

Özgün Araştırma

Konuşma Materyallerindeki Ünlülerin Frekans İçerikleri Açısından Anlaşılabilirliğe Etkilerinin Karşılaştırılması

Selhan Gürkan¹ 

Gönderim Tarihi: 19 Ocak 2023

Kabul Tarihi: 8 Mart 2023

Basım Tarihi: 30 Nisan, 2023
Erken Görünüm Tarihi: 27 Mart, 2023

Öz

Amaç: Bu çalışmada ünlülerinin frekans içerikleri açısından Türkçe tek heceli konuşma materyallerinin anlaşılabilirliklerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Ünsüz-ünlü-ünsüz biçimindeki tek heceli anlamlı konuşma materyallerinin yüksek frekans enerjileri farklı düzeylerde süzülerek filtrelenmiş türevleri oluşturuldu. Bu materyaller ve türevleri normal işiten genç yetişkinlere dinletilerek her birinin anlaşılabilirlik oranı belirlendi. Farklı filtre düzeylerinden elde edilen anlaşılabilirlik oranları kullanılarak materyallerin spektrumlarındaki yüksek frekanslı bölgelerin anlaşılabilirlik açısından önem değerleri hesaplandı. Tüm materyaller içerdikleri ünlülere göre gruplandırılarak grupların yüksek frekans önem değerleri istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırıldı.

Bulgular: Tek yönlü varyans analizine göre ünlüler arasında yüksek frekans önem puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Grupların yüksek frekans önem puanlarına dayalı yapılan ikili karşılaştırmalarda /a/, /o/ ve /u/ grupları arasında anlamlı bir fark bulunmazken her birinin /e/, /i/ ve /ı/ gruplarından farklılaştığı, /e/, /i/ ve /ı/ grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıktı. Diğer taraftan /ü/ ve /ö/ gruplarının yüksek frekans önem puanlarının hiçbir gruptan anlamlı olarak farklılaşmadığı görüldü.

Sonuç: Bu çalışmanın sonucuna göre /a/, /o/ ve /u/ ünlülerinin alçak frekanslılar, /ü/ ve /ö/ ünlülerinin orta frekanslılar ve /ı/, /i/ ve /e/ ünlülerinin yüksek frekanslılar olarak kategorize edilmesi önerilebilir. Bu kategorizasyon özellikle konuşma listelerinin kısaltılmış versiyonlarında listeler arasında daha geçerli bir fonemik dengeleme yapabilmek için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Konuşma odyometrisi, fonemik dengeleme, tek heceli konuşma testleri, konuşma materyalleri

¹Selhan Gürkan (Sorumlu Yazar). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Odyometri Bölümü ve Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi, KBB Anabilim Dalı, Odyoloji Ünitesi, İzmir, Türkiye. Tel: +9002324123290, e-posta: selhangurkan@deu.edu.tr

Original Research

Comparison of the Effects of Vowels in Speech Materials on Intelligibility in Terms of Their Frequency Components

Selhan Gürkan¹ 

Submission Date: 19th January, 2023

Acceptance Date: 8th March, 2023

Pub.Date: 30th April, 2023

Early View Date: 27th March, 2023

Abstract

Objectives: In this study, it was aimed to compare the effects of vowels on the intelligibility of Turkish monosyllabic speech materials in terms of their frequency content.

Materials and Methods: The high-frequency energies of the speech materials comprised of monosyllable meaningful words in consonant-vowel-consonant format were filtered so that their filtered derivatives were generated. These materials and their derivatives were presented to normal-hearing young adults, and the intelligibility rates of each material were determined. The significance values of the high-frequency regions in the spectra of the materials in terms of intelligibility were calculated using their intelligibility rates obtained from different filter levels. All materials were grouped according to their vowel content, and the high-frequency significance values of the groups were compared statistically.

Results: According to a one-way analysis of variance, there was a statistically significant difference between the vowel groups in terms of high-frequency significance scores. In the pairwise comparisons based on high-frequency significance values of the groups, there was no significant difference between the /a/, /ɔ/ and /u/ groups, but each differed from the /ε/, /i/ and /w/ groups. On the other hand, the high-frequency significance values of the /y/ and /œ/ groups did not differ significantly from any group (vowels are transcribed with the International Phonetic Alphabet).

Conclusion: According to the results of this study, it can be suggested to categorize /a/, /o/ and /u/ vowels as low-frequency, /y/ and /w/ vowels as mid-frequency and /w/, /i/ and /ε/ as high-frequency vowels. This categorization may be used to make a more proper phonemic balance between lists, particularly in shortened versions of speech lists.

Keywords: *Speech audiometry, phonemic balance, monosyllabic speech tests, speech materials*

¹**Selhan Gürkan (Corresponding Author).** Dokuz Eylül University, Vocational School of Health Services, Department of Audiometry and Dokuz Eylül University Hospital, Department of Otorhinolaryngology, Audiology Unit, İzmir, Türkiye. Tel: +9002324123290, e-mail: selhangurkan@deu.edu.tr

Giriş

Sensörinöral işitme kaybının konuşmayı anlamadaki bozucu etkisi işitmenin telafi edildiği durumlarda da görülmektedir (CHABA, 1998; Harris ve Swenson, 1990). Sensorinöral işitme kaybının derecesi her ne kadar konuşmayı anlama becerisi hakkında öngörü sağlasa da bireylerin sözel iletişim kapasiteleri hakkında en kapsamlı bilgiye konuşma odyometrisi ile ulaşılmaktadır. Bu nedenle konuşma odyometrisi ve testleri günümüzde sensorinöral işitme kayıplı bireylerin konuşmayı anlama kapasitelerini ve zorluklarını değerlendirmede kullanılan en önemli enstrüman olarak görülür (Jerger ve diğ., 1991; Kreul ve diğ., 1969).

Konuşma odyometrisinde kullanılan testlerin geliştirilmesinde kullanılmak üzere çeşitli standartlar geliştirilmiştir. ISO (International Organization for Standardization) ya da ANSI'de (American National Standards Institute) yayınlanan bu standartlar bu testlerin güvenilirliğini, tutarlılığını ve geçerliliğini arttıracak için test materyallerinin bu standartlara uyması önemlidir. Tek heceli konuşma testlerinin geliştirilmesinde kullanılan önemli bir standart fonemik dengelemedir. Fonemik dengelemenin önemli bir hedefi test listeleri arasında fonetik kaynaklı farklılıkları azaltmaktır. Bu standart özellikle sensörinöral işitme kayıplıların test sonuçlarında listeler arasında tutarlılığın sağlanmasında, dolayısıyla testin geçerliliğinde oldukça önemlidir. Çünkü, sensörinöral işitme kayıplı bireylerin konuşmayı anlama performanslarının önemli bir belirleyicisi fonemik ayırt etmedir. Fonemik ayırt etmede sensörinöral işitme kayıplı bireyin işitme kaybının derecesi, konfigürasyonu, işitsel yoksunluk süresi ya da yaş gibi birçok bireysel faktörün işitilen sözcükteki fonemlerin fonetik özellikleriyle etkileşimi söz konusudur (Hudgins ve diğ., 1947; McArdle, 2009).

Fonemler bir sözcüğün başka bir sözcükten ayrımını sağlayan en küçük yapı taşlarıdır ve fonemik özellikler daha çok bunların bireyde nasıl algılandığıyla ilişkilidir. Diğer taraftan fonemik dengeleme konuşma materyallerinin fonetik özelliklerine göre yapılmaktadır. Listeler arası dengelemelerde konuşma materyallerini oluşturan ünlü ve ünsüz fonemlerin fiziksel ve yapısal özellikleri gözetilir (Hudgins ve diğ., 1947; Jerger, 2008; Kreul ve diğ., 1969; McArdle, 2009; Vanpoucke ve diğ., 2022). Listeler arası güçlü bir fonetik dengeleme için konuşma materyali sayısının artırılmasına ihtiyaç duyulmakta, ancak bu durumda da testin uygulama süresi artmaktadır. Örneğin Türkçe için geliştirilen Dokuz Eylül Sözcük Tanıma Testi'nin her biri 50 konuşma materyalinden oluşan 4 ayrı listesi ve her bir listenin 25 materyalden oluşan 2 ayrı kısa formu bulunmaktadır (Durankaya ve diğ., 2014).

Bir konuşma materyalinin frekans spektrumunun yüksek bölgeleri alçak geçirgen filtreleme ile çıkartıldığında sensörinöral işitme kaybına benzer bir etki ortaya çıkar (Bornstein

ve diğ., 1994; Fabry ve Van Tasell, 1986; Farrer ve Keith, 1981; Walden ve diğ., 1981). Filtrenin kesme frekansı düşürüldükçe konuşma materyallerinin frekans spektrumu darlaşır ve anlaşılabilirlikleri azalır (French ve Steinberg, 1947). Konuşma seslerinin enerji spektrumu yüksek frekanslarda 10 kHz'i aşar (Byrne ve diğ., 1994; Yüksel ve Gündüz, 2018). Ancak günlük sözel iletişimi fonemik olarak dengeli şekilde temsil eden konuşma materyallerinin alçak geçiren filtrenin 4 kHz'in altına inmediği müddetçe anlaşılabilirlik pek etkilenmez (French ve Steinberg, 1947). Bunun nedeni konuşma materyallerinin frekans spektrumlarında içerdikleri fazlalık bilgisidir (Hopkins ve Moore, 2010). Diğer taraftan yüksek frekans filtreleme her konuşma materyalinin anlaşılabilirliğini aynı oranda etkilemez. Çünkü konuşma materyallerinin frekans spektrumlarındaki fazlalık bilgileri birbirinden farklıdır.

Yüksek frekans filtreleme ile konuşma materyallerinin enerji spektrumlarındaki fazlalık bilgi psikometrik yöntemlerle saptanabilir. Başka bir deyişle, konuşma materyalleri farklı düzeylerde filtrenip materyallerin anlaşılabilirlik için önemli olan frekans sınırları tespit edilebilir. Bu materyaller içerdikleri fonemlere göre gruplandırılıp karşılaştırılarak o fonemlerin anlaşılabilirliğe etkileri hakkında da bilgi edinilebilir. Bu çalışmada konuşma materyallerinin fonemik dengelemesinde kullanılmak üzere fonetik incelemeye dayalı yapısal bir yöntem alternatif olarak psikometrik bir yöntem geliştirilmesi, bunun için konuşma materyallerinin anlaşılabilirlikleri ile spektrumları arasındaki ilişkiye ait psikometrik fonksiyonlarının çıkartılması ve ünlülerin anlaşılabilirliğe etkileri açısından birbirleriyle karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem

Çalışma, kesitsel araştırmadır. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu'nda yürütülmüştür. Çalışma öncesinde Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı (karar numarası: 2023/02-17) alınmıştır.

Katılımcılar

Katılımcılar 18-30 yaş arası normal işiten genç yetişkin (Wilber, 2007) 62 bireydi (28 erkek, 34 kadın; yaş ortalaması: 19,69±3,93). Bireyler Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu öğrencileri ve çalışanları arasında gönüllü olanlardan seçildi. Bireyler arasında konuşma materyallerinin bilinebilirliğinin kontrolü için bu okulda yer alan Odyometri programı öğrencileri çalışmaya dahil edilmedi. Bireylerin işitsel sistemin bir hastalığını düşündürtecek öyküleri yoktu. Saf ses odyometri testlerine göre 250 Hz-8000 Hz

arası tüm oktav ve yarım oktav frekanslarda her iki kulakta işitme eşikleri 15 dB HL ya da altındaydı. Konuşma testlerinde sözcük tanıma puanları %92 ve üzeriydi.

Konuşma Materyalleri

Konuşma materyali olarak Durankaya ve arkadaşları tarafından geliştirilen tek heceli konuşma testi kullanıldı (Durankaya ve diğ., 2014). Toplamda fonemik olarak dengelenmiş 3 listeden oluşan bu testin her bir listesinde 50 adet konuşma materyali bulunuyordu. Bu kayıtların özellikleri şu şekilde sıralanabilir: Materyalleri oluşturan sözcükler bilinebilirliği yüksek, anlamlı tek heceli sözcüklerden seçilmişti. Sözcükler ünsüz-ünlü-ünsüz dizilimine sahipti. Bu sözcükler diksiyon eğitimi almış erkek bir tiyatro sanatçısı tarafından seslendirilmişti. Tüm kayıtlardan elde edilen uzun dönem averajlanmış konuşma spektrumuna göre seslendiricinin temel frekansı 105 Hz idi. Kayıtlar PCM wav formatındaydı. Her bir kaydın 4000 Hz, 3000 Hz, 2000 Hz, 1500 Hz ve 1000 Hz kesme frekanslarıyla alçak geçiren filtrelenmiş 5 ayrı türevi üretildi (Rosen ve ark, 1993). Filtreleme işlemi bir bilgisayara yüklü Adobe Audition CC 2018 programı kullanılarak, 8192 FFT boyutlu ve Blackman pencere fonksiyonuyla dik eğimli gerçekleştirildi. Tüm kayıtlar -14 dB FS seviyesine normalize edildi.

Materyallerinin yüksek frekans önem değerlerinin belirlenmesi

Orijinal formlarından ve filtrelenmiş 5 türevinden oluşan 900 materyal katılımcılara Otometrics, Madsen Astera 2 (Danimarka) klinik odyometre kullanılarak supra-aural kulaklıklarla ses yalıtımlı bir odada dinletildi. Kayıtlar katılımcıların konuşmayı alma eşiklerinin 40 dB üzerinde seviyede ve karışık sırada sunuldu. Yorgunluk etkisinin kontrol edilebilmesi için ölçümler iki oturumda gerçekleştirildi.

Katılımcılardan duydukları sözcükleri tekrarlamaları istendi. Doğru tekrar edilen kayıtlar için puan verilmezken hatalı tekrar edilen kayıtlara 1 puan verildi. Her bir materyalin 5 adet filtreli türevine ait yüzdelik hata puanları hesaplandı. Bu değer o materyalin anlaşılabilirlik için gerekli yüksek frekans önem değeri olarak tanımlandı. Buna göre bir materyalin anlaşılabilirliği için gerekli olan yüksek frekans öğeleri fazla ise bu değer görece olarak yüksek elde ediliyordu.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 25.0 programı kullanılarak yapıldı. Ünlülerin yüksek frekans önem değerlerinin karşılaştırılması için materyaller içerdikleri ünlülere göre 8 gruba ayırdı. Buna göre /a/ grubunda 26, /e/ grubunda 22, /ı/ grubunda 15, /i/ grubunda 20, /o/ grubunda 18, /ö/ grubunda 16, /u/ grubunda 17 ve /ü/ grubunda 16 sözcük yer alıyordu.

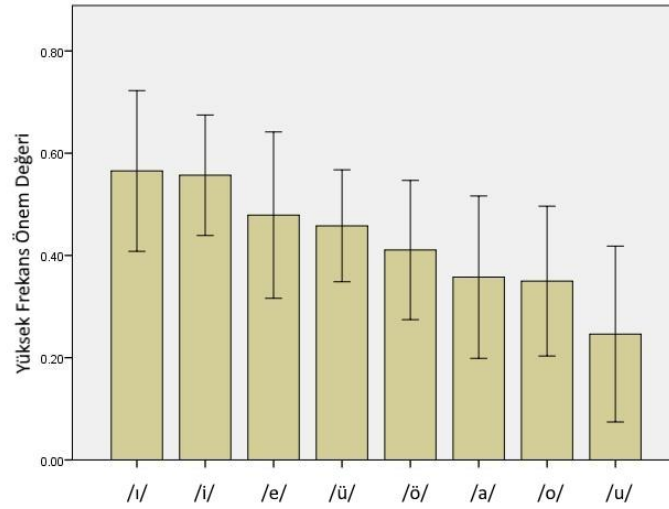
Gruplar, içerdikleri sözcüklerin ünsüzleri açısından özdeş değildi. Bu farklılığın önem değeri açısından fark yaratıp yaratmadığını sınamak için 150 materyal içerdikleri 20 adet ünsüze göre gruplandırıldı (/j/ ünsüzü hiçbir materyalde kullanılmamıştı). Her bir ünsüz grubunun yüksek frekans önem değerlerinin ortalaması alınarak o ünsüze ilişkin yüksek frekans önem değeri belirlendi. Materyaller, bu değerler kullanılarak içerdikleri ünsüzlere göre puanlandırıldı ve tek yönlü varyans analizi ile ünlü gruplar arasında farklılık olup olmadığı test edildi. Analize göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı, $F(7; 0,049) = 1,615; p = 0.133$.

Konuşma materyallerinin filtreleme ile birlikte anlaşılabilirliklerinde meydana gelen değişimin istatistiksel olarak karşılaştırılması verinin normal dağılım sergilememesinden ötürü Freidman Varyans Analizi ile, analiz sonrası ikili karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile gerçekleştirildi. Ünlü grupların yüksek frekans önem puanları Shapiro-Wilk's Testine göre normal dağılım sergiliyordu ($p > 0,05$). Ünlü grupları, içerdikleri materyallerin yüksek frekans önem değerlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı tek yönlü varyans analiziyle istatistiksel olarak test edildi. Çoklu ikili karşılaştırmalar Tukey HSD Testi ile gerçekleştirildi. Anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kabul edildi.

Bulgular

Konuşma materyallerinin filtreleme ile anlaşılabilirliklerinde meydana gelen değişimin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını saptanması için yapılan analizde filtre düzeyinin konuşma materyallerinin anlaşılabilirliği üzerinde anlamlı bir etkisi ortaya çıktı, $\chi^2(5) = 744,938; p < 0,0005$. Bonferroni düzeltmeli yapılan çoklu ikili karşılaştırmalarda filtresizler ile 3 kHz kesme frekanslı filtrelenmişler arası ($p < 0,0005$), 4 ile 3 kHz kesme frekanslı filtrelenmişler arası ($p < 0,0005$), 3 – 2 kHz kesme frekanslı filtrelenmişler arası ($p < 0,0005$), 2 – 1,5 kHz kesme frekanslı filtrelenmişler arası ($p < 0,0005$) ve 1,5 – 1 kHz kesme frekanslı filtrelenmişler arası ($p < 0,0005$) anlaşılabilirlik oranları anlamlı olarak farklı elde edildi. Buna göre alçak geçirgen kesme frekansı düştükçe materyallerin anlaşılabilirliği istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüyordu.

Ünlüler arasında normal işiten genç bireylerden elde edilen yüksek frekans önem değerleri açısından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için tek yönlü varyans analizi uygulandı. Tek yönlü varyans analizine göre ünlü grupları arasında yüksek frekans önem puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark vardı, $F(7, 192) = 11,255; p < 0,0005$. Her bir ünlünün anlaşılabilirlik için yüksek frekans önem değerleri Şekil 1’de gösterildi.



Hata çubukları ± 1 standart sapmayı göstermektedir.

Şekil 1. Ünlülerin anlaşılabilirlik için hesaplanan yüksek frekans önem değerleri.

Çoklu ikili karşılaştırmalar için Tukey HSD kullanıldı. Buna göre /a/ ile /e/ arasında ($p = 0,006$), /a/ ile /ɪ/ arasında ($p < 0,0005$), /a/ ile /i/ arasında ($p < 0,0005$), /e/ ile /o/ arasında ($p = 0,032$), /e/ ile /u/ arasında ($p < 0,0005$), /ɪ/ ile /o/ arasında ($p < 0,0005$), /ɪ/ ile /u/ arasında ($p < 0,0005$), /i/ ile /o/ arasında ($p < 0,0005$), /i/ ile /u/ arasında ($p < 0,0005$) istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Diğer karşılaştırmalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p \geq 0,05$). Bu karşılaştırmaların özeti Tablo 1’de sunuldu.

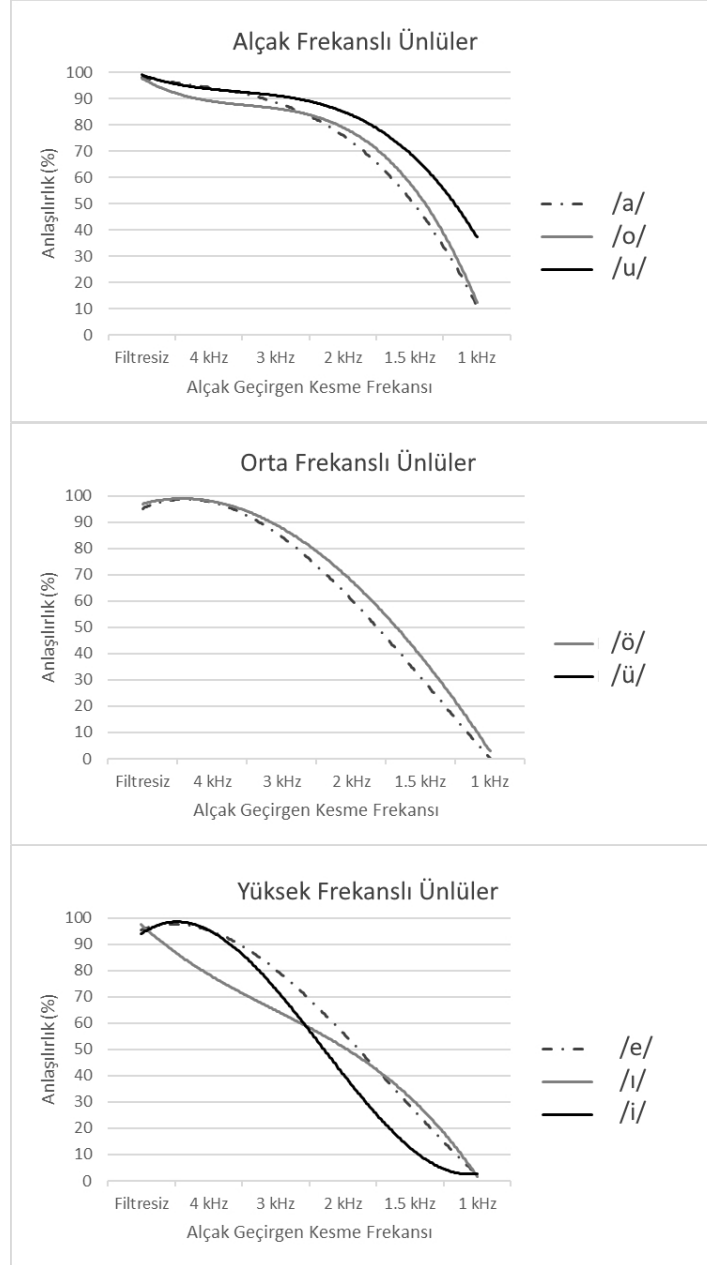
Tablo 1. Ünlülerin yüksek frekans önem değerlerine göre yapılan ikili karşılaştırmaları.

	/a/	/e/	/ɪ/	/i/	/o/	/ö/	/u/	/ü/
/a/		*	*	*	3	2	3	2
/e/	p = .006		1	1	*	2	*	2
/ɪ/	p < .0005	p = .554		1	*	2	*	2
/i/	p < .0005	p = .503	p = 1.000		*	2	*	2
/o/	p = 1.000	p = .032	p < .0005	p < .0005		2	3	2
/ö/	p = .961	p = .895	p = .152	p = .132	p = .954		2	2
/u/	p = .152	p < .0005	p < .0005	p < .0005	p = .395	p = .103		*
/ü/	p = .292	p = 1.000	p = .493	p = .474	p = .365	p = .993	p = .003	

(*) işaretleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları, 1’ler birinci grup benzerlikleri, 2’ler ikinci grup benzerlikleri ve 3’ler üçüncü grup benzerlikleri göstermektedir.

İkili karşılaştırmalardaki istatistiksel benzerliklere göre tüm ünlüler üç gruba ayrıldı. Birinci grupta /ɪ/, /i/ ve /e/; ikinci grupta /ö/ ve /ü/; üçüncü grupta /a/, /o/ ve /u/ yer alıyordu. Tablo 1’de de görüleceği üzere, birinci ve üçüncü gruptakiler kendi grupları içinde birbirlerine

benzerken karşı gruptakilerden anlamlı olarak farklılaşıyordu. İkinci gruptakiler ise /u/ ile /ü/ arasındaki anlamlı farklılaşma dışında ne kendi aralarında ne de grup 1 ve grup 3'teki ünlülerle anlamlı olarak farklılaşıyordu. Alçak, orta ve yüksek frekanslı olarak gruplandırılmış ünlülerin psikometrik fonksiyonları Şekil 2'de gösterildi.



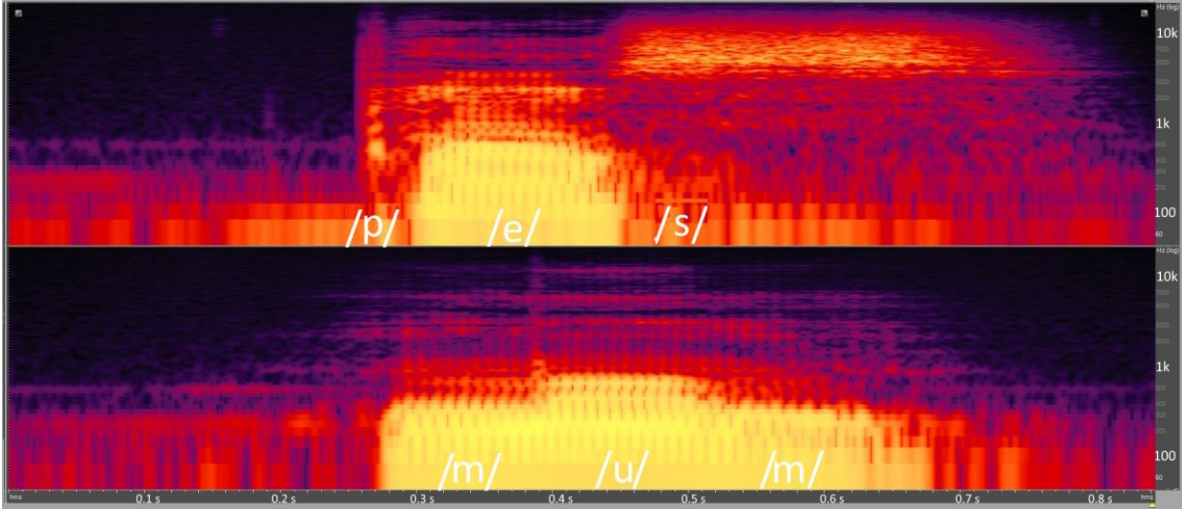
Her bir regresyon eğrisi için $r^2 > 0,999$

Şekil 2. Alçak, orta ve yüksek frekanslı olarak gruplandırılmış ünlülerin psikometrik fonksiyonları.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amaçlarından birisi konuşma materyallerinin fonemik özelliklerinin psikometrik bir yöntem kullanılarak belirlenmesiydi. Bunun için konuşma materyallerinin yüksek frekans bölgeleri alçak geçiren filtre ile süzülerek her bir materyalin filtrelemeyle birlikte anlaşılabilirliğinin nasıl değiştiği normal işiten genç yetişkinler üzerinden araştırıldı. Literatüre göre yüksek frekans filtreleme fonemik kontrastı düşürerek sensorinöral işitme kaybına benzer bir etki ortaya çıkarıyordu. Filtrelenen bölge ne kadar alçak frekanslara iniyorsa sensorinöral işitme kaybının derecesinin artması gibi ayırt etme becerisi o kadar düşüyordu (Bornstein ve diğ., 1994; Fabry ve Van Tasell, 1986; Farrer ve Keith, 1981; Walden ve diğ., 1981). Bu çalışmanın bulguları da yüksek frekans filtrelemede kullanılan kesme frekansının düşmesiyle beraber konuşma materyallerinin anlaşılabilirliğinin azaldığını gösterdi. Varyans analizi sonuçlarına göre yüksek frekans filtrelemenin konuşma materyallerinin anlaşılabilirliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardı. Yapılan ikili karşılaştırmalar her düzeydeki filtrelemenin bir önceki düzeye göre konuşma materyallerinin anlaşılabilirliğinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşürdüğünü ortaya çıkardı.

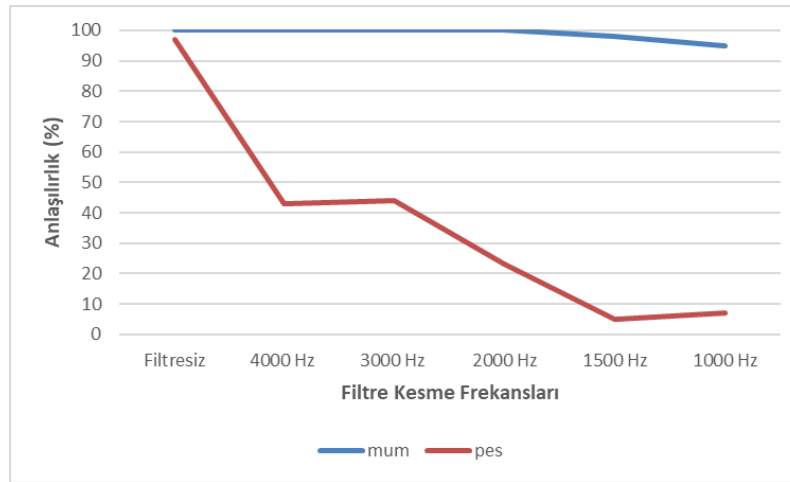
Bu çalışmanın yöntemine temel teşkil eden varsayımlarından birisi, bir konuşma materyalinin anlaşılabilirliği için enerji spektrumundaki yüksek frekanslı öğeler fazlalık bilgi değilse bu materyalin anlaşılabilirliği yüksek frekans filtrelemeden görece olarak fazla etkilenecektir. Diğer taraftan başka bir materyalin yüksek frekanslardaki enerjisi anlaşılabilirlik için kritik değil ise yüksek frekans filtreleme bu materyalin anlaşılabilirliğini o kadar düşürmeyecektir. Bu çalışmada her bir materyalin farklı düzeylerde yüksek frekans filtrelenmiş türevlerinin anlaşılabilirlikleri test edilerek hatalı tekrar edilenlerin puanlanmasıyla anlaşılabilirlik için yüksek frekans önem oranları belirlendi. Buna göre bir materyal anlaşılabilirlik için yüksek frekans öğeleri önemli ise bu materyalin filtreli türevlerinin hatalı tekrar edilme oranı yüksek olacak ve dolayısıyla bu materyalin yüksek frekans önem oranı görece olarak yüksek çıkacaktı. Örneğin bu çalışmada kullanılan mum ve pes sözcüklerinden oluşan iki konuşma materyalinin fonetik özellikleri incelendiğinde pes materyalinin yüksek frekans enerjisinin mum materyaline göre fazla olacağı görülecektir (Şekil 3).



Üstteki spektrogram pes sözcüğünden oluşan materyale, alttaki ise mum sözcüğünden oluşan materyale ait. Spektrogramın dikey eksenini frekansları, yatay eksenini süreyi göstermektedir. Parlaklıklar ise materyallerin spektrumlarındaki yüksek enerjiyle ilişkilidir.

Şekil 3. İki farklı konuşma materyalinin spektrogramı.

Şekil 4'te gösterildiği üzere pes materyalinin anlaşılrlığı 4 kHz filtrelemeyle birlikte bozulurken mum materyalinin anlaşılrlığı 1000 Hz ve üzeri filtrelendiğinde de pek bozulmamaktadır. Bununla ilişkili olarak pes materyalinin yüksek frekans önem oranı yüksek elde edilirken (0,75), mum materyalininki düşük elde edildi (0,02).



Şekil 4. Mum ve pes sözcüklerinden oluşan konuşma materyallerinin farklı düzeylerde alçak geçiren filtrelenmiş türevlerinin anlaşılrlık yüzdeleri.

Bu çalışmada konuşma materyalleri içerdikleri ünlülere göre gruplandırıldı ve grupların yüksek frekans önem oranları istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Konuşma materyalleri ünsüz-

ünlü-ünsüz dizilimli tek heceli sözcüklerden oluşuyordu. Bu durumda gruplar, içerdikleri ünsüzler açısından benzer, ünlüler açısından da farklıydı. Başka bir ifadeyle, grupların yüksek frekans önem puanlarında etkili temel faktör ünlülerin farklılaşması olarak görülebilirdi. Şekil 1’de de görüleceği üzere ünlü grupları yüksek frekans önem oranlarına göre /ı/, /i/, /e/, /ü/, /ö/, /a/, /o/ ve /u/ olarak sıralanmaktadır. Bu sıralama konuşma materyallerinin ünlülerden kaynaklı yüksek frekans önem oranları olduğundan ünlülerin fonetik özellikleriyle ilişkili görülebilir. Bu sıralamanın ünlülerin formant yapısından kaynaklandığı da öne sürülebilir. Literatüre göre ünlülerin fonemik kontrastı açısından F2 formantı oldukça kritiktir (Fox, 1989; Gottfried ve diğ., 1985). Türkiye Türkçesi’ndeki ünlüler F2 formantına göre yüksekten alçağa doğru /i/, /e/, /ü/, /ö/, /ı/, /a/, /o/ ve /u/ olarak sıralanmaktadır (Kiliç ve Giriç, 2003). Fonetik özelliklere göre yapılan bu sıralama ile bu çalışmanın bulgularına göre yapılan sıralama /ı/ ünlüsü dışında tümüyle örtüşmektedir. Bu benzerlik bu çalışmada kullanılan yöntemin geçerliliğine dair bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmanın sonucuna göre grupların yüksek frekans önem oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Tablo 1’de de görüleceği üzere, yapılan ikili karşılaştırmalarda /a/, /o/ ve /u/ gruplarının yüksek frekans önem oranlarının birbirlerine benzediği ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıktı. Diğer taraftan bu grupların her birinin yüksek frekans önem oranları /e/, /ı/ ve /i/ gruplarından anlamlı olarak farklılaşıyordu ve aynı zamanda /e/, /ı/ ve /i/ gruplarının yüksek frekans önem oranları birbirleriyle benzerdi. Son olarak /ö/ ve /ü/ gruplarının yüksek frekans önem oranları hiçbir gruptan istatistiksel olarak farklılaşmıyordu. Şekil 2’de de görüleceği üzere /ı/, /i/ ve /e/ grupları birbirine benzetilebilir ve psikometrik fonksiyonları açısından /a/, /o/ ve /u/ gruplarından farklı oldukları düşünülebilir. Diğer taraftan bu dizilimde tam ortada yer alan /ü/ ve /ö/ gruplarının da hiçbir gruptan farklılaşmayarak diğer gruplardan farklı davrandıkları öne sürülebilir.

Bu çalışmada ünlüler için elde yüksek frekans önem değerlerinin konuşma materyallerinde bulunan ünsüzlerin fonetik özelliklerinin, ünlüler ile ünsüzler arasındaki ilişkinin ve insan algısının bir fonksiyonu olarak ortaya çıktığı gözetilmelidir. Dolayısıyla ünlülerin yüksek frekans önem değerlerine göre yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda ortaya çıkartılan benzerlikler ve farklılıklarda bu değişkenlerin etkisinin olduğu varsayılabilir. Bu fonksiyonla elde edilmiş değerlerin konuşma materyallerinin fonemik özelliklerini daha geçerli bir şekilde yansıtıyor olabilir. Yine bu çalışmanın bulgularına göre /a/, /o/ ve /u/ ünlülerinin alçak frekanslılar, /ü/ ve /ö/ ünlülerinin orta frekanslılar ve /ı/, /i/ ve /e/ ünlülerinin yüksek frekanslılar olarak kategorize edilmesi önerilebilir. Özellikle konuşma listelerinin kısaltılmış

versiyonlarında listeler arasında daha geçerli bir fonemik dengeleme yapmak için bu kategorizasyon kullanılabilir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın sonuçları Durankaya ve arkadaşlarının geliştirdiği tek heceli konuşma materyallerine dayanmaktadır (Durankaya ve diğ., 2014). Her ne kadar ünlü gruplarını oluşturan konuşma materyallerinin ünsüz içeriklerinin materyaller arasında rasgele bir dağılım sergilediği öngörülmüş ve istatistiksel olarak ünlü gruplarının anlaşılabilirliğinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı saptanmış olsa da materyal sayısının kısıtlı olması olası bir etkinin ortaya çıkmasını engellemiş olabilir. Diğer bir sınırlılık ise konuşma materyali sayısının sınırlı olmasına bağlı olarak aynı ünlü içinde allafonlara dayalı farklılıklar göz ardı edilmiş ve analizlere dahil edilmemiştir.

Teşekkür

Araştırmanın gerçekleştirilmesinin her aşamasında sağladığı destek ve yol göstericiliği için Sayın Hocam Prof. Dr. Günay Kırkım'a, Dr. Öğretim Üyesi Serpil Mungan Durankaya ve yardımları için Odyolog Rabia Hilal Orgun'a, Odyolog İlayda Kiremitçi, Odyolog Ceren Tombuloğlu'na teşekkür ederim.

Finansal Destek

Çalışma için finansal bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynakça

- Bornstein, S. P., Wilson, R. H., & Cambron, N. K. (1994). Low-and high-pass filtered Northwestern University Auditory Test No. 6 for monaural and binaural evaluation. *Journal of the American Academy of Audiology*, 5(4), 259-264. PMID: 7949299.
- Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wilbraham, K., Cox, R., ve diğerleri. (1994). An international comparison of long-term average speech spectra. *The journal of the acoustical society of America*, 96(4), 2108-2120. <https://doi.org/10.1121/1.410152>
- Durankaya, S. M., Şerbetçioğlu, B., Dalkılıç, G., Gürkan, S., & Kırkım, G. (2014). Development of a Turkish monosyllabic word recognition test for adults. *Journal of International Advanced Otology*, 10(2). <https://doi.org/10.5152/iao.2014.118>
- Fabry, D. A., & Van Tasell, D. J. (1986). Masked and filtered simulation of hearing loss: effects on consonant recognition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 29(2), 170-178. <https://doi.org/10.1044/jshr.2902.170>
- Farrer, S. M., & Keith, R. W. (1981). Filtered word testing in the assessment of children's central auditory abilities. *Ear and Hearing*, 2(6), 267-269. <https://doi.org/10.1097/00003446-198111000-00005>
- Fox, R. L. (1989). Dynamic information in the identification and discrimination of vowels. *Phonetica*, 46(1-3), 97-116. <https://doi.org/10.1159/000261831>
- French, N. R., & Steinberg, J. C. (1947). Factors governing the intelligibility of speech sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 19(1). <https://doi.org/10.1121/1.1916407>
- Gottfried, T. L., Jenkins, J. J., & Strange, W. (1985). Categorical discrimination of vowels produced in syllable context and in isolation. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 23(2), 101-104. <https://doi.org/10.3758/BF03329794>
- Harris, R. W., & Swenson, D. W. (1990). Effects of reverberation and noise on speech recognition by adults with various amounts of sensorineural hearing impairment. *International Journal of Audiology*, 29(6), 314-321. <https://doi.org/10.3109/002060990009072862>
- Hopkins, K., & Moore, B. C. (2010). The importance of temporal fine structure information in speech at different spectral regions for normal-hearing and hearing-impaired subjects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1595-1608. <https://doi.org/10.1121/1.3293003>
- Hudgins, C. V., Hawkins, J. E., Kaklin, J. E., & Stevens, S. S. (1947). The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. *The Laryngoscope*, 57(1), 57-89. <https://doi.org/10.1288/00005537-194701000-00005>
- Jerger, J. (2008). Factors affecting word recognition. *Journal of the American Academy of Audiology*, 19(06), 460-460. <https://doi.org/10.3766/jaaa.19.6.1>
- Jerger, J., Jerger, S., & Pirozzolo, F. (1991). Correlational analysis of speech audiometric scores, hearing loss, age, and cognitive abilities in the elderly. *Ear and Hearing*, 12(2), 103-109. doi: 10.1097/00003446-199104000-00004
- Kilic, MA. Türkiye Türkçesi'ndeki ünlülerin ses bilgisel özellikleri. In: Özsoy AS, Taylan EE, Aksu-Koc, A, Akar D, Nakipoğlu M, eds. *Studies in Turkish Linguistics*. Istanbul: Boğazici University Press; 2003:3-18.
- Kreul, E. J., Bell, D. W., & Nixon, J. C. (1969). Factors affecting speech discrimination test difficulty. *Journal of speech and hearing research*, 12(2), 281-287. <https://doi.org/10.1044/jshr.1202.281>
- McArdle, R. C. T. H. (2009). Speech audiometry. In J. Katz (Ed.), *Handbook of Clinical Audiology* (pp.64-80). Lippincott Williams & Wilkins.
- Rosen, S., Howell, P., & Bartram, J. F. (1993). Signals and Systems for Speech and Hearing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 94(6). <https://doi.org/10.1121/1.407176>
- Vanpoucke, F., de Sloovere, M., & Plasmans, A. (2022). The Thomas More lists: A phonemically balanced dutch monosyllabic speech audiometry Test. *Audiology Research*, 12(4), 404-413. <https://doi.org/10.3390/AUDIOLRES12040041/S1>.
- Walden, B. E., Schwartz, D. M., Montgomery, A. A., & Prosek, R. A. (1981). A comparison of the effects of hearing impairment and acoustic filtering on consonant recognition. *Journal of speech and hearing research*, 24(1), 32-43. <https://doi.org/10.1044/jshr.2401.32>

- Wilber, L. A. (2007). Standards News: Audiologists and ANSI Standards. *Acoustics Today*, 3(4).
<https://doi.org/10.1121/1.2961160>
- Working Group on Speech Understanding and Aging. (1988). Speech understanding and aging. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 859–895.
<https://doi.org/10.1121/1.395965364>
- Yüksel, M., & Gündüz, B. (2018). Long term average speech spectra of Turkish. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 43(3). <https://doi.org/10.1080/14015439.2017.1377286>