleştirilmesi, Erişilebilirlik ve Bir Türkçe Hece Tabanlı Konuşma Sentezleme Sisteminin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü.
- Flanagan, J., 1972. Speech Analysis, Synthesis and Perception. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Karamahmet, T., 2015, Implementation Of Turkish Text To Speech Synthesis, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Atılım Üniversitesi.
- Klatt, D., 1987, Review of Text-to-Speech Conversion for English, Journal of the Acoustical Society of America, JASA, 82(3), 737- 793.
- Köroğlu, A., 2019, Elmas Hece Mühendislik Yöntemi ile Metin Seslendirme. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Önder, M., 2017, Kuran Eğitiminde Elmas Hece Mühendislik Yöntemi. (Yayın Aşamasında). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mekatronik Mühendisliği.
- Schroeder, M. R., 1972, Computer speech recognition, compression, synthesis, Berlin: Springer, (2), 26-27.
- Sel, İ., Hanbay, D. ve Karabatak, M., 2011, Beyin Bilgisayar Arayüzleri İçin Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi, Fırat Üniversitesi Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu, Bildiri Kitabı II, 2011 Elazığ, 273-276.
- Sel, İ., 2013, Türkçe Metinler İçin Hece Tabanlı Metinden Konuşma Sentezleme Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şentürk, T. ve Adalı, E., 2016, Türkçe Metin Seslendirme, Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 4 (1).
- Tekindal, B. ve Arık, G., 2012, Görme Engelliler için Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Yazılımı Geliştirilmesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 5 (3), 9-18.
- Tora, H., Uslu, İ. B. Ve Karamahmet, T., 2017, Implementation Of Turkish Text-To-Speech Synthesis On A Voice Synthesizer Card With Prosodic Features, Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A- Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik, 18 (3), 584- 594.
- Uslu, İ. B., 2010, Metinden Konuşma Sentezleme, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi Haber.
- Uysal, F., 2017, Eklemeli Sentezleyici Yöntemi Kullanılarak Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme, Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, A. E., 2009, Türkçe Metinden Konuşma Sentezleme Uygulamaları İçin Bir Veri Sözlük Seti ve Yazılım Çerçevesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24 (4), 735-744.
- Yılmaz, G. ve Yağcı M., 2022, Türkçe Metinden Konuşma Sentezlemeye Yönelik Yapılan Çalışmaların İncelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 10(1), 286 – 296.

7. ÖZGEÇMİŞ

