

Türkçe'deki seslerin süre özellikleri

Ömer Şaylı ve Levent M. Arslan
Boğaziçi Üniversitesi

Durations of the Turkish phonemes are investigated in this study using the high quality digital records of two adult male utterances. Three recording types were used: reading of just one-word, reading of a phrase and reading of a sentence. The recordings were labelled by looking at the changes of time-waveforms and formant frequencies. Durations of the Turkish phonemes and affecting factors on the durations are analyzed for both informants individually. Moreover, matching patterns between the duration of the phonemes produced by the two informants are also observed.

1. Giriş

Prof. Dr. Nevin Selen'in *'Söyleyiş Sesbilimi, Akustik Sesbilim ve Türkiye Türkçesi'* adlı çalışması (Selen, 1979) Türkçe sesbilimi ve Türkçe'deki seslerin süre özellikleri üzerine yapılmış öncü çalışmalardan biri olmakla beraber bu tür çalışmaların sayısı halen oldukça azdır. Bazı yabancı diller için ise o dillerdeki seslerin süre özellikleri hakkında yapılmış kapsamlı çalışmalar bulunmaktadır (Crystal ve House, 1988; House, 1961; Klatt, 1973; Klatt, 1976; O'Shaughnessy, 1984; Umeda, 1975, 1977; Van Santen, 1992). Bilgisayar biliminin ve dijital sinyal işleme yöntemlerinin hızlı gelişmeleri maliyeti geçmişe göre çok daha az donanım ve yazılımlar ile Türkçe'deki seslerin süre özelliklerinin incelenmesinde hızlı ilerlemeler yapma imkanı sunmaktadır.

Yaptığımız daha önceki çalışmada yetişkin bir erkek konuşmacının ses kayıtları kullanılarak Türkçe'deki seslerin süre özellikleri incelenmeye çalışılmıştı (Şaylı ve diğerleri, 2002). Bu çalışmada ise yeni bir konuşmacıdan alınan kayıtlar ile Türkçe'deki seslerin süre özellikleri çıkarılmakta ve sonuçlar ilk çalışmamızda bulunan süre özellikleriyle karşılaştırılmaktadır. Bu şekilde Türkçe'deki seslerin süre özellikleri hakkında genel yargılara gidilmeye çalışılmaktadır. Yaptığımız çalışmanın Türkçe sesbilgisine ve yazıdan sese çeviri yapan bilgisayarlı ses sentezi uygulamalarına katkıda bulunacağını düşünmekteyiz.

Makalede, Türkçe sesler, Türk Alfabesi'ndeki karşılıklarıyla temsil edilmektedir.

2. Kullanılan kayıtlar ve özellikleri

Bu bölümde çalışmada kullanılan kayıt tipleri, konuşmacılar tarafından okunan metinler, kayıt ortamları, kullanılan yazılımlar, kullanılan donanım ve kayıtların etiketlenmesi ile ilgili özellikler verilmeye çalışılacaktır.

2.1. Kayıt tipleri

Çalışmada Türkçe seslerin sürelerini incelemek için üç kayıt tipi kullanılmıştır. İlk kayıt tipinde konuşmacı her kayıta yalnızca bir sözcük (örneğin 'Giresun') söylemekte, durmakta ve diğer kayda geçilmektedir. İkinci kayıt tipinde her kayıta bir öbek (örneğin 'bakanlar kurulunun programı'), üçüncü kayıt tipinde ise her kayıta bir tümce (örneğin 'Adam kollarını kaldırdı.') okunmaktadır. Kayıtlar için iki yetişkin erkek konuşmacı kullanılmıştır. Makalede, ilk kayıt tipi 'tek-sözcük ortamı', ikinci ve üçüncü kayıt tipleri ise 'tümce/öbek ortamı' olarak adlandırılmaktadır. Süre analizi için iki yetişkin erkeğin kayıtları kullanılmıştır. Her iki konuşmacının da anadili Türkçe'dir ve İstanbul ağızıyla konuşmaktadırlar. Kayıtların alındığı zaman itibarıyla ilk konuşmacı 30 yaşındadır, yurtdışında (ABD'de) 7 sene bulunmuştur ve doktora derecesine sahiptir. İkinci konuşmacı 23 yaşındadır ve üniversite öğrencisidir.

Tek-sözcük ortamında ilk erkek okuyucuya ait 7898 kayıt (sözcük) bulunmaktadır. İlk erkek okuyucuya ait okunmuş öbek ve tümce kayıtlarının toplamı 205'dir (yaklaşık 1167 sözcük içermekte). Bu alanda yaptığımız daha önceki çalışma (Şayli ve diğerleri, 2002), ilk konuşmacı tarafından okunan kayıtlara dayanmaktaydı. İkinci erkek okuyucuya ait tek-sözcük ortamında okunmuş kayıtların (sözcüklerin) toplamı 653, öbek ve tümce kayıtlarının toplamı ise 5124'dür (yaklaşık 20982 sözcük içeren). Kayıtlarda okuyucudan okunacak yazıyı dikkatli okuması istenmektedir. Konuşmacılar tarafından okunan metinler aynı değildir.

2.2. Kayıt ortamı ile kullanılan donanım ve yazılımlar

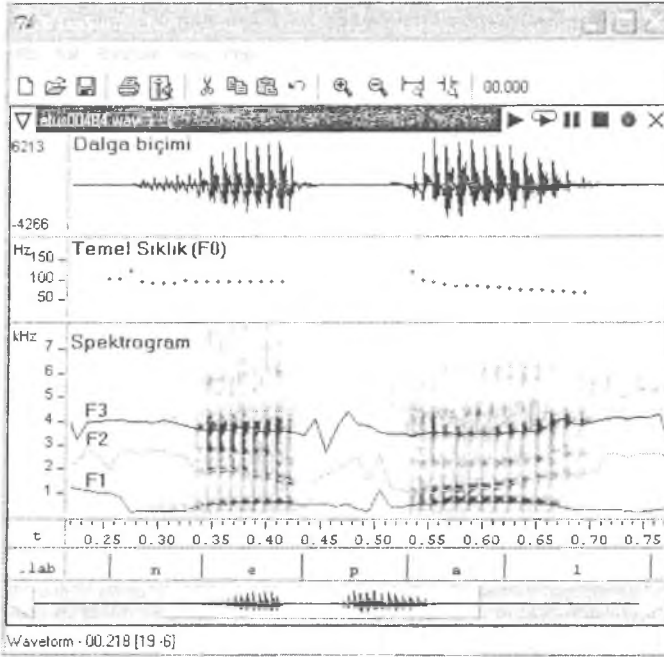
Konuşmacılardan alınan kayıtlar yüksek kalitede alınmıştır ve dijital ortamda kaydedilmiştir. Kayıtlar için kullanılan mikrofonun markası Sennheiser Dynamic'dir. İlk erkek konuşmacının kaydı sessiz ofis ortamında, ikinci erkek konuşmacının kaydı ise ses yalıtımlı laboratuvarında (GVZ akustik kayıt odası) alınmıştır.

Bu çalışmada ses kayıtları için kullanılan 'WavRec.exe' adlı program GVZ Ses Teknolojileri şirketine aittir. Ses kayıtlarının analizi için kullanılan programlar bir tez çalışması sırasında geliştirilmiştir (Şayli, 2002). Bu programlar ses kartına sahip IBM uyumlu bilgisayarlarda çalışabilmektedirler. Kayıtlar için kullanılan bilgisayar

Intel Pentium3 işlemcisine ve 1GHz saat hızına sahip olup IBM uyumludur. Kullanılan ses kartı Creative Sound Blaster Vibra 128'dir.

2.3. Ses Fiziği (Akustik Bilgisi)

Kayıtların etiketlenmesinde, ses şiddetinin zamana göre değişimini gösteren dalga biçimi (time waveform) ile zamana göre sesin sıklık (frekans) içeriğini gösteren ve çınlama sıklıklarının (formant frequencies) bulmamıza yardımcı olan spektrogramlardan faydalandı. Dalga biçimi, sesin oluşturduğu hava basıncının zamana göre değerini gösterir. Dalga biçimi 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.



Şekil 1. İkinci erkek konuşmacı tarafından tek-sözcük ortamında söylenen 'nepal' sözcüğünün dalga biçimi, temel sıklık, spektrogram ve etiket görüntüleri (grafikte zaman birimi saniyedir.)

Temel sıklık (fundamental frequency, pitch) sesin temel frekansdır (1 / temel periyod). Çınlama sıklıkları ise seslerin çıkarılması sırasında ses üretim mekanizmasının çınlama (resonance) yaptığı sıklıklardır. İlk üç çınlama sıklığı ünlüleri ayırt etmek için yeterlidir. Spektrumda ünlüler koyu renkli çınlama sıklıklarıyla kolayca fark edilebilmektedirler. Diğer bir deyişle çınlama sıklıkları, seslerin yoğun olarak enerji gösterdikleri sıklıklardır.

İkinci konuşmacı tarafından tek-sözcük ortamında söylenen 'Nepal' sözcüğünün elde edilen dalga biçimi, temel sıklık (F0 ile gösterilmekte), spektrogram çözümleme sonuçları ve yapılan etiketleme Şekil (1)'de gösterilmektedir.¹ Spektrogramda programın ilk üç çınlama sıklığı tahminleri de (F1, F2, F3) verilmektedir. Spektrogramda /a/ ve /e/ ünlülerinin çınlama sıklıkları koyu bantlar (yoğun enerji) ile seçilebilmektedirler. Görüldüğü gibi bu bantlar programın çınlama sıklığı tahmin çizgileriyle örtüşmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus sessiz kısımlarda ve ünsüzlerde (/p/ ve /l/, /n/'de kısmen doğru) programın yaptığı çınlama sıklığı tahminlerinin yanlış olmasıdır. Ayrıca /a/ ve /e/ ünlülerinin üçüncü ve ikinci çınlama tahminlerinin arasında koyu birer bant bulunmaktadır. Program üçüncü çınlama sıklığını tahmin ederken daha yoğun enerjiye sahip olanları seçmiştir.²

2.4. Etiketleme

Etiketleme, kayıta okunan seslere ait kısımların bulunması ve işaretlenmesidir. Örnek bir etiketleme Şekil (1)'de şeklin alt kısmında gözükmektedir. Kayıtların etiketlenmesinde dalga biçiminden ve spektrumdan faydalanıldı. Ayrıca etiketlenen kısımlar dinlenerek kontrol edilebilmektedir. Sesler etiketlenirken ses şiddetinin ve temel sıklıkların (tercihen aynı anda) değişim gösterdikleri yerlere dikkat edilmektedir. Ünlüler etiketlenirken ünlülerin spektrogramda kolayca farkedilen koyu bantlara (ınlama sıklıkları) sahip olmalarından faydalanıldı. Ünsüzlerin etiketlenmesinde ise daha çok dalga biçimindeki değişimlere dikkat edildi.

Etiketlemeden, seslerin sürelerinin bulunmasında faydalanılmaktadır. Etiketlenmiş kısmın sonu ve başlangıcı arasındaki süre farkı, etiketin ait olduğu sesin süresini vermektedir.

İki erkek konuşmacının etiketleme işlemleri -dilbilimci olmayan- farklı kişiler tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk konuşmacının etiketleme işlemi tek bir kişi tarafından, ikinci konuşmacının etiketleme işlemi birden çok ve ilk konuşmacıdan farklı kişiler tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk konuşmacıyı etiketleyen, ikinci konuşmacıyı etiketleyenleri eğitmiştir.

Etiketleme işleminde, /ğ/ ile temsil edilen ses için henüz bir standart geliştirilmediği için metinlerde geçen /ğ/ ile bu sembolün temsil ettiği sesin sağındaki ve solundaki sesler analiz dışı bırakılmıştır.

3. Ses sürelerini etkileyen etmenler

Seslerin sürelerini etkileyen bir çok etmen bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları söylenen ses, söylenen sesin çevresindeki sesler, hece/öbek/tümce vurguları, sözcük önemi (örneğin konuşmada verilmek istenen mesajla doğrudan ilgili bir sözcük değişik vurgularla ve entonasyonla söylenebilir), söylenen sesin sözcük/öbek/tümce içindeki konumu, konuşma hızı, temel sıklık, entonasyon ve konuşma anındaki duygulardır. Başka etmenlerin olduğu öne sürülmesine rağmen bunların etkileri bahsettiklerimize göre oldukça azdır (Crystal ve House, 1988).

Yaptığımız çalışmalarda her iki konuşmacı için elde edilen bazı temel etmen etkilerinden aşağıdaki gibi örnekler verilebilir:

- Söylenen ses: Söylenen sese göre süreler değişmektedir. Bazı seslerin sürelerinde (ortalama süreler) benzerlikler görülmüştür.
- Hece sayısı: Söylenen sesle içinde bulunduğu sözcüğün hece sayısı arasındaki ilişkiye bakıldığında hece sayısı arttıkça söylenen sesin ortalama süresinin düştüğü görüldü.
- Sözcük sayısı: Okunan tümcedeki sözcük sayısı arttıkça, tümce içinde geçen seslerin süreleri düşmekte.
- Sözcük içi konumu: Ünlüler ve ünsüzler için her iki konuşmacıda da genel olarak ortalama ünlü ve ünsüz süreleri sözcük sonunda en uzun ve sözcük ortasında en az olarak ortaya çıktı. Yalnız ikinci erkek konuşmacı için, tümce/öbek ortamındaki ünlülerin ortalama süreleri sözcük başında en uzun, sözcük sonunda daha az, sözcük ortasında en azdır.
- Tümce/öbek içi konum: Ünlüler ve ünsüzler için her iki konuşmacıda da genel olarak ortalama ünlü ve ünsüz süreleri tümce/öbek sonunda en uzun, tümce/öbek başında orta seviyede ve tümce/öbek ortasında en az olarak ortaya çıktı. Yalnız ikinci erkek konuşmacı için, tümce/öbek ortamındaki ünlülerin ortalama süreleri tümce/öbek başında en uzun, tümce/öbek sonunda daha az, tümce/öbek ortasında en azdır.

4. Seslerin ortalama süre özellikleri

Söylenen seslerin süre özellikleri araştırılırken, etiketlenmiş kayıtlar kullanılarak okunmuş harflerin karşılığı olan sesler bulundu. Bu bilgiler kullanılarak her ses için ortalama süre bilgisi hesaplandı. Örneğin /a/ ünlüsünün ilk konuşmacı için tek-sözcük ortamındaki ortalama süresi bulunurken, bu konuşmacı tarafından tek-sözcük ortamında okunan bütün /a/ ünlüleri bulundu ve sürelerinin ortalaması alındı. Bu bölümdeki sonuçlar seslerin ortalama sürelerine dayanmaktadır.

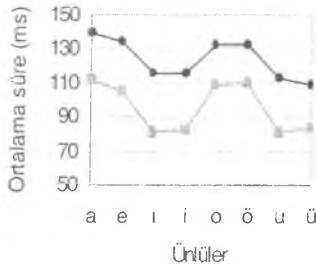
4.1. Ünlüler

Ünlüler için, her iki erkek okuyucu kullanılarak elde edilen ortalama süre bilgileri Şekil (2), (3), (4), (5) ve (6)'da gösterilmektedir. Her iki konuşmacıda da geniş ünlülerin (/a/, /e/, /o/, /ø/) ortalama süreleri dar ünlülerin (/ı/, /i/, /u/, /ü/) ortalama sürelerinden hem tek-sözcük ortamında hem de tümce/öbek ortamında daha uzundur. Bu yüzden, yalnız süre bilgisi hesaba katıldığında ünlüleri ortalama süreleri daha fazla olan geniş ünlüler ve ortalama süreleri daha kısa olan dar ünlüler diye iki sınıfa ayırabiliriz. Daha önceki çalışmamızda (Şaylı ve diğerleri, 2002) ilk konuşmacıyı kullanarak vardığımız bu yargıya yeni (ikinci) konuşmacıyla da varmamız, bu sınıflandırmanın varlığını güçlendirmektedir.

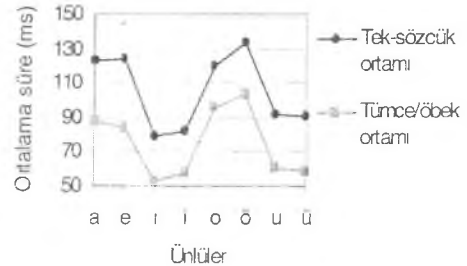
Her iki konuşmacı için de ünlülerin tümce/öbek ortamındaki ortalama sürelerinin tek-sözcük ortamındaki ortalama sürelerinden daha az olduğu gözlenmektedir.

İki konuşmacının ünlülerinin ortalama süreleri, Şekil (4) ve (5)'de karşılaştırılmıştır. İlk konuşmacının ünlülerinin ortalama süreleri ikinci konuşmacının ünlülerinin ortalama sürelerinden daha uzundur. Hem tek-sözcük hem de tümce/öbek ortamında iki konuşmacının dar ünlülerinin arasındaki ortalama süre farkı geniş ünlülerinin ortalama süreleri arasındaki farktan daha fazladır.

Şekil (2)'de ilk konuşmacı için, Şekil (3)'te ikinci konuşmacı için ünlülerin tek-sözcük ve tümce/öbek ortamındaki ortalama süreleri verilmektedir (1 ms saniyenin binde biridir).

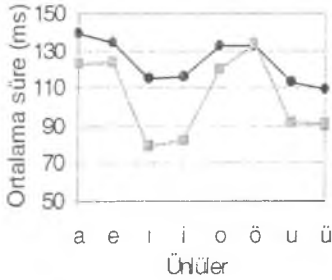


Şekil 2. İlk konuşmacı için ünlülerin ortalama süreleri

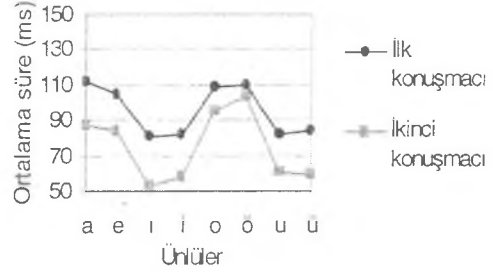


Şekil 3. İkinci konuşmacı için ünlülerin ortalama süreleri

Şekil (4)'te tek-sözcük ortamındaki ünlülerin her iki konuşmacı için ortalama süreleri verilmektedir. Şekil (5)'te ise tümce/öbek ortamındaki ünlülerin her iki konuşmacı için ortalama süreleri verilmektedir.



Şekil 4. Ünlülerin tek-sözcük ortamında ortalama süreleri



Şekil 5. Ünlülerin tümce/öbek ortamında ortalama süreleri

4.2. Ünsüzler

Ünsüzler için, her iki erkek okuyucudan elde edilen ortalama süreler Şekil (6), (7), (8) ve (9)'da gösterilmektedir. Şekil (8) ve (9)'dan daha iyi görülebileceği gibi ünsüzlerin süre özellikleri her iki konuşmacı arasında büyük benzerlikler göstermektedir. Bu yüzden ünsüzler için daha önceki çalışmamızda (ilk konuşmacıyı kullanarak) bulduğumuz sınıflandırma geçerliliğini birkaç değişiklik dışında korumaktadır. İlk yapılan çalışmamızda tek-sözcük ortamında ünsüzleri azalan ortalama sürelerine göre dört sınıfa ayırmıştık. Bu sınıflar (1-4)'te verildiği biçimdedir:

1. /s/, /ş/
2. /k/, /ç/ ve /j/
3. /p/, /t/, /f/, /z/ ve /n/
4. /b/, /d/, /g/, /c/, /v/, /h/, /m/, /l/, /r/, /y/

Aynı şekilde tek-sözcük ortamında ünsüzlerin azalan ortalama sürelerine göre ikinci konuşmacı için yaptığımız sınıflandırma aşağıdaki dağılımı göstermektedir.

- 1'. /s/, /ş/
- 2'. /ç/, /z/
- 3'. /c/, /f/, /j/, /k/, /p/, /t/
- 4'. /b/, /d/, /g/, /h/, /l/, /m/, /n/, /r/, /v/, /y/

İlk konuşmacı için tümce/öbek ortamındaki ünsüz sınıflandırılması aşağıda verilen üç sınıfın olduğunu göstermiştir.

- A. /ç/, /s/ ve /ř/
- B. /c/, /f/, /j/, /k/, /m/, /n/, /p/, /t/, /z/
- C. /b/, /d/, /g/, /v/, /h/, /l/, /r/, /y/

İkinci konuşmacı için ise tümce/öbek ortamındaki ünsüzler 4 sınıfa ayrılmıştır.

- A'. /s/, /ř/
- B'. /ç/, /f/, /j/, /k/, /p/, /z/
- C'. /c/, /h/, /m/, /t/
- D'. /b/, /d/, /g/, /l/, /n/, /r/, /v/, /y/

Göröldüğü gibi iki konuşmacının ünsüzlerinin sınıflandırma açısından farkı tümce/öbek ortamında daha büyüktür. Bunun nedeninin araştırılması gerekir.

Her iki konuşmacının ünsüz sınıfları arasındaki farklar tek-sözcük ortamında olduğu gibi genelde bir sınıftan bir üst sınıfa ya da bir alt sınıfa geçme, ya da tümce/öbek ortamında olduğu gibi arada az bir süre farkı olan yeni sınıf oluşması biçiminde görölmektedir. Bu sonuçlar bize yapılan bu deneysel sınıflandırmalardan genel sınıflandırmalara gidilmesi konusunda ümit vermektedir.

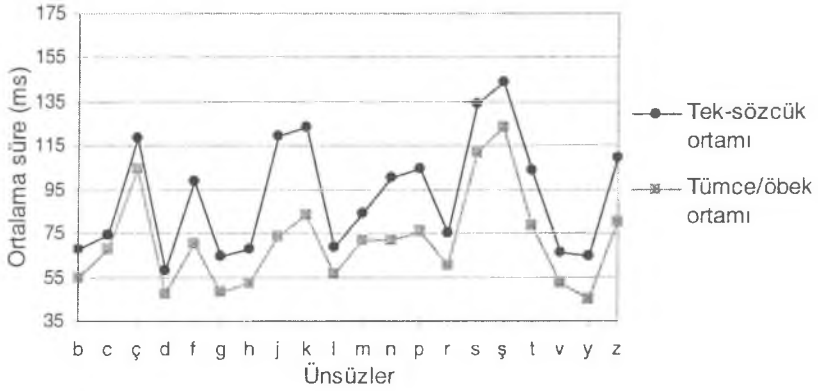
Her iki konuşmacının verilerine bakarak, ünsüzlerin ortalama süreleri açısından şu sonuçlar elde edilebilmektedir.³

- Ötümsüz patlamalıların (/p/, /t/, /k/), ötümsüz sızmalıların (/f/, /s/, /ř/) ve ayrıca /ç/, /j/ ve /z/ seslerinin ortalama süreleri diğer ünsüzlerinkine nazaran uzundur.
- Ötümlü patlamalıların (/b/, /d/, /g/), yarı ünlülerin (/r/, /y/, /l/), fısıltı sesinin (/h/) ve sürekli sızmalı /v/ sesinin ortalama süreleri diğer ünsüzlerinkine göre düşüktür.

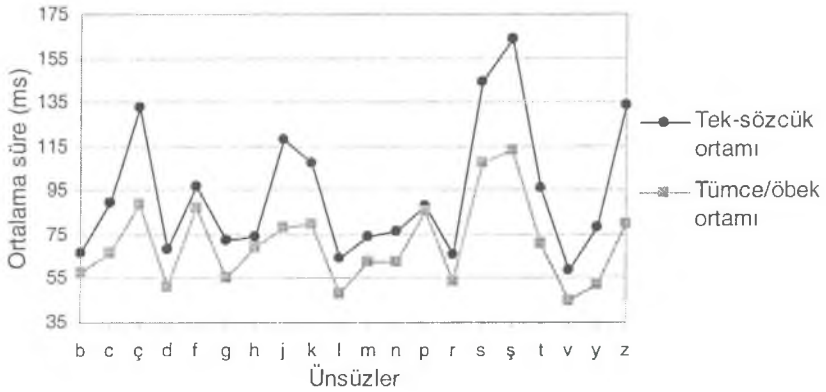
şekil (6) ve (7)'den göröldüğü üzere, ünlülerde olduğu gibi, tümce/öbek ortamında ünsüzlerin ortalama süreleri -her iki konuşmacı için de- tek-sözcük ortamından daha kısadır. Ünsüzlerin ortalama sürelerinin arasındaki sıralama ilişkisi tek-sözcük ve tümce/öbek ortamında genel olarak aynıdır.

İki konuşmacının ünsüzlerinin ortalama süreleri arasındaki benzerlik dikkat çekicidir (şekil (8) ve (9)).

Şekil (6) ve (7)'de ünsüzlerin tek-sözcük ve tümce/öbek ortamındaki ortalama süreleri verilmektedir (1ms saniyenin binde biridir).

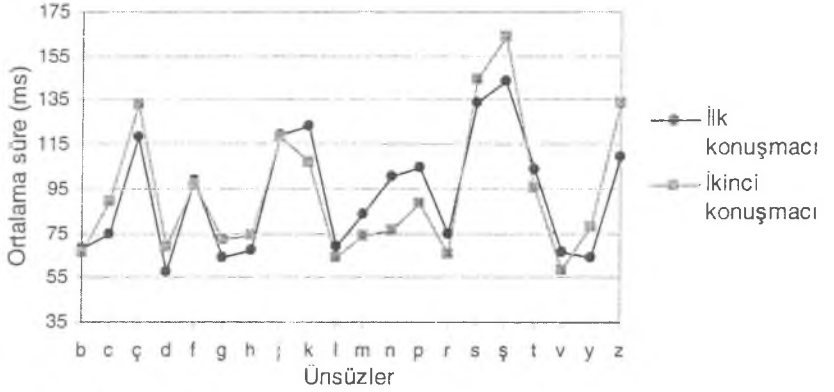


Şekil 6. İlk konuşmacı için ünsüzlerin ortalama süreleri

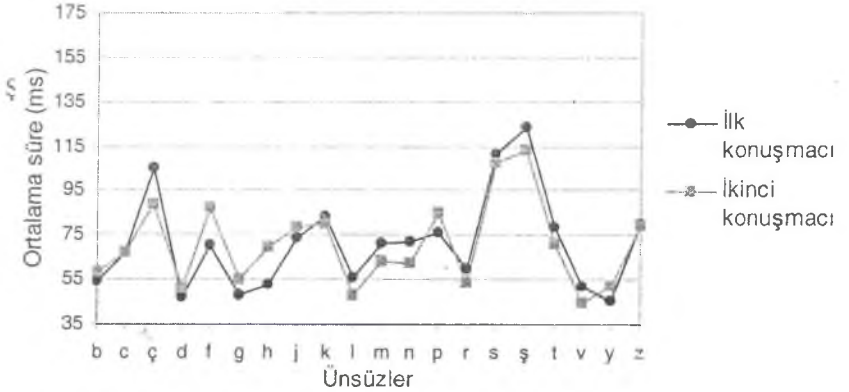


Şekil 7. İkinci konuşmacı için ünsüzlerin ortalama süreleri

İlgi çekici diğer bir nokta, Şekil (8) ve (9)'da grldğ gibi iki konuşmacının ünsüzlerinin sürelerinin arasındaki benzerliktir (1ms saniyenin binde biridir).



Şekil 8. Ünsüzlerin tek-sözcük ortamında ortalama süreleri



Şekil 9. Ünsüzlerin tümce/öbek ortamında ortalama süreleri

5. Sonuç

Bu çalışmada, ses süreleri üzerine elde ettiğimiz sonuçları özetlemeye çalıştık. Daha önce tek konuşmacıyla elde ettiğimiz bulguların yeni bir konuşmacıyla da görüldüğü tespit edildi. Bu bulguları temel olarak şu şekilde özetleyebiliriz.

- Ses sürelerini *etkilediğini bulduğumuz* etmenler: Söylenen ses, söylenen sesin çevresindeki sesler, söylenen sesin sözcük/öbek/tümce içindeki konumudur.
- Ünlüleri ortalama süreleri daha fazla olan geniş ünlüler ve ortalama süreleri daha kısa olan dar ünlüler diye iki sınıfa ayırabiliriz
- Ötümsüz patlamalılar (/p/, /t/, /k/), ötümsüz sızmalılar (/f/, /s/, /ʃ/) ile /ç/, /j/ ve /z/ seslerinin ortalama süreleri diğer ünsüzlerinkine göre uzundur.
- Ötümlü patlamalıların (/b/, /d/, /g/), yarı ünlülerin (/r/, /y/, /l/), fısıltı sesinin (/h/) ve sürekli sızmalı sesinin (/v/) süreleri diğer ünsüzlere göre düşüktür.

Daha önceki çalışmamızda (Şaylı ve diğerleri, 2002) bulduğumuz bulgulara yeni konuşmacıyla da varmamız (birkaç fark dışında), bizlere yapılacak yeni kayıtlarla (ayrıca iyi hazırlanmış metinlerle) seslerin süre özellikleri açısından yeni bulgulara ve genel sınıflandırmalara varabileceğimiz konusunda ümit vermektedir.

Tekrar belirtmemiz gereken nokta kayıtların etiketleme işleminin dilbilimciler tarafından yapılmamış olduğudur. Etiketlemenin dilbilimciler tarafından yapılması halinde bazı bulguların değişmesini beklemekteyiz.

Notlar

¹ Burada kullanılan 'Wavesurfer' ücretsiz ve kaliteli bir ses çözümleme programıdır. <http://www.speech.kth.se/wavesurfer> adresinden temin edilebilir.

² Ses fiziği ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler ses akustiği, fonetik ve ses fiziği ile ilgili kaynaklarda bulunabilir (örneğin Lieberman ve Blumstein, 1988; Hardcastle ve Laver, 1997).

³ Burada her sesin süre özelliğini vermek yerine her iki konuşmacı için ve her iki ortamda geçerliliğini koruyabilen sonuçlar verilmeye çalışılmaktadır.

Kaynakça

- Crystal, T. H. ve House, A. S. (1988). Segmental durations in connected-speech signals: Current results. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(4), 1553-1573.
- Demircan, Ö. (1979). *Türkiye Türkçesinin Ses Düzeni, Türkiye Türkçesinde Sesler*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- _____. (2001). *Türkçenin Ses Dizimi (Sesler, Sesbirimler, Ayırıcı Özellikler, Ses Değişimleri, Vurgu, Vurgulama, Ezgi, Ezgileme)*. İstanbul: Der Yayınları.
- GVZ Ses Teknolojileri Yazılım Hizmetleri A.Ş., <http://www.gvz.com.tr>
- Hardcastle, W. J. ve Laver, J. (haz.). (1997). *The Handbook of Phonetic Sciences*. Blackwell Publishers Ltd.

- House, A. S. (1961). On vowel duration in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 33, 1174-1178.
- Klatt, D. H. (1973). Interaction between two factors that influence vowel duration. *Journal of the Acoustical Society of America*, 54(4), 1102-1104.
- _____. (1976). Linguistic uses of segmental duration in English: Acoustic and perceptual evidence. *Journal of the Acoustical Society of America*, 59(5), 1208-1221.
- Lieberman, P. ve Blumstein, S. E. (1988). *Speech Physiology, Speech Perception, and Acoustic Phonetics*. Cambridge University Press.
- O'Shaughnessy, D. (1984). A multispeaker analysis of durations in read French paragraphs. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76(6), 1664-1672.
- Selen, N. (1979). *Söyleyiş Sesbilimi, Akustik Sesbilim ve Türkiye Türkçesi*. Ankara, Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Şaylı, Ö., Arslan, I., M. ve Özsoy, A. S. (2002). *Duration properties of the Turkish phonemes*. 11th International Conference on Turkish Linguistics, Gazimağusa, KKTC.
- Şaylı, Ö. (2002). *Duration analysis and modelling for Turkish text-to-speech synthesis*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.
- Umeda, N. (1975). Vowel duration in American English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 58(2), 434-445.
- _____. (1977). Consonant Duration in American English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 61(3), 846-858.
- Van Santen, J. P. H. (1992). Contextual effects on vowel duration. *Speech Communication*, 11, s. 513-546.
- *WaveSurfer* ses çözümleme programı, <http://www.speech.kth.se/wavesurfer>
- Yapanel, Ü. (2000) *Garbage modeling techniques for a Turkish keyword spotting system*, Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi.