

TÜRKÇEDE ÜNLÜ FORMANTLARININ META-ANALİTİK İNCELENMESİ: YÖNTEMBİLİMSEL FARKLILIKLAR VE ETKİLERİ¹

Ali Çağan KAYA

Lisans Öğr., Hacettepe Üniversitesi, İngiliz Dilbilimi Bölümü, ali-kaya@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0009-0007-9386-9766

Emre YAĞLI

Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İngiliz Dilbilimi Bölümü, yaqli@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1044-9018

Kaya, A. Ç. & Yağlı, E. (2025). Türkçede ünlü formantlarının meta-analitik incelenmesi: Yöntembilimsel farklılıklar ve etkileri. İçinde O. Çınar, F. Başbuğ & H. Aydemir (Ed.), *Çağdaş dilbilim yazıları I: İMÜ Dilbilimi 15. yıl armağanı* (ss. 170-192). Artsürem. <https://doi.org/10.7816/imuling-15-2025-01X008>

ÖZ

Türkçede ünlü formantlarına odaklanan araştırmalar niceliksel olarak zengin bir birikim oluşturmaya karşın, bu çalışmalar arasında belirgin bir yöntem birliği bulunmamaktadır. Bu çalışma, ölçünlü Türkçenin ünlü formantlarını konu alan araştırmalardaki yöntembilimsel farklılıkları ve bu farklılıkların formant değerleri üzerindeki etkisini inceleyen bir meta-analiz sunmaktadır. Çalışma kapsamında, ölçünlü Türkçe üzerine yürütülen 16 araştırma taranmış ve bu araştırmaların yöntembilimsel ölçütleri bir veri tablosuna kodlanarak çalışmanın verisi oluşturulmuştur. Verilerin çözümlenmesinde R programlama dili kullanılarak her bir ünlü ses için ayrı ayrı karma etkiler modelleri oluşturulmuştur. İnceleme sonuçları, modellerdeki rastgele etkilerin (çalışma ve çalışma-ünlü etkileşimi), sabit etkilere (cinsiyet, materyal türü, konuşmacı sayısı, kayıt ortamı, kayıt aleti, örnekleme hızı, normalizasyon yöntemi) kıyasla değişkenliği açıklamada istatistiksel olarak daha belirleyici olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, formant değerlerindeki değişkenliğin büyük ölçüde çalışmalarda açıkça raporlanmayan veya standartlaştırılmayan örtük yöntemsel tercihlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Çalışma, Türkçedeki sesbilgisel betimlemelerin güvenilirliği ve karşılaştırılabilirliği için yöntemsel şeffaflığın, açık veri paylaşımının ve standart ölçüm protokollerinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

¹ Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında desteklenen "Ölçünlü Türkçenin ünlü formant frekansları" başlıklı proje kapsamında üretilmiştir. Bununla birlikte çalışma, 22-23 Mayıs 2025 tarihlerinde Erzurum Atatürk Üniversitesi'nde düzenlenen 38. Ulusal Dilbilim Kurultayı'nda sunulan aynı başlıklı bildirinin genişletilmiş sürümüdür.

Anahtar Sözcükler: Ünlü formantları, Sesbilgisel betimleme, Meta-analiz, Yöntembilim

ABSTRACT

Although research on vowel formants in Turkish constitutes a substantial body of work, there is a lack of methodological consensus among these studies. This study presents a meta-analysis examining methodological differences in research on vowel formants in Standard Turkish and the effects of these differences on formant values. Within the scope of this study, 16 studies on Standard Turkish were adopted, and the methodological criteria of these studies were coded in a data table to create the dataset. In the data analysis, separate mixed-effects models were fitted for each vowel in the R environment. The results indicated that random effects (e.g., study and study-vowel interaction) in the models were statistically more determinant in explaining variability compared to fixed effects (e.g., gender, material type, number of speakers, recording environment, recording equipment, sampling rate, and normalisation method). This finding indicates that variability in formant values largely stems from implicit methodological choices that are neither clearly reported nor standardised across studies. The study emphasises the necessity of methodological transparency, open data sharing, and standardised measurement protocols to ensure the reliability and comparability of phonetic descriptions in Turkish.

Keywords: Vowel formants, Phonetic description, Meta-analysis, Methodology

1. Giriş

Ünlü formant frekansları, konuşmaya ilişkin en sık betimlenen akustik ölçümlerden biridir. Bu formantlar, bir yandan seslerin üretiminde görev alan eklemleyicilerin fiziksel özelliklerini yansıtarak sesin üretimsel doğasının anlaşılmasını sağlarken, öte yandan konuşmanın algısal ve işitsel bileşenlerinin çözümlenmesine olanak tanır. Bu çok yönlü yapısı sayesinde formant frekansları; dil değişkenliğinin incelenmesinden konuşmacı tanımlama çalışmalarına, konuşma bozukluklarının tanı ve takibinden çocuklarda dil gelişiminin izlenmesine ve ikinci dil öğrencilerinin hedef seslere ne ölçüde yaklaştığının değerlendirilmesine kadar pek çok alanda yaygın biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca, konuşma teknolojileri alanında, otomatik konuşma tanıma ve sentez sistemlerinin geliştirilmesinde de formant bilgisi temel alınan değişkenlerdendir. Bu çok yönlü kullanımlarına rağmen, Türkçenin ünlü formant verilerine ilişkin mevcut betimlemelerin yöntemsel karşılaştırmalardan yoksun olduğu görülmektedir. Bu çalışma, Türkçede ünlü formantlarının ölçümüne ilişkin betimlemeleri karşılaştırmalı biçimde ele alarak, alandaki yöntembilimsel çeşitliliği ve bunun formant değerleri üzerindeki etkisini değerlendiren bir meta-analiz niteliğindedir.

Ünlü formantları, dilbilimsel betimlemede merkezi bir rol oynamaktadır. 1948'de yapılan öncü çalışmalarla temelleri atılan bu alan, günümüze kadar uzanan süreçte yoğun biçimde ele alınmış ve dikkate

değer bir birikim oluşturmuştur. Ancak Maurer (2024, s. 84), bugüne dek gerçekleştirilen ünlü ses betimlemelerinin sayıca fazla olmasına karşın ciddi yöntembilimsel sorunlar barındırdığına dikkat çekmektedir. Evrensel alanyazında gözlemlenen bu durum, Türkçe için de geçerlidir. Örneğin Aydın ve Uzun (2020, s. 297), Türkçedeki ünlü seslere yönelik çalışmalarda, karşılaştırmalı inceleme açısından önemli bir adım olan normalizasyon işleminin yalnızca sınırlı sayıda araştırmada yer aldığını belirtmektedir. Aydın ve Uzun'un (2020) bu gözlemi, Türkçede ünlü formant değerlerinin güvenilir ve karşılaştırılabilir biçimde sunulmasındaki önemli bir eksikliğe işaret etmektedir.

Bununla birlikte, formant ölçümlerinin karşılaştırılabilirliğini etkileyen tek etmen normalizasyon değildir. Betimleyici çalışmaların yöntemsel tasarımı; kullanılan söyletim materyalinin türü, konuşmacı profili, kayıt ortamı, örnekleme hızı, ölçüm tekniği ve veri işleme süreçleri gibi çok sayıda etmeden etkilenmektedir. Formant frekanslarının bu denli çok boyutlu bir üretimsel doğaya sahip olması, aynı ünlünün farklı bireylerce üretildiğinde önemli ölçüde farklı formant değerleriyle karşılaşılmasına neden olmaktadır (Peterson ve Barney, 1952). Nitekim Hillenbrand vd. (1995) ve Clopper, Pisoni ve De Jong (2005), yaş, cinsiyet, konuşma biçemi ve üretim bağlamı gibi etkenlerin formant değerleri üzerinde sistematik etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, yalnızca üretimsel değil, aynı zamanda algısal düzlemde de formantların değerlendirilmesini güçleştirmekte; elde edilen verilerin genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Bu bağlamda, yalnızca formant değerlerinin sayısal karşılaştırmalarla değil, bu değerlerin üretildiği yöntembilimsel koşulların bütüncül biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Araştırmaların veri toplama, inceleme ve raporlama süreçlerinde karşılaşılan şeffaflık eksikliği, alanyazında birikimin bütünleştirilmesini zorlaştırmakta ve yeni çalışmaların önceki bulgularla tutarlı biçimde ilerlemesini engellemektedir (Winter ve Grice, 2021).

Bu çalışma, söz konusu yöntemsel etmenlerin formant değerlerine olan etkisini ele almanın yanı sıra, Türkçeye odaklanan çalışmaları yöntemsel açıdan karşılaştırmalı bir bakışla değerlendirmektedir. Böylelikle, Türkçedeki ünlü formantlarına ilişkin daha bütüncül, şeffaf ve tutarlı bir veri zemininin oluşturulmasına katkı sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, yöntembilimsel çeşitliliğin sesbilgisel veriler üzerindeki etkisini nicel olarak değerlendiren bu çalışma, dilsel veri yorumunda açıklık ve yeniden üretilebilirlik ilkelerinin önemini vurgulayan çağdaş eğilimlere paralel bir yaklaşım benimsemektedir.

2. Ünlü Formantlarının Dilbilimsel Betimlemedeki Önemi

Konuşma, doğası gereği sürekli değişim halinde olan sesletimsel yapılardan oluşur. Bu dinamik yapı, akustik çözümleme açısından önemli güçlükler doğurmaktadır. Akustik betimlemeye odaklanan çalışmalar, bu güçlüklerle başa çıkabilmek amacıyla, ses üretiminin en sabit olduğu alanlara

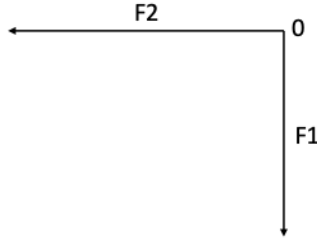
yönelir. Bu sabit alanlar, ünlü sesler açısından bakıldığında birinci (F1) ve ikinci (F2) formant değerleridir.

Formantlardaki temel değişkenliğin kaynağı, ses üretimi sırasında başta dil ve dudak olmak üzere ses yolunda gerçekleşen biçimsel farklılıklardır. Ünlülerin üretimi sırasında ses yolu boyunca gerçekleşen bu farklılıklar, her bir ünlü için karakteristik bir formant değerinin ortaya çıkmasına neden olur. Alanyazında bu biçimlenimlerle formant frekansları arasındaki ilişkinin oldukça karmaşık olduğu vurgulanmaktadır (Fant, 1960; Stevens, 1998). Bu karmaşayı en aza indirmek amacıyla, dilsel çözümlenmelerde genellikle ilk iki formant değerine odaklanılır. Bu iki formant, ünlülerin ağız boşluğundaki en yüksek noktalarının ön-arka ve yüksek-alçak eksenlerinde konumlandırılmasına olanak tanır.

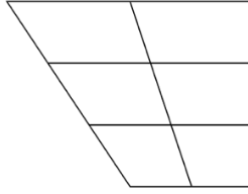
Bu bağlamda, birinci formant olarak adlandırılan F1 değeri ünlülerin dikey düzlemdaki konumu ile ilgilidir. Açık ünlüler genellikle yüksek F1 değerleriyle, kapalı ünlüler ise düşük F1 değerleriyle gözlemlenir. İkinci formant olarak nitelenen F2 değeri ise ünlünün yatay düzlemdaki konumunu, yani ön ya da arka ünlü olma niteliğini yansıtır. Ön ünlüler daha yüksek F2 değerine sahiptir, arka ünlüler daha düşük F2 değerleriyle tanımlanır. Bu tanımlamalar doğrultusunda, ünlülerin F1 ve F2 değerleriyle temsil edilmesi, sesbilgisel betimlemelerde yaygın biçimde kullanılan bir yaklaşımdır. Söz konusu formant değerleri, genellikle ters çevrilmiş yatay ekseninde F2 ve dikey ekseninde F1 olacak şekilde (Bkz. Şekil 1), Uluslararası Sesbilgisi Alfabeti (İng. International Phonetic Alphabet, IPA) ünlü dörtgeni ile hizalı dağılım grafikleri aracılığıyla gösterilir (Bkz. Şekil 2).^{1 2}

¹ Ünlü dörtgeni, dünya dillerinde yaygın biçimde gözlemlenen temel ünlü seslerin sesletimsel ve akustik özelliklerini görselleştirmek amacıyla kullanılan kavramsal bir çerçevedir. Bu gösterim, ilk olarak Jones (1917) tarafından geliştirilen *asal ünlü sistemi* (İng. cardinal vowel system) temel alınarak oluşturulmuş ve Uluslararası Sesbilgisi Derneği (İng. International Phonetic Association) tarafından zamanla güncellenmiştir. Ünlüler, ağız boşluğundaki eklenleyici konumlarına göre yatay ekseninde dilin ön-arka pozisyonu, dikey ekseninde ise dilin yüksekliği dikkate alınarak dörtgen biçiminde yerleştirilir (Pfitzinger ve Niebuhr, 2011). Bu görsel yapı hem sesbilgisi öğretiminde hem de dilsel verilerin betimlenmesinde temel bir araç işlevi görür.

² Şekil 1 ve Şekil 2 arasındaki temel fark, ilkinin formant verilerine dayalı bir ünlü görselleştirmesi, ikincisinin ise idealize edilmiş bir ünlü dörtgeni sunmasıdır. Ünlü dörtgeni, ünlülerin yaklaşık sesletimsel yerleşimlerini temsil eden kavramsal bir şemadır; bu yerleşimler, ölçüme değil, dilin ön-arka ve yüksek-alçak eksenlerine göre belirlenen ideal konumlara dayanır. Buna karşılık, ünlü görselleştirmesi her bir ünlünün gerçek F1 ve F2 formant frekansları esas alınarak oluşturulur ve bu yönüyle daha ayrıntılı, ölçüme dayalı bir betimleme sağlar. Günümüzde deneysel sesbilgisi ve toplumdilbilim alanındaki çalışmalar, bu tür formant tabanlı görselleştirmeleri yaygın biçimde kullanmaktadır.



Şekil 1. F1 ve F2 değerlerinin gösterimi



Şekil 2. Ünlü dörtgeni

Ünlü formlantları bireyden bireye anlamlı ölçüde değişkenlik gösterebilir. Nitekim aynı ünlünün farklı konuşurlar tarafından üretimi sırasında ölçülen formlant frekanslarının önemli ölçüde farklılık gösterdiği uzun zamandır bilinmektedir (Peterson ve Barney, 1952). Hatta, neredeyse aynı fizyolojik yapıya sahip olduğu düşünülen tek yumurta ikizleri üzerinde yapılan çalışmalar bile bu tür farklılıkların izlenebildiğini ortaya koymuştur (Loakes, 2006; Nolan ve Oh, 1996). Bu durum, bireyler arasındaki farklılıkların yalnızca fizyolojik temellere dayanmadığını; aynı zamanda öğrenilmiş bireysel davranışlarla da şekillendiğini göstermektedir.

Formant frekanslarını etkileyen etmenler oldukça çeşitlidir ve hem konuşucu temelli hem de yöntemsel değişkenleri kapsamaktadır. Öncelikle, konuşucunun yaşı ve cinsiyeti, formlant frekansları üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Ses kıvrımı uzunluğu ve biçimi gibi anatomik özellikler, akustik çıkıntının karakterini doğrudan etkiler (Chung vd., 2012; Hillenbrand vd., 1995; Lee, Potamianos ve Narayanan, 1999; Peterson ve Barney, 1952; Bickley, 1989). Bunun yanı sıra, konuşma biçimi ve kesiti de önemli bir değişkendir. Özenli ve dikkatli konuşma biçimi, çoğu zaman daha uç değerlerde formlant üretimiyle sonuçlanır (Hillenbrand, 2013; Lindbloom, 1963; Nearey, 1989; Strange, 1989). Konuşma hızı ve tempo da formlant yapısını etkileyen bir başka etmendendir; hızlı konuşma, ünlülerin üretim süresini kısaltarak formlant alanını daraltmakta ve değerlerin merkezileşmesine neden olmaktadır (Lindbloom, 1963; Turner, Tjaden ve Weismer, 1995). Bunun yanı sıra, söyleyişin duygusal ya da vurgusal tonunu ifade eden bürünel özellikler de formlant frekanslarında değişikliklere yol açabilir (Fletcher vd., 2015). Sesbilgisel bağlam da göz ardı edilemeyecek bir etkindir; ünlülerin önünde ya da sonrasında yer alan sesler, özellikle *eşsesletim* (İng. coarticulation) süreçleri aracılığıyla formlant yapılarını değiştirebilir

(Lindbloom, 1963; Nearey ve Assmann, 1986; Strange, 1989).³ Ayrıca, konuşucunun toplumsal kimliği, toplumsal konumu ya da bölgesel aidiyeti gibi toplumdilbilimsel etmenler, ses üretiminde sistemli farklılıklara neden olabilmektedir (Clopper, Pisoni ve De Jong, 2005; Labov, Ash ve Boberg, 2006).

Yöntembilimsel açıdan değerlendirildiğinde, kayıt koşulları ve ölçüm araçları da formant frekanslarının güvenilirliğini doğrudan etkiler. Kullanılan mikrofونun türü, örnekleme oranı ve analiz yazılımı gibi unsurlar, ölçüm doğruluğunu belirleyen temel faktörler arasında yer alır (Hillenbrand vd., 1995). Ölçüm işlemlerinin ayrıntıları da bu doğrultuda önem kazanır; formant izleme yöntemleri, analiz penceresinin genişliği ve kullanılan otomatik çıkarım algoritmaları gibi değişkenler, elde edilen sonuçların farklılaşmasına neden olabilir (Bickley, 1989; Fox ve Jacewicz, 2009; Jin ve Liu, 2013; Ladefoged, 1967; Morrison ve Nearey, 2007). Ayrıca, örneklem büyüklüğü ve konuşmacı seçimi de veri yapısını etkileyen önemli etmenlerdendir. Aynı konuşmacının birden fazla üretiminin ortalamasını almak değişkenliği azaltabilirken, farklı konuşucuların verilerini doğrudan bir araya getirmek karışıklıklara yol açabilir (Hillenbrand, 2013; Peterson ve Barney, 1952). Son olarak, normalizasyon yöntemleri, konuşucular arası anatomik farklılıkları denetim altına almak amacıyla geliştirilmiş analitik araçlar arasında yer alır. Lobanov (1971) ve Nearey (1978) gibi yöntemler, bu amaçla yaygın biçimde kullanılmakta; ancak her bir normalizasyon yöntemi, farklı varyans kaynaklarını azaltma konusunda değişen derecelerde etkilidir.⁴ Bu nedenle, yöntem seçimi, elde edilen verilerin karşılaştırılabilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

Tüm bu etmenler dikkate alındığında, ünlü formantlarının dilbilimsel betimlemesi yalnızca bir ölçüm süreci değil; çok katmanlı, disiplinlerarası ve yöntembilimsel olarak hassas bir değerlendirme sürecidir. Bu karmaşık yapı, formant verilerinin dikkatli yorumlanmasını ve karşılaştırmalı çalışmalarda yöntemsel çeşitliliğin açık biçimde raporlanmasını gerekli kılmaktadır.

³ Eşsesletim, bir sesin üretiminin, öncesindeki veya sonrasındaki seslerin eklemleyici özelliklerinden etkilenmesi durumudur. Konuşma akışı içindeki bu etkileşim, seslerin birbirine yaklaşmasına, özelliklerinin kaynaşmasına ya da değişmesine yol açabilir. Örneğin, bir ünlünün formant değerleri, onu izleyen ya da önceleyen ünsüzün yeri ve biçimine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Türkçeye yönelik bu konuda son dönemde yürütülen bir çalışma için bakınız Arslan ve Uzun (2025).

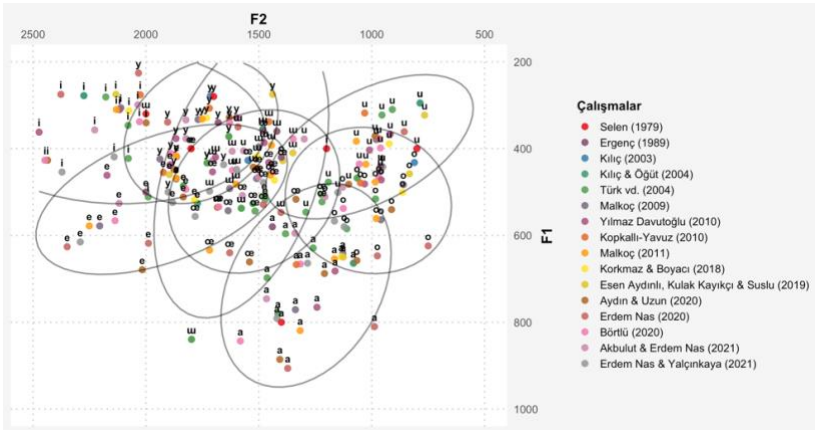
⁴ Ünlü formant frekanslarında gözlemlenen toplumsal ve anatomik farklılıkları sabitlemek amacıyla literatürde çeşitli normalizasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Studdert-Kennedy, 1964). Normalizasyon, geçerli bilgisayarlı işlemler aracılığıyla ünlü seslerin farklı konuşur grupları ve dil değişiklikleri bağlamında karşılaştırılabilir hale getirilmesini sağlar (Clopper, 2009). Örneğin, dil değişkesi temelli bir çalışmada cinsiyet ve yaş gibi etkilerin giderilmesi hedeflenirken; cinsiyet temelli bir çalışmada etnisite, bölgesel kimlik ve yaş gibi değişkenler kontrol altına alınır. En yaygın kullanılan iki yöntem Lobanov (Lobanov, 1971) ve bark (Traunmüller, 1990) normalizasyonudur. Lobanov yöntemi, fizyolojik (Örneğin, yaş, cinsiyet) ve toplumdilbilimsel (Örneğin, değişke kullanımı) farklılıkları en aza indirerek özellikle ölçünlü dil betimlemelerinde tercih edilir. Bark normalizasyonu ise işitsel algıya odaklanır ve genellikle algı araştırmalarında kullanılır.

3. Türkçenin Ünlü Formantlarına Yönelik Gerçekleştirilen Araştırmalar

Türkçedeki ünlü formantlarına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar sayıca oldukça fazladır ve alanyazında önemli bir birikim oluşturmuştur. Bu alandaki araştırmalar, farklı dönemlerde ve çeşitli amaçlarla yürütülmüştür. Erken dönem çalışmalardan itibaren ünlü formantlarının ölçümüne odaklanan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu kapsamda, Selen (1979), Ergenç (1989), Kılıç (2003), Kılıç ve Ögüt (2004), Türk vd. (2004), Çiyiltepe ve Orberk (2008), Malkoç (2009, 2011), Çiyiltepe, Bekar ve Ergenç (2009), Yılmaz Davutoğlu (2010), Kopkallı-Yavuz (2010), Güven (2015), Korkmaz ve Boyacı (2018), Esen Aydın, Kulak Kayıkcı ve Suslu (2019), Korkmaz, Boyacı ve Tuncer (2019), Aydın ve Uzun (2020), Erdem Nas (2020), Koçak (2020), Börtilü (2020), Akbulut ve Erdem Nas (2021), Erdem Nas ve Yalçinkaya (2021) ile Korkmaz ve Boyacı (2022) tarafından yürütülen araştırmalar, hem sayısal yoğunluk hem de konu çeşitliliği açısından öne çıkmaktadır.

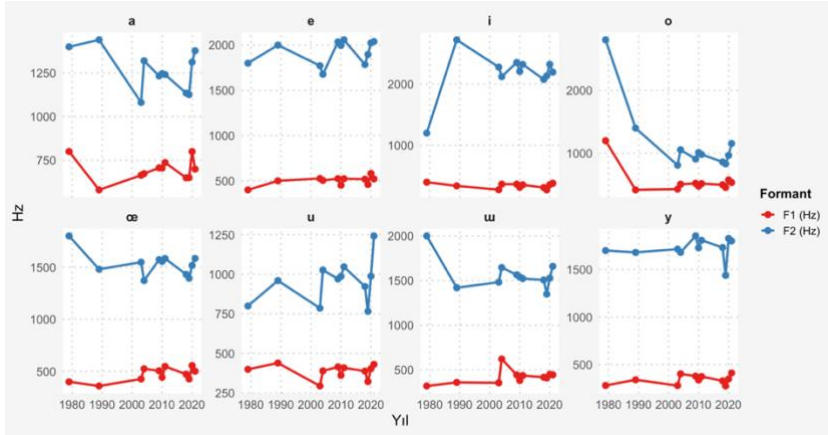
Söz konusu çalışmaların bir bölümü, Türkçedeki bölgesel değişkenliği ya da dil öğretimi bağlamında ikinci dil öğrenenlerin üretimlerini inceleme amacı taşıırken; diğer bir bölümü ölçünlü Türkçenin formant değerlerini betimleyici nitelikte tasarlanmıştır. Ancak bu çalışmaların büyük çoğunluğunun ortak bir yöntembilimsel çerçeve izlememesi, verilerin doğrudan karşılaştırılabilirliğini sınırlamaktadır. Konuşucu sayısı, kayıt ortamı, söyletim materyali, inceleme aracı ve normalizasyon işlemleri gibi temel etmenler açısından belirgin bir çeşitlilik gözlenmektedir. Bu nedenle, alanyazındaki bulgular, yalnızca belirli bağlamsal koşullar dikkate alınarak anlamlı biçimde karşılaştırılabilir hale gelmektedir.

Bu çeşitliliği görsel olarak ortaya koymak amacıyla hazırlanan Şekil 3, ölçünlü Türkçeye odaklanan çalışmalarda raporlanan F1 ve F2 değerlerinin genel dağılımını sunmaktadır.



Şekil 3. Ölçünlü Türkçeye odaklanan çalışmalarda sunulan ünlü formantları

Şekil 3 takip edildiğinde, ölçünlü Türkçeye yönelik çalışmalarda betimlenen formant değerlerinin kendi içinde değişkenlik sergilediği görülmektedir. Bu duruma yönelik bir fikir vermesi amacıyla sunulan Şekil 4 ise, F1 ve F2 değerlerinin yıllar içerisindeki değişimini görselleştirmektedir.



Şekil 4. Ölçünlü Türkçeye odaklanan çalışmalarda sunulan F1 ve F2 değerlerinin yıllara göre değişimi

Şekil 4'te izlenen eğilim, ölçünlü Türkçeye yönelik formant betimlemesinin zaman içinde farklılaştığını ve yöntemsel çeşitliliğin yalnızca bireysel çalışmalarla değil, dönemsel olarak da izlenebilir olduğunu göstermektedir. Bu açıdan Şekil 3 ve 4, alanyazındaki ölçünlü Türkçe verilerinin yöntemsel çoğulluğunu ilk bakışta görünür kılmak açısından önem taşımaktadır. Ancak, formant verilerindeki bu değişkenliğin kaynaklarına ve olası sonuçlarına ilişkin ayrıntılı değerlendirme, bu çalışmanın izleyen bölümlerinde ele alınmıştır.

4. Veri ve Yöntem

Bu bölümde, çalışmanın temelini oluşturan veri kümesi ile bu verilerin incelenmesinde izlenen yöntemsel yaklaşım ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. İlk olarak, çalışmada incelenen araştırmaların seçimi, kapsamı ve özellikleri açıklanmakta; ardından, elde edilen verilerin çözümlenmesinde benimsenen analitik araçlar tanıtılmaktadır.

4.1 Çalışmanın verisi

Bu çalışmanın verisi, ölçünlü Türkçenin ünlü formant frekanslarını betimleyen araştırmalardan meta-analiz amacı doğrultusunda oluşturmaktadır. Çalışmanın verisi üç aşamada elde edilmiştir: (1) çalışmalara ilişkin kapsamın belirlenmesi, (2) seçilen çalışmaların yöntemsel özelliklerinin ayrıntılı olarak incelenmesi ve (3) elde edilen bilgilerin sistematik bir veri tablosuna dönüştürülmesi.

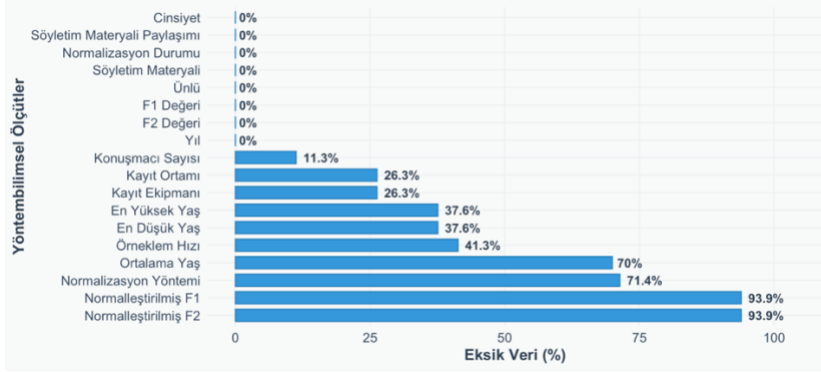
İlk aşamada, Türkçeye yönelik ünlü formant ölçümlerini içeren 22 çalışma belirlenmiştir (Selen (1979), Ergenç (1989), Kılıç (2003), Kılıç & Öğüt (2004), Türk vd. (2004), Çiyiltepe & Orberk (2008), Malkoç (2009, 2011), Çiyiltepe, Bekar & Ergenç (2009), Yılmaz Davutoğlu (2010), Kopkallı-Yavuz (2010), Güven (2015), Korkmaz & Boyacı (2018), Esen Aydınli, Kulak Kayıkçı & Suslu (2019), Korkmaz, Boyacı & Tuncer (2019), Aydın & Uzun (2020), Erdem Nas (2020), Koçak (2020), Börtlü (2020), Akbulut & Erdem Nas (2021), Erdem Nas & Yalçinkaya (2021), Korkmaz & Boyacı (2022)). Belirlenen bu çalışmalardan altısı ağırlıklı olarak bölgesel değişkenlik, ikidillilik ve yabancı dil öğretimi bağlamlarında gerçekleştirildiği için kapsam dışı bırakılmıştır. Bunun sonucunda, yalnızca ölçünlü Türkçede, anadili Türkçe olan konuşurlarla gerçekleştirilen ve üretim verisine dayalı formant ölçümlerini içeren 16 çalışma veri havuzuna dahil edilmiştir. Bu kapsamda çalışmanın çözümlenmesine dahil edilen çalışmalar şunlardır: Selen (1979), Ergenç (1989), Kılıç (2003), Kılıç & Öğüt (2004), Türk vd. (2004), Malkoç (2009, 2011), Yılmaz Davutoğlu (2010), Kopkallı-Yavuz (2010), Korkmaz & Boyacı (2018), Esen Aydınli, Kulak Kayıkçı & Suslu (2019), Aydın & Uzun (2020), Erdem Nas (2020), Börtlü (2020), Akbulut & Erdem Nas (2021), Erdem Nas & Yalçinkaya (2021).

İkinci aşamada, bu 16 çalışmaya yönelik ayrıntılı bir yöntembilimsel okuma gerçekleştirilmiştir. Bu okuma sırasında, her bir çalışmada raporlanan konuşucu sayısı, cinsiyet, yaş, söyletim materyali, söyletim materyalinin paylaşımı, kayıt ortamı, kayıt ekipmanı, kayıt örnekleme hızı, formant değerlerinin normalleştirilip normalleştirilmediği, normalizasyon uygulanmışsa kullanılan yöntem, ünlü ses ve hem normalleştirilen hem de normalleştirilmeyen F1 ve F2 değerleri gibi yöntembilimsel sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bu ayrıntılı okuma sonucunda, çalışmaların önemli bir kısmında yöntemsel ölçütlerin eksik veya farklı biçimlerde sunulduğu görülmüştür.

Üçüncü aşamada, yöntembilimsel okuma sonucunda elde edilen ölçütlerin yer aldığı bir veri tablosu oluşturulmuştur. Ancak bu süreçte bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Öncelikle, birçok çalışmada konuşucu yaşına ilişkin bilginin farklı biçimlerde raporlandığı görülmüştür. Örneğin bazı çalışmalar yalnızca yaş ortalamasını verirken, bazıları en düşük ve en yüksek yaş aralıklarını belirtmiştir (Örneğin, 21-25 yaş arasındaki katılımcılar). Bu nedenle, yaş bilgisi için veri tablosunda üç ayrı sütun açılmış ve bu sütunlar aracılığıyla her çalışmanın sunduğu biçime göre veri girilmiştir. Benzer şekilde, kayıt ortamı ve kullanılan ekipmana ilişkin bilgiler, çoğu çalışmada hiç yer almamış; yer alanlarda ise oldukça genel ifadeler kullanılmıştır. Ayrıca, Aydın ve Uzun'un (2020) da belirttiği gibi, formant ölçümlerine yönelik normalizasyon işlemi yalnızca sınırlı sayıda çalışmada yer almaktadır. Bu durum, normalleştirilmiş F1 ve F2 değerlerinin büyük bir kısmında eksik veri oluşmasına neden olmuştur.

Söz konusu eksiklikleri daha şeffaf biçimde ortaya koymak ve çözüm üretmek amacıyla veri yapısı esnek biçimde tasarlanmış ve veri kaybını en aza indirmek için bazı stratejiler uygulanmıştır. Örneğin, yaş bilgisi için

oluşturulan üçlü sütun yapısı, farklı raporlama biçimlerine uyum sağlama amacı gütmekle kalmamış; çözümlemenin kapsayıcılığını da artırmıştır. Bununla birlikte, örnekleme hızı, kayıt ortamı, kayıt ekipmanı, normalizasyon yöntemi ve normalleştirilmiş formant değerlerine ilişkin sütunlarda önemli ölçüde veri kaybı gözlemlenmiştir. Bu eksik veri durumu, aşağıda sunulan Şekil 5'te görselleştirilmiştir.



Şekil 5. Veri tablosundaki eksik veri

Yukarıda açıklanan süreçlerin sonucunda toplam 219 satırdan oluşan bir veri tablosu elde edilmiştir. Veri tablosundaki her satır, bir çalışmada raporlanan belirli bir ünlüye ilişkin formant ölçümünü temsil etmektedir. Bu veri yapısının sütun mimarisi Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Veri yapısı

| Sütun adı | Tanımı |
|-------------|-------------------------------------------------|
| id | Çalışmanın kimliği |
| year | Çalışmanın yayımlandığı yıl |
| material | Kullanılan veri söyletim materyalinin türü |
| mat_share | Veri söyletim materyalinin paylaşım durumu |
| spcount | Konuşucu sayısı |
| spgender | Konuşucuların cinsiyet bilgisi |
| age_min | En düşük yaş |
| age_max | En yüksek yaş |
| age_mean | Ortalama yaş |
| env | Kayıt ortamı |
| equipment | Kayıt sırasında kullanılan ekipman |
| sample_khz | kHz cinsinden örnekleme hızı |
| norm | Normalizasyon işleminin uygulanıp uygulanmadığı |
| norm_method | Normalizasyon yapıldıysa kullanılan yöntem |
| f1nonr | Normalleştirilmemiş F1 değeri |
| f2nonr | Normalleştirilmemiş F2 değeri |
| f1nor | Normalleştirilmiş F1 değeri |
| f2nor | Normalleştirilmiş F2 değeri |

Elde edilen bu veri kümesi, araştırmacılarla şeffaf ve yeniden üretilebilir biçimde paylaşılmak üzere OSF (Open Science Framework, osf.io) platformu üzerinden açık erişime sunulmuştur (Kaya ve Yağlı, 2025).⁵

4.2 Veri inceleme yöntemi

Bu çalışmada, meta-analiz kapsamında oluşturulan veri tablosunun istatistiksel çözümlemesi R programlama dili (R Core Team, 2021) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri çözümlemesinde karma etkiler modeli (İng. mixed-effects model) benimsenmiş ve bu modellerin uygulanmasında *lme4* (Bates vd., 2015) ve *lmerTest* (Kuznetsova vd., 2017) paketlerinden yararlanılmıştır.

Karma etkiler modelinin benimsenmesinin arka planında, veri yapısına ilişkin bazı temel gözlemler bulunmaktadır. Bu gözlemlerden ilki, ünlü verisi tablosunun karmaşık ve hiyerarşik bir yapıya sahip olmasıdır. İncelenen çalışmalar, farklı örneklem büyüklükleriyle ve değişen yöntembilimsel yaklaşımlarıyla veri üretmiş; buna bağlı olarak her bir çalışmada raporlanan ünlü formant değerleri hem çalışmalar arasında hem de çalışmaların kendi içindeki ünlü türleri arasında sistematik farklılıklar gösterebilecek potansiyele sahiptir. Ayrıca, aynı çalışmaya ait birden fazla gözlem satırı bulunduğundan, gözlemler arasında olası bağımlılık ilişkileri söz konusudur. Bu nedenle, veriye uygulanacak modelin bu çok düzeyli yapıyı dikkate alması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu doğrultuda geliştirilen karma etkiler modelinde iki düzeyde rastgele etki tanımlanmıştır: (1 | Çalışma) ve (1 | Çalışma:Ünlü). İlk olarak, her çalışmanın kendi örnekleme dayalı olarak veri sunduğu dikkate alınarak, çalışmalar rastgele etki olarak modele dahil edilmiştir. İkinci olarak ise, çalışmaların kendi içlerinde ünlüleri raporlama biçimlerinde farklılık gösterebileceği öngörüsüne dayanarak, çalışma ve ünlü etkileşimi (Örneğin, bir çalışmanın bazı ünlüleri raporlayıp diğerlerini dışarıda bırakması ya da olağanın dışında sapma ile raporlaması olasılığı) ayrı bir rastgele etki olarak modele eklenmiştir.

Modeldeki sabit etkiler ise çalışmalarda raporlanan temel yöntembilimsel değişkenler üzerinden yapılandırılmıştır. Bu değişkenler arasında çalışmanın yılı, konuşucu cinsiyeti, kullanılan söyletim materyali, kayıt ortamı, kayıt ekipmanı, ortalama yaş, en düşük yaş, en yüksek yaş ve örnekleme hızı yer almaktadır.

Analiz sürecinde, geliştirilen karma etkiler modeli her bir ünlü ses için ayrı ayrı uygulanmıştır. Bu tercihin arkasında, ünlülerin üretimsel özelliklerine ilişkin bazı gözlemler yer almaktadır. Her ünlü ses, farklı

⁵ OSF, bilimsel araştırma süreçlerinde şeffaflığı, açıklığı ve yeniden üretilebilirliği desteklemek amacıyla geliştirilen çevrim içi bir açık bilim platformudur. Araştırmacılar bu platform aracılığıyla veri kümelerini, analiz kodlarını, görselleri ve diğer araştırma çıktılarını açık erişimli biçimde paylaşabilir, böylece bilimsel işbirliğini ve yeniden kullanım olanaklarını artırabilirler. Türkiye bağlamında yürütülen dilbilim araştırmalarında açık bilime yönelik kavramsal çerçeveyi tartışan ve ön kayıt, veri paylaşımı ve yeniden üretilebilir iş akışları gibi temel uygulamalara dikkat çeken bir çalışma için bakınız Ataman, Çağlar ve Kırkıcı (2021).

eklemleyici pozisyonları, hava akımı düzenlemeleri ve rezonans özelliklerine sahiptir. Bu fizyolojik ve akustik farklılıklar, tüm ünlülerin tek bir modelle birlikte analiz edilmesini istatistiksel olarak sorunlu hale getirebilmekte ve modelin açıklayıcılığını sınırlayabilmektedir. Bu nedenle, daha düşük hata oranı ve daha yüksek açıklayıcılık düzeyi elde edebilmek adına, modelleme süreci ses türü düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda kullanılan model mimarisi (1)'de sunulmuştur.

(1) Analizde kullanılan modeller⁶

- (a) $F1_{Nonr} \sim Yıl + Cinsiyet + Materyal + Ortam + Araç + Ortalama\ yaş + En\ düşük\ yaş + En\ yüksek\ yaş + Örneklem\ hızı (1 | Çalışma) + (1 | Çalışma:Ünlü)$
- (b) $F2_{Nonr} \sim Yıl + Cinsiyet + Materyal + Ortam + Araç + Ortalama\ yaş + En\ düşük\ yaş + En\ yüksek\ yaş + Örneklem\ hızı (1 | Çalışma) + (1 | Çalışma:Ünlü)$

(1)'de sunulan model yapısı, çalışmalarda gözlemlenen yöntemsel çeşitliliğin formant değerleri üzerindeki etkilerini değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Bu değerlendirme, ölçünlü Türkçeye ilişkin formant verilerini yöntemsel bağlamlarıyla birlikte ele alan sistematik bir meta-analiz yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Böylece, alanyazındaki bulguların karşılaştırılabilir biçimde yorumlanması mümkün hale gelmiştir.

5. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, ölçünlü Türkçenin ünlü formantlarına yönelik gerçekleştirilen çalışmalara dayalı olarak yürütülen meta-analizin bulguları sunulmakta ve bu bulgular çerçevesinde ünlü formant araştırmalarının yöntembilimsel nitelikleri tartışılmaktadır. Meta-analiz kapsamında her bir ünlü ses için ayrı ayrı geliştirilen modeller elde edilmiştir. Bu modellere ilişkin en temel gözlem, modellerdeki rastgele etkilerin sabit etkilere kıyasla daha baskın bir açıklayıcılığa sahip olmasıdır. Bu durum, formant verilerine ilişkin çalışmalarda araştırmacılar tarafından açıkça raporlanmayan ancak modele yansayan örtük yöntembilimsel farklılıkların varlığına işaret etmektedir.

Özellikle her çalışmanın farklı veri toplama süreçleri, konuşucu profilleri ve kayıt koşulları gibi yöntemsel ayrımlar içermesi, modellerde rastgele etkilerin yüksek varyans açıklayıcılığına sahip olmasına neden olmuştur. Ayrıca, verinin her bir çalışmada belirli bir ünlüye ilişkin olarak elde edilmesi sırasında kullanılan söyletim materyali, kayıt ortamı ve konuşucu yaşı gibi değişkenlerin bu etkiyi artırdığı düşünülmektedir. Bu gözlemleri sınamak

⁶ Modelin R ortamı ile uyumlu mimarisi şu şekilde sunulabilir:

$F1_{nonr} \sim year + spgender + material + env + equipment + age_mean + age_min + age_max + samplekhz + (1 | study) + (1 | study:vowel)$

$F2_{nonr} \sim year + spgender + material + env + equipment + age_mean + age_min + age_max + samplekhz + (1 | study) + (1 | study:vowel)$

amacıyla, rastgele etkilerin modele anlamlı katkı yapıp yapmadığını belirlemek için *olabilirlik oranı testi* (İng. likelihood ratio test, LRT) uygulanmıştır. Bu test, hem çalışmalar arası değişkenliğin (1 | Çalışma) hem de çalışmalar içindeki farklı ünlülerin (1 | Çalışma:Ünlü) ayrı ayrı değerlendirilebilmesini sağlamıştır.

Aşağıda sunulan Tablo 2 ve 3, [e] ünlüsü için geliştirilen modelin çıktıları vermektedir.

Tablo 2. [e] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele Etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Çalışma | 4.32 | 2.08 | 9.42 | 3.07 | %23 | %23 |
| Çalışma: Ünlü | 6.65 | 2.58 | 17.58 | 4.19 | %35 | %43 |
| Artık | 7.99 | 2.83 | 14.02 | 3.74 | %42 | %34 |

Tablo 3. [e] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Sabit etkiler

| Sabit Etkiler | Tahmin (F1) | Standart Hata (F1) | Serbestlik Derecesi (F1) | t Değeri (F1) | p Değeri (F1) | Tahmin (F2) | Standart Hata (F2) | Serbestlik Derecesi (F2) | t Değeri (F2) | p Değeri (F2) |
|-----------------------|--------------|--------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| Intercept | 477.8 | 162800.0 | 0.002 | 0.003 | 0.99987 | 1938 | 224100.0 | 0.0175 | 0.009 | 0.999 |
| Yıl | -0.000000019 | 79.73 | 0.002 | 0.000 | 1.00000 | -0.0000003879 | 109.7 | 0.0175 | 0.000 | 1.000 |
| Cinsiyet (Karma) | 64.69 | 2553.0 | 0.002 | 0.025 | 0.99891 | 175.8 | 3513.0 | 0.0175 | 0.050 | 0.994 |
| Cinsiyet (Kadın) | 74.38 | 14.78 | 7.0 | 5.033 | 0.00151 | 334.6 | 19.51 | 7.0 | 17.152 | 0.001 |
| Materyal (Paragraf) | -114.5 | 2277.0 | 0.002 | -0.050 | 0.99805 | 141.2 | 3134.0 | 0.0175 | 0.045 | 0.994 |
| Materyal (Ses) | 4.70 | 27.65 | 7.0 | 0.170 | 0.86984 | -1.85 | 36.50 | 7.0 | -0.051 | 0.961 |
| Materyal (Sözcük) | -126.0 | 3789.0 | 0.002 | -0.033 | 0.99862 | -53.66 | 5214.0 | 0.0175 | -0.010 | 0.999 |
| Kayıt ortamı (Stüdyo) | 180.5 | 5465.0 | 0.002 | 0.033 | 0.99862 | 34.91 | 7522.0 | 0.0175 | 0.005 | 0.999 |
| Kayıt ortamı (Oda) | 97.30 | 2474.0 | 0.002 | 0.039 | 0.99840 | 92.60 | 3405.0 | 0.0175 | 0.027 | 0.996 |
| Ekipman (Mikrofon) | 102.3 | 1758.0 | 0.002 | 0.058 | 0.99783 | 65.6 | 2419.0 | 0.0175 | 0.027 | 0.996 |

Tablo 3 ve 4 takip edildiğinde, toplam varyansın büyük bir bölümünün rastgele etkiler tarafından açıklandığı görülmektedir. Örneğin, [e] ünlüsüne ilişkin F1 değerlerindeki değişkenliğin %35'i çalışma-ünlü etkileşiminden, %23'ü ise farklı çalışmalar arasındaki yöntembilimsel farklardan kaynaklanmaktadır ($p < .05$). Buna karşın sabit etkilerin varyans üzerindeki etkisi daha sınırlıdır; örneğin [e] için yalnızca cinsiyet değişkeninin anlamlı bir sabit etki gösterdiği görülmektedir ($p < .05$). Bu durum, formant değerleriyle ilgili verilerin yalnızca sabit değişkenlerle değil, aynı zamanda çalışmalara özgü daha derin yapısal farklılıklarla da şekillendiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada diğer ünlüler için geliştirilen modellerin rastgele etki çıktıları da hemen hemen benzer eğilimler göstermektedir.⁷

Bu bulgular, bir önceki bölümde de belirtildiği üzere, veri tablosunun oluşturulması sürecinde yapılan ayrıntılı yöntembilimsel okuma sırasında da gözlemlenen duruma paraleldir. Çalışmalarda belirli bir yöntembilimsel ölçütün izlenmemesi, verilerin ortak bir zeminde değerlendirilmesini büyük ölçüde güçleştirmiştir. Bu yöntembilimsel dağınıklık, veri tablosunda eksik verilerin oluşmasına yol açmış ve formant ölçümlerinin karşılaştırılabilirliğini sınırlamıştır.

Aslında yalnızca ölçünlü Türkçeye odaklanan 16 çalışmanın yöntembilimsel ölçütlerle oluşturulduğu genel tablo değil, tek bir çalışmada ele alınan bir ünlü sesin verisi dahi kendi içinde oldukça hiyerarşik ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Çalışmalar çoğu zaman yaş, cinsiyet, söyletim materyali ve kayıt ortamı gibi temel bilgileri sunsa da bu bilgilerin ardında yatan daha derin etkileyen faktörlerin çoğu genellikle raporlanmamıştır. Örneğin, konuşucunun kimliği, dilsel tutumu ve kullandığı deyiş gibi toplumsal arka plan özellikleri ya da ünlünün öncesindeki ve sonrasındaki sesler gibi sesbilgisel bağlamı, formant değerlerini ciddi biçimde etkileyebilecek unsurlardır. Bir çalışmada söyletim materyali olarak yalnızca sözcüklerin belirlenip şeffaf biçimde sunulması, yöntembilimsel raporlama açısından olumlu bir yaklaşım olsa da bu sözcüklerdeki ünlülerin eşsesletimden nasıl etkilendiği gibi kritik etmenlerin göz ardı edilmesi riskini ortadan kaldırmaz.

Bu noktada tartışmaya açık olan temel soru şudur: Türkçenin ünlü formantlarını betimleyen çalışmalarda hangi yöntembilimsel ölçütler raporlanmamış olabilir? Bu soruya verilecek yanıt, yalnızca eksik bilgilerin saptanması açısından değil, aynı zamanda alandaki betimlemelerin karşılaştırılabilirliğini etkileyen yapısal sorunların anlaşılması açısından da önemlidir. Bu bölümün takip eden satırlarında, Türkçenin ünlü formantları alanyazınında sıklıkla göz ardı edilen ya da yetersiz biçimde raporlanan bazı temel yöntembilimsel etkenler sunulmaktadır.

Formant verilerindeki farklılaşmanın önemli bir bölümü, çoğu çalışmada açıkça belirtilmeyen fakat ölçümleri doğrudan etkileyen yöntemsel değişkenlerle ilişkilendirilebilir. Bunların başında kayıt koşulları gelmektedir. Stüdyo mikrofonları, bilgisayar mikrofonları, taşınabilir ses kayıt cihazları ya

⁷ Çalışmada ele alınan diğer ünlülere yönelik rastgele etkilere ilişkin tablolar çalışma ekinde sunulmuştur.

da cep telefonu mikrofonları gibi kayıt sürecinde kullanılan ekipman türleri arasında formant değerlerinde anlamlı farklar oluşabilmektedir (Fahed vd., 2022; Zhang, Jepson ve Chuang, 2024). Ölçümün gerçekleştirildiği donanımın teknik kapasitesi, ses sinyalinin kalitesini doğrudan etkileyerek akustik verilerin güvenilirliğini belirlemektedir (Jannets vd., 2019). Bu bağlamda, laboratuvar ortamında profesyonel ekipmanlarla elde edilen verileri ile uzaktan veri toplama araçları kullanılarak toplanan veriler arasında formant düzeyinde farklılıkların gözlemlenmesi şaşırtıcı değildir (Chai ve Garellek, 2022; Conklin, 2023).

Kayıt ekipmanının yanı sıra, konuşucu seçimi de formant verilerinin doğasını etkileyen önemli bir değişkendir. Konuşucuların yaş ve konuşma biçimi gibi özellikler, ünlü üretimi üzerinde sistematik etkiler yaratmaktadır. Özellikle yaş değişkeni, bölgesel değişkenlik çalışmalarında formant yapısını doğrudan etkilemektedir (Clopper, Pisoni ve De Jong, 2005; Jacewicz, Fox ve Salmons, 2011). Peterson ve Barney'in (1952) ölçünlü Amerikan İngilizcesi üzerine gerçekleştirdiği klasik çalışma bile, sonradan yapılan araştırmalarla aslında ciddi düzeyde bölgesel değişkenlik içerdiği gösterilen bir örneğe dönüşmüştür. Buna ek olarak, resmi ve gündelik konuşma gibi konuşma biçimindeki farklılıklar, ünlü üretim süresi ve formant değerleri üzerinde anlamlı etkilere sahiptir (Clopper, Pisoni ve De Jong, 2005; Nolan vd., 2009).

Söyletim yöntemi de ünlü formantlarının ölçümünü etkileyen kritik bir unsurdur. Sözcük listeleri, taşıyıcı tümceler, yalın sesler veya sürekli konuşmadan oluşan veri toplama bağlamları, elde edilen formant frekanslarını doğrudan biçimlendirmektedir (Kent ve Vorperian, 2018).⁸ Söyletim materyalinin içeriği, konuşucunun deney ortamına tepkisi ve eşsesletim gibi etmenler, verinin geçerliliğini etkileyen önemli parametrelerdir (Clopper, Pisoni ve De Jong, 2005). Bu nedenle, yalnızca sözcüğün yüzeysel biçimde sunulması, o sözcükteki ünlünün sesbilgisel bağlamının göz ardı edilmesine yol açabilmektedir.

Son olarak, verilerin incelenmesi ve işlenmesinde kullanılan yöntemler ve yazılımlar da formant değerlerinde farklılık yaratabilmektedir. Aynı akustik veri, kullanılan analiz aracına bağlı olarak farklı biçimlerde ölçülebilmektedir (Burriss vd., 2014). Ayrıca, formant analizinde benimsenen çözümlenme parametreleri, elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve karşılaştırılabilirliğini doğrudan etkilemektedir (Kendall ve Vaughn, 2015, 2020). Bu bağlamda, hem veri üretim süreçlerinde hem de analiz aşamalarında benimsenen standartların belirginleştirilememesi, Türkçeye ilişkin formant çalışmalarında tutarlı ve karşılaştırılabilir sonuçlara ulaşılmasını güçleştirmektedir.

⁸ Taşıyıcı tümce, konuşma verisinin sabit bir sözdizimsel bağlam içinde elde edilmesini sağlamak amacıyla kullanılan sabit yapılı ifadelerdir. Bu veri söyletim yönteminde genellikle hedef sözcük ya da ses bir boşluğa yerleştirilir (Örneğin, Ali ___ dedi.) Bu yöntem, seslerin üretimini etkileyebilecek bağlamsal (önceki/sonraki) ses dizilimlerini kontrol altına alarak ölçümlerdeki değişkenliği azaltmayı amaçlar.

Sonuç olarak, bu bölümdeki inceleme aracılığıyla elde edilen bulgular, Türkçenin ünlü formantlarını betimleyen çalışmaların yöntembilimsel çeşitliliğinin yalnızca formant ölçümleri üzerindeki etkilerine değil, aynı zamanda alanyazında karşılaştırılabilirliğin sınırlarına da vurgu yapmaktadır. Rastgele etkilerin baskınlığı, araştırmacılar tarafından çoğu zaman açık biçimde raporlanmayan ancak veri üretim ve analiz süreçlerine için olan yöntemsel farklılıkların güçlü bir göstergesi niteliğindedir.

6. Sonuç

Bu meta-analiz, Türkçenin ünlü formantlarına ilişkin yürütülen çalışmaların sistematik bir çerçevede değerlendirilmesine olanak tanımış; böylece alanyazındaki yöntembilimsel çeşitliliğin ve dağınıklığın ölçülebilir etkilerini görünür kılmıştır. İncelenen çalışmalarda gözlemlenen örtük yöntemsel farklılıkların, geliştirilen modellerde sabit etkilerden çok rastgele etkiler aracılığıyla açıklanması, bu çeşitliliğin istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde modellendiğini ortaya koymuştur. Bu durum, yalnızca geçmiş çalışmalardaki örtük varsayımların açığa çıkarılmasına değil, aynı zamanda gelecekteki araştırmalar için yöntemsel bir uyarı işlevi görmesine de olanak sağlamaktadır.

Elde edilen bulgular, yöntembilimsel şeffaflığın sağlanmasının dilbilimsel verilerin karşılaştırılabilirliği açısından ne denli kritik olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle modellerdeki varyansın büyük ölçüde çalışmalara özgü rastgele etkilerle açıklanması, veri üretim sürecinde açık biçimde raporlanmayan ya da sistematikleştirilmeyen değişkenlerin önemli rol oynadığını göstermektedir. Nitekim çalışmalarda veri söyletim yöntemi, kayıt ortamı, kullanılan ekipman ve konuşucu özellikleri gibi temel değişkenler çoğu zaman rapor edilmekle birlikte, ölçüm yöntemleri, sesbilgisel bağlam ve konuşucuların toplumsal arka planı gibi daha derin düzeydeki etmenler sıklıkla göz ardı edilmektedir. Bu eksiklik, yalnızca tekil çalışmaların iç tutarlılığını değil, aynı zamanda çalışmalar arası karşılaştırmaların geçerliliğini de etkilemektedir. Böyle bir yöntembilimsel belirsizlik, alandaki bilgi birikiminin birikimli biçimde gelişmesini sınırlandırmakta ve farklı çalışmaların birbiri ile iletişim kurmasını da zorlaştırmaktadır.

Winter ve Grice'in (2021) de belirttiği gibi, dilbilim araştırmalarının yalnızca istatistiksel analiz tekniklerine odaklanması yeterli değildir; aynı zamanda tutarsızlıkların nasıl ele alınacağına ilişkin açık bir yöntem tasarımı da benimsenmelidir. Katılımcı demografisi, kayıt koşulları ve veri söyletim yöntemleri gibi temel değişkenlerde tutarsızlıklar barındıran çalışmaların bulguları, yalnızca o çalışmanın bağlamına özgü kalır ve daha geniş bir dilsel olguyu temsil etme iddiasından uzaklaşır. Bu çalışma, yalnızca formant ölçüm yöntemlerine ilişkin bir değerlendirme sunmakla kalmamakta, aynı zamanda Türkçede deneysel sesbilgisi ve sesbilim araştırmalarında ve dil değişkenliği çalışmaları için yeniden üretilebilir ve karşılaştırılabilir veri üretiminin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Türkçenin ünlü formantları gibi sesbilgisel ve sesbilimsel betimlemelerine ilişkin yapılacak gelecekteki çalışmalarda, yöntemsel şeffaflık, standartlaştırma ve yeniden üretilebilirlik

ilkelerinin öncelikli hedefler arasında yer alması gerektiği açıktır. Özellikle ortak bir ölçüm protokolü ve raporlama ölçütünün belirlenmesi hem veri niteliğini artıracak hem de farklı araştırmalar arasında doğrudan karşılaştırma yapılabilmesini olanaklı kılacaktır. Bunun yanı sıra, açık veri paylaşımı kültürünün güçlendirilmesi, alandaki bulguların doğrulanabilirliğini artıracak ve Türkçenin sesbilgisel özelliklerine ilişkin daha bütüncül ve erişilebilir bir bilgi zemini oluşturacaktır.

Kaynaklar

- Akbulut, M., & Erdem Nas, G. (2021). Türkçe öğrenen Boşnak konuşurlarının Türkçe ünlü üretimi. *Karadeniz Araştırmaları*, 71, 735-762.
- Arslan, M. N., & Uzun, İ. P. (2025). An acoustic analysis of surrounding vowel effects on intervocalic /h/ in Turkish. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 42(1), 248-261.
<https://doi.org/10.32600/huefd.1534383>
- Ataman, E., Çağlar, O. C., & Kırkıcı, B. (2021). Dilbilim araştırmalarında açık bilim. *Dilbilim Araştırmaları Dergisi*, 32(2), 149-175.
<https://doi.org/10.18492/dad.936072>
- Aydın, Ö., & Uzun, İ. P. (2020). Ünlü formant normalizasyonu: R programlama dilinde bir uygulama. İ. P. Uzun (Yay. haz.), *Kuramsal ve uygulamalı sesbilim* içinde (ss. 297-322). Seçkin Yayıncılık.
- Bates, D., vd. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bickley, C. A. (1989). *Acoustic evidence for the development of speech*. Research Laboratory of Ethics (RLE) Technical Report No 548. MIT.
- Börtlü, G. (2020). *The vowel triangle of Turkish and phonological processes of laxing and fronting in Turkish* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İngiliz Dilbilimi Anabilim Dalı. <http://hdl.handle.net/11655/22583>
- Burris, C., vd. (2014). Quantitative and descriptive comparison of four acoustic analysis systems: Vowel measurement. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(1), 26-45.
[https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013\)12-0103](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0103)
- Chai, Y., & Garellek, M. (2022). On H1-H2 as an acoustic measure of linguistic phonation type. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 152, 1856-1870. <https://doi.org/10.1121/10.0014175>
- Chung, H., vd. (2012). Cross-linguistic studies of children's and adults' vowel spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131, 442-454.
<https://doi.org/10.1121/1.3651823>
- Clopper, C. G. (2009). Computational methods for normalizing acoustic vowel data for talker differences. *Language and Linguistics Compass*, 3(6), 1430-1442.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1749818X.2009.00165.x>
- Clopper, C. G., Pisoni, D. B., & De Jong, K. (2005). Acoustic characteristics of the vowel systems of six regional varieties of American English. *The*

- Journal of the Acoustical Society of America*, 118, 1661-1676.
<https://doi.org/10.1121/1.2000774>
- Conklin, J. (2023). Examining recording quality from two methods of remote data collection in a study of vowel reduction. *Laboratory Phonology* 14(1). doi: <https://doi.org/10.16995/labphon.10544>
- Çiyiltepe, M., & Orberk, M. S. (2008). Konuşmacı tanıma/tanımlamada Türkiye Türkçesindeki ünlülerin formant analizi. M. Sarıca, N. Sarıca, & A. Karaca (Yay. haz.), *XXII. Dilbilim Kurultayı bildirimleri* içinde (ss. 293-298). Cantekin Matbaası.
- Çiyiltepe, M., Bekar, İ. P., & Ergenç, İ. (2009). Changing formant values: Synthesis of four regions of Turkey. S. Ay vd. (Yay. haz.), *Essays on Turkish linguistics* içinde (ss. 3-9). Harrassowitz Verlag.
- Erdem Nas, G. (2020). Ünlüler ile ilgili kuramlar çerçevesinde Türkçedeki ünlüler. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, 07, 237-252.
<https://doi.org/10.29000/rumelide.813412>
- Erdem Nas, G., & Yalçınkaya, S. (2021). Endonezya dili konuşurlarının Türkçe ünlü üretimi (Bir R dili uygulaması). *Disiplinler Arası Dil Araştırmaları*, 2(2), 1-24.
- Ergenç, İ. (1989). *Türkiye Türkçesinin görsel sesbilimi: Sesbirimlere genel bir bakış*. Engin Yayıncılık.
- Esen Aydın, F., Kulak Kayıkcı, M. E., & Suslu, N. (2019). Temporal and frequency characteristics of Turkish vowels in laryngectomized speakers: Preliminary study. *Medeniyet Medical Journal*, 34, 149-159.
<https://doi.org/10.5222/MMJ.2019.42744>
- Fahed, V. S., Doheny, E. P., Busse, M., Hoblyn, J., & Lowery, M. M. (2022). Comparison of acoustic voice features derived from mobile devices and studio microphone recordings. *Journal of Voice*. <http://doi.org/10.1016/j.jvoice.2022.10.006>
- Fant, G. (1960). *Acoustic theory of speech production*. Mouton.
- Fletcher, A. R. vd. (2015). The relationship between speech segment duration and vowel centralization in a group of older speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138, 2132-2139.
<https://doi.org/10.1121/1.4930563>
- Fox, R. A., & Jacewicz, E. (2009). Cross-dialectal variation in formant dynamics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126, 2603-2618. <https://doi.org/10.1121/1.3212921>
- Güven, M. (2015). Türkçedeki ünlülerin formant frekans değerleri ve enkliz “ses” olayı. *Turkish Studies*, 10(16), 689-712.
<https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.8941>
- Hillenbrand, J. (2013). Static and dynamic approaches to vowel perception. G. S. Morrison & P. F. Assmann (Yay. haz.), *Vowel inherent spectral change* içinde (ss. 9-30). Springer.
- Hillenbrand, J., vd. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 3099-3111. <https://doi.org/10.1121/1.411872>

- Jacewicz, E., Fox, R. A., & Salmons, J. (2011). Vowel change across three age groups of speakers in three regional varieties of American English. *Journal of Phonetics*, 39(4), 683-693. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2011.07.003>
- Jannetts, S., vd. (2019). Assessing voice health using smartphones: Bias and random error of acoustic voice parameters captured by different smartphone types. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54, 292-305. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12457>
- Jin, S.-H., & Liu, C. (2013). The vowel inherent spectral change of English vowels spoken by native and non-native speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133, EL363-EL369. <https://doi.org/10.1121/1.4798620>
- Jones, D. (1917). *Speech sounds: Cardinal vowels*. The Gramophone.
- Kaya, A. Ç., & Yağlı, E. (2025, 17 Nisan). *Türkçe ünlülerin meta-analizi* [Veri]. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UA465>
- Kendall, T., & Vaughn, C. (2015). Measurement variability in vowel formant estimation: A simulation experiment. M. Wolters vd. (Yay. haz.), *Proceedings of the International Congress on Phonetics (ICPhS) 2015*. International Phonetic Association.
- Kendall, T. & Vaughn, C. (2020). Exploring vowel formant estimation through simulation-based techniques. *Linguistics Vanguard*, 6(s1), 20180060. <https://doi.org/10.1515/lingvan-2018-0060>
- Kent, R. D., & Vorperian, H. K. (2018). Static measurements of vowel formant frequencies and bandwidths: A review. *Journal of Communication Disorders*, 74, 74-97. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2018.05.004>
- Kılıç, M. A. (2003). Türkiye Türkçesindeki ünlülerin sesbilgisel özellikleri. D. Akar & S. Özsoy (Yay. haz.), *Proceedings of the 10th International Conference on Turkish Linguistics* içinde (ss. 3-18). Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Kılıç, M. A., & Ögüt, F. (2004). A high unrounded vowel in Turkish: Is it central or back vowel? *Speech Communication*, 43(1-2), 143-154. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2004.03.001>
- Koçak, A. (2020). *Yabancı dil olarak Türkçe öğretiminde telaffuz: Bir karma yöntem araştırması ve ünlülerin telaffuz öğretimine yönelik yeni bir teknik* [Doktora Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk Dili ve Edebiyatı Anabilim Dalı.
- Kopkallı-Yavuz, H. (2010). The sound inventory of Turkish: Consonants and vowels. S. Topbaş & M. Yavaş (Yay. haz.), *Communication disorders in Turkish* içinde (ss. 27-47). Multilingual Matters.
- Korkmaz, Y., & Boyacı, A. (2018). Examining vowels' formant frequency shifts caused by preceding consonants for Turkish language. *Journal of Engineering and Technology*, 2(2), 38-47.
- Korkmaz, Y., & Boyacı, A. (2022). A comprehensive Turkish accent/dialect recognition system using acoustic perceptual formants. *Applied Acoustics*, 193, 108761.

- <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108761>
Korkmaz, Y., Boyacı, A., & Tuncer, T. (2019). Turkish vowel classification based on acoustical and decompositional features optimized by genetic algorithm. *Applied Acoustics*, 154, 28-35.
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.04.027>
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1-26. <https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>
- Labov, W., Ash, S., & Boberg, C. (2006). *The atlas of North American English: Phonetics, phonology, and sound change: A multimedia reference tool*. Mouton de Gruyter.
- Ladefoged, P. (1967). *Three areas of experimental phonetics*. Cambridge University Press.
- Lee, S., Potamianos, A., & Narayanan, S. (1999). Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105, 1455-1468. <https://doi.org/10.1121/1.426686>
- Lindblom, B. (1963). Spectrographic study of vowel reduction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 35, 1773-1781. <https://doi.org/10.1121/1.1918816>
- Loakes, D. (2006). *A forensic phonetic investigation into the speech patterns of identical and non-identical twins* [Doktora Tezi]. School of Languages and Literatures, The University of Melbourne.
- Lobanov, B. M. (1971). Classification of Russian vowels spoken by different speakers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 606-608. <https://doi.org/10.1121/1.1912396>
- Malkoç, E. (2009). Türkçe ünlü formant frekans değerleri ve bu değerlere dayalı ünlü dörtgeni. *Dil Dergisi*, 146, 71-85. https://doi.org/10.1501/Dilder_0000000122
- Malkoç, E. (2011). *Konuşmanın kişiye özgü değişmezleri: Ünlüler üzerine sesbilgisel bir çalışma* [Doktora Tezi]. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Maurer, D. (2024). *Acoustics of the vowel: Indices*. Peter Lang.
- Morrison, G. S., & Nearey, T. M. (2007). Testing theories of vowel inherent spectral change. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122, EL15-EL22. <https://doi.org/10.1121/1.2739111>
- Nearey, T. M. (1978). *Phonetic feature systems for vowels*. Indiana University Linguistics Club.
- Nearey, T. M. (1989). Static, dynamic, and relational properties in vowel perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2088-2113. <https://doi.org/10.1121/1.397861>
- Nearey, T. M., & Assmann, P. F. (1986). Modeling the role of inherent spectral change in vowel identification. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 80, 1297-1308. <https://doi.org/10.1121/1.394433>

- Nolan, F., & Oh, T. (1996). Identical twins, different voices. *The International Journal of Speech, Language and the Law*, 3(1), 39-49. <https://doi.org/10.1558/ijssl.v3i1.39>
- Nolan, F., vd. (2009). The DyViS database: Style-controlled recordings of 100 homogenous speakers for forensic phonetic research. *The International Journal of Speech, Language and the Law*, 16(1), 31-57. <https://doi.org/10.1558/ijssl.v16i1.31>
- Peterson, G. E., & Barney, H. L. (1952). Control methods in a study of the vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 24, 175-184. <https://doi.org/10.1121/1.1906875>
- Pfützing, H. R., & Niebuhr, O. (2011). Historical development of phonetic vowel systems: The last 400 years. *ICPhS XVII*, 160-163.
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing.
- Selen, N. (1979). *Söyleyiş sesbilimi, akustik sesbilim ve Türkiye Türkçesi*. TDK Yayınları.
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic phonetics*. MIT Press.
- Strange, W. (1989). Evolving theories of vowel perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2081-2087. <https://doi.org/10.1121/1.397860>
- Studdert-Kennedy, M. (1964). The perception of speech. In T. A. Sebeok (Yay. haz.), *Current trends in linguistic* içinde (pp. 2349-2385). Mouton.
- Trautmüller, H. (1990). Analytical expressions for the tonotopic sensory scale. *Journal of the Acoustic Society of America*, 88(1), 97-100. <https://doi.org/10.1121/1.399849>
- Turner, G. S., Tjaden, K., & Weismer, G. (1995). The influence of speaking rate on vowel space and speech intelligibility for individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 1001-1013. <https://doi.org/10.1044/jshr.3805.1001>
- Türk, O., vd. (2004). Türkçede ünlülerin formant incelemesi. İ. Ergenç, vd. (Yay. haz.), *Dilbilim incelemeleri* içinde (ss. 67-76). Doğan Yayıncılık.
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* [R Paketi]. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>
- Winter, B., & Grice, M. (2021). Independence and generalizability in linguistics. *Linguistics*, 59(5), 1251-1277. <https://doi.org/10.1515/ling-2019-0049>
- Yılmaz Davutoğlu, A. (2010). *Standart Türkçedeki ünlülerin akustik analizi ve fonetik altyapılar*. [Sanatta Yeterlilik Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tiyatro Sanat Dalı.
- Zhang, C., Jepson, K. & Chuang, Y., (2024) Investigating differences in lab-quality and remote recording methods with dynamic acoustic measures. *Laboratory Phonology* 15(1). <https://doi.org/10.16995/labphon.10492>

Ek

Bu çalışma kapsamında geliştirilen modellerde rastgele etkilerin model geneline anlamlı katkı yapıp yapmadığına yönelik uygulanan olabilirlik oranı testini içeren tablolar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. [i] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | p LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Çalışma | 16.20 | 4.02 | 21.80 | 4.67 | %16 | %22 | < .05 |
| Çalışma:Ünlü | 52.04 | 7.21 | 41.97 | 6.48 | %52 | %42 | < .05 |
| Artık | 31.76 | 5.64 | 36.23 | 6.02 | %32 | %36 | - |

Tablo 2. [œ] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | p LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Çalışma | 0.00 | 0.00 | 14.00 | 3.74 | %9 | %39 | > .05 |
| Çalışma:Ünlü | 12.00 | 3.46 | 21.20 | 4.61 | %61 | %59 | < .05 |
| Artık | 6.10 | 2.47 | 0.72 | 0.85 | %30 | %2 | - |

Tablo 3. [y] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | p LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Çalışma | 15.00 | 3.87 | 10.00 | 3.16 | %79 | %24 | < .05 |
| Çalışma:Ünlü | 2.50 | 1.58 | 16.50 | 4.06 | %13 | %40 | < .05 |
| Artık | 1.50 | 1.22 | 14.50 | 3.81 | %8 | %36 | - |

Tablo 4. [a] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | p LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| Çalışma | 4.00 | 2.00 | 8.00 | 2.83 | %20 | %25 | < .05 |
| Çalışma:Ünlü | 11.20 | 3.35 | 11.90 | 3.45 | %56 | %37 | < .05 |
| Artık | 4.80 | 2.19 | 12.10 | 3.48 | %24 | %38 | - |

Tablo 5. [u] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | <i>p</i> LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| Çalışma | 2.00 | 1.41 | 8.00 | 2.83 | %10 | %25 | < .05 |
| Çalışma:Ünlü | 15.00 | 3.87 | 11.40 | 3.38 | %75 | %36 | < .05 |
| Artık | 3.00 | 1.73 | 12.60 | 3.55 | %15 | %39 | - |

Tablo 6. [o] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | <i>p</i> LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| Çalışma | 0.50 | 0.71 | 12.00 | 3.46 | %1 | %24 | > .05 |
| Çalışma:Ünlü | 28.00 | 5.29 | 19.00 | 4.36 | %56 | %38 | < .05 |
| Artık | 21.50 | 4.64 | 19.00 | 4.36 | %43 | %38 | - |

Tablo 7. [u] ünlüsüne ilişkin geliştirilen modelin çıktıları: Rastgele etkiler

| Rastgele etkiler | Varyans (F1) | Standart Sapma (F1) | Varyans (F2) | Standart Sapma (F2) | Toplam Varyansa Katkı (F1) | Toplam Varyansa Katkı (F2) | <i>p</i> LRT |
|------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|
| Çalışma | 13.00 | 3.61 | 12.00 | 3.46 | %26 | %24 | < .05 |
| Çalışma:Ünlü | 36.00 | 6.00 | 17.00 | 4.21 | %72 | %38 | < .05 |
| Artık | 1.00 | 1.00 | 19.00 | 4.36 | %2 | %38 | - |