

# TÜRKÇE ÜNLÜ FORMANT FREKANS DEĞERLERİ VE BU DEĞERLERE DAYALI ÜNLÜ DÖRTGENİ

**Ekrem Malkoç**

## *Özet*

*Türkçedeki ünlülerin formant frekans değerlerinin belirlenmesine yönelik değişik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda ünlülerin formant frekans değerleri farklı amaçlarla ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada Türkçe ölçünlü dil konuşucusu kadın ve erkeklerden elde edilen formant frekans değerleri diğer çalışmalardaki değerler ile karşılaştırılarak Türkçe ölçünlü dil konuşucusu için ortalama frekans değer aralıkları ve ortalaması hesaplanacaktır.*

*Ayrıca Türkçe ölçünlü dil ünlüleri için, elde edilen formant değerleri kullanılarak, ünlü dörtgeni ölçümsel olarak oluşturulacaktır. Ortaya çıkan ünlü dörtgeni, Türkçe üzerine yapılan çalışmalardan sadece bir tanesinde rastlanan bark değerlerine dayalı ünlü dörtgeni ile karşılaştırılacak ve formant frekans değerleri ile bark değerleri kullanımının ünlülerin ağız içinde çıkış yerleri açısından fark oluşturup oluşturmadığı incelenecektir.*

**Anahtar sözcükler:** *Türkçe ölçünlü dil, ünlüler, formant frekansı, Bark değerleri.*

## TURKISH VOWEL FORMANTS AND FORMANT BASED VOWEL QUADRILATERAL

### *Abstract*

*There are several studies that aim the calculation of formant frequency values in Turkish vowels. In these studies, vowel formant frequency values were calculated for different reasons. In this study, formant frequency range and averages for standard Turkish will be calculated by comparing the values from standard Turkish male and female speakers obtained in this study with values from the other mentioned studies.*

*Additionally, standard Turkish vowel quadrilateral will be drawn by using the formant values obtained in this study. This vowel quadrilateral will be compared with the Bark value-based vowel quadrilateral from a study that seems to be the only Turkish vowel quadrilateral study and it will be examined if use of formant frequencies or Bark values will constitute a difference according to articulatory vowel positions within the mouth.*

**Key words:** *Standard Turkish, vowels, formant frequency, Bark values.*

## 1. Giriş

Bir dile ait ünlülerin gösterimi ile ilgili olarak en faydalı yöntem, bir grup konuşucu tarafından sesletilmiş olan her bir ünlünün birinci ve ikinci formant değerlerinin ortalama değerlerini gösteren bir grafik oluşturmaktır. Bu grafik aynı zamanda, uygun ölçeklendirme yapılmak sureti ile dilin ağız içindeki yaklaşık konumunun gösteriminde de kullanılabilir (Ladefoged 2001, sf .39). Bu çalışmada formant frekans değerlerine dayalı olarak Türkçe ölçünlü dil ünlülerinin ağız içindeki konumu ölçümsel olarak saptanacak ve sonrasında bu ölçümlere dayalı ünlü dörtgeni oluşturulacaktır.

Ölçüme dayalı olarak ünlülerin yerlerinin belirlenme ve ünlü dörtgeninin ölçümsel olarak oluşturulması çabaları sırasında başka yöntemler de kullanılmaktadır. İlk iki formant frekans değerinin algısal olarak hassaslık taşıyan ölçeklere dönüştürülmesi bu çabalar arasında yer almaktadır. Bu yöntemde kullanılan ölçekler ağırlıklı Bark ölçeği (Zwicker, 1962) ve eş-dörtgen bant genişliği (ERB: equal rectangular bandwidth) ölçeğidir (Moore, 2003).

Formant frekanslarına dayalı ölçek doğrusal (linear) bir ölçektir. Bark ve ERB ölçekleri ise doğrusal olmayan (non-linear) ölçeklerdir. Sesin insan kulağı tarafından yapılan gerçek analize yakın bir özellik taşıyor olduğu düşünüldüğü için, Bark ölçeği bu doğrusal olmayan dönüşümlerden daha etkin olanıdır. Bark'a dönüştürülmüş formant frekansları doğrusal formant frekansları yerine sıklıkla kullanılmaktadır (Kent ve Read. 2002). Bark ölçeği 24 kritik duyma seviyesinden (critical band of hearing) meydana gelmekte ve özellikle psikoakustik alanında, ünlülerin insanlar tarafından algılandığı sınırların belirlenmesi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Yukarıda bahsedilen diğer doğrusal olmayan ERB ölçeği ile Bark ölçeği arasındaki temel fark Bark ölçeğinin 500 Hz'in altındaki frekanslarda doğrusal olması, ERB ölçeğinin ise bu frekans değerlerinde doğrusal ile logaritmik dönüşüm arası frekans değerleri vermesidir. Bu düşük frekans değerlerinde ERB ölçeği Bark ölçeğinden daha yüksek frekans çözünürlüğüne (yani daha düşük bant genişliğine) sahip değerler vermektedir. ERB ve Bark arasındaki bu fark konuşma tonlaması açısından, ünlü formant analizi için olduğundan daha fazla öneme sahiptir. ERB ölçeğinin avantajı düşük frekans değerlerinde Bark ölçeğinden daha başarılı olmasıdır; ancak yüksek frekans değerlerinde Bark ölçeği ile karşılaştırılabilir düzeydedir. Dolayısı ile ERB ölçeği formant frekansını incelemeleri için Bark ölçeği ile aynı avantajları sunmakta ancak tonlama için daha başarılı inceleme sağlamaktadır (Kent ve Read. 2002).

Bu çalışmada Türkçe ünlüler üzerinde önceden kullanılmış olan formant frekans ve bark değerlerine dayalı bulgular incelenerek karşılaştırma yapılacaktır. Yapılan alanyazın taramasında Türkçe ünlüler üzerinde ERB ölçeğine dayalı olarak yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## **2. Araştırmanın Önemi**

Bu çalışmada oluşturulan formant frekans değerleri kullanılarak Türkçe üzerinde daha önce yapılan diğer çalışmalardaki değerler ile karşılaştırmalı olarak Türkçe ünlü formant frekans aralıkları oluşturulacaktır. Ayrıca formant frekans değerlerine dayalı olarak Türkçe ünlü dörtgeni oluşturulacaktır. Oluşturulan bu dörtgen ile Bark değerlerine dayalı olarak daha önceki bir çalışmada oluşturulmuş olan dörtgen karşılaştırılacak ve formant frekans değerleri ile bark değerleri kullanımının ünlülerin ağız içinde çıkış yerleri açısından fark oluşturup oluşturmadığı incelenecektir.

## **3. Materyal ve Yöntem**

Çalışmada kullanılmak üzere 10 erkek ve 10 kadın konuşucudan ses kaydı alınmıştır. Metinden okutma yapılarak oluşturulan ses kayıtlarında, seslem içerisinde sesletilmiş olan ünlülerden konuşucu başına 5 adet ünlü alınmış, ses bulaşmasını önlemek için bu ünlülerin ortasındaki farklı aralıklardan, Praat programı (Paul Boersma ve David Weenink 2009) kullanılarak formant değerleri ölçümü yapılmıştır. Ünlü orta noktasından ölçüm yapıldığında ünlünün kendisinden önce gelen ünsüzden etkilenme olasılığının çok zayıf olması nedeni ile ölçümlerde orta bölgeler kullanılmıştır (Ladefoged ve Maddieson 1996).

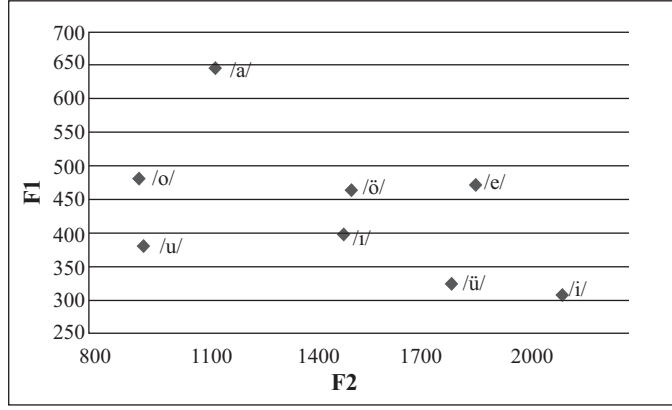
Bu çalışmada kullanılan tablo ve grafiklerin oluşturulmasında konuşuculara okutulmuş olan ünlü+ünsüz (VC) ve ünsüz+ünlü (CV) seslemlerden alınan ses kayıtlarındaki ünlüler kullanılmıştır. Aynı ses çevrelerinin seçildiği çalışmada, konuşucu başına her ünlü için 5 adet örnek alınmıştır. Ünlüler ses kaydı üzerinde işaretlenmesinde ve ayrıştırılan ünlülerin her konuşucu için ayrı dosyalar halinde birleştirilme işleminde CoolEdit Pro 2.1 programı kullanılmıştır. Bu şekilde her konuşucu için her ünlüden 5 örneğin yer aldığı 8 adet ses dosyası oluşturulmuştur. Daha sonra bu ses dosyaları Praat programı kullanılarak incelenmiş ve temel frekans (F0) ile formant frekansları (F1, F2, F3 ve F4) hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Microsoft Excel programına aktarılmış ve bahsi geçen tablo ve grafikler oluşturulmuştur.

## **4. Araştırma Bulguları**

[i] ünlüsü sesletildiğinde dil üst damağa doğru yükselir. Sesletim yapmadan, dilin bu pozisyonu korunurken ağızdan nefes alınır, soğuk havanın dil ile ağız tavanı arasındaki dar boşluktan akışı hissedilebilir. [u] ünlüsü sesletildiğinde aynı işlem tekrarlandığında dilin hala yukarıda olduğu, ancak bu sefer soğuk hava akışının ağızın daha arka kısmında olduğu hissedilir. [a] ünlüsünün sesletiminde ise dil ağız içerisinde çok aşağıda yer almaktadır. [a] sesletilirken aynaya bakıldığında ağız çok açık, dil gövdesinin ise ağızın çok arka kısmında toplandığı görülmektedir.

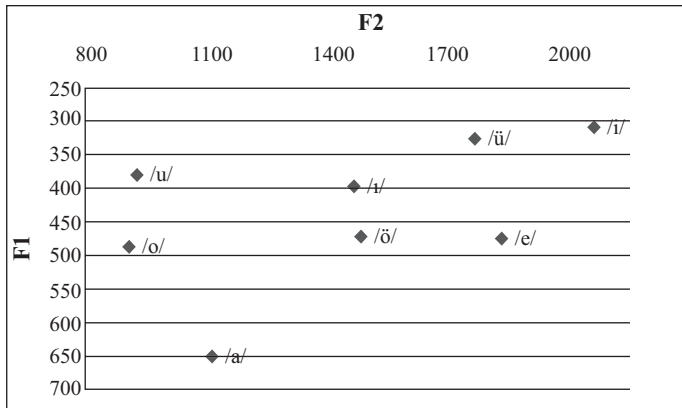
**Şekil 1:** Erkek konuşuculara ait F1 ve F2 ortalamaları ve dağılım grafiği

Ünlüler	F1	F2
[a]	642	1128
[e]	469	1866
[ı]	306	2109
[i]	395	1487
[o]	481	914
[ö]	466	1511
[u]	379	931
[ü]	324	1799



Yukarıda bahsedilen bu dil konumlanmalarının formant frekans değerleri ile ilişkisine bakıldığında (Şekil 1) [i]nin düşük F1 değerinde, [a]nın yüksek F1 değerinde ve [u]nun yine düşük F1 değerinde olduğu görülmektedir. Diğer ünlüler de, bu bağlamda, [i] ile [a] F1 değerleri arasında, farklı değerlerde yer almaktadır. [i], [a] ve [u]nun formant frekans değerlerindeki bu durumun yukarıdaki paragrafta anlatılan dil konumlanmasının tam tersi olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani [ı]da ve [u]da dil yukarıda iken F1 aşağıda, [a]da ise dil aşağıda iken F1 yukarıdadır. Bu durumda ünlü formantları ile birlikte dilin ağız içindeki yaklaşık konumlanışını da gösteren bir grafik oluşturmak istendiğinde F1 ölçeğini düşük değerler yukarıda, yüksek değerler aşağıda olacak şekilde ters çevirmek gerekecektir.

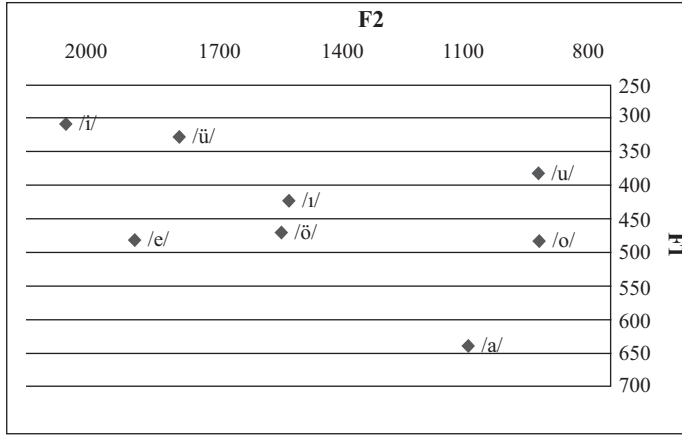
Bu durumda Şekil 2'deki grafik ortaya çıkmaktadır. Grafığe bakıldığında [ı] F2 değerinin yüksek, [u] F2 değerinin ise düşük olduğu görülmektedir. Dil [i] sesletiminde ağızın ön tarafında, [u] sesletiminde ise arka tarafında yer almaktadır.

**Şekil 2:** Erkek konuşuculara ait F1 ve F2 dağılım grafiği (ters F1 ölçekli)

Görüldüğü üzere iki boyutlu bir F1-F2 dağılım grafiğinde F1 değerleri dilin yüksekliği, F2 değerleri ise dilin ön-arka konumlanması ve dudak yuvarlaklığı ile ilgili fikir vermektedir (Ladefoged, 2003).

Bilindiği üzere, ünlü dörtgeni ağız ön tarafı solda, arka tarafı da sağda olacak şekilde çizilmektedir. Bu gösterimin bu çalışmada da oluşturulması için Şekil 2'deki grafikteki x ekseninde yer alan F2 değerlerini ters çevirmek, yani sağda küçük değerler, solda büyük değerler olacak şekilde yerleştirmek gerekmektedir. Bu durumda Şekil 3'deki grafik ortaya çıkmaktadır:

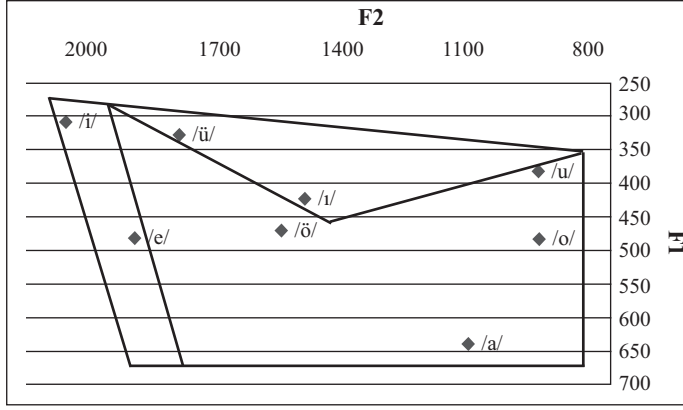
**Şekil 3:** Erkek konuşuculara ait F1 ve F2 dağılım grafiği (ters F1 ve F2 ölçekli)



[i] sesletiminde dilin ağız ön tarafında toplanmış durumda olduğu yüksek F2 değerinden anlaşılmaktadır. [u] sesletiminde ise dil daha arkada olduğundan daha düşük F2 değerine sahiptir. Ancak dil [a] sesletiminde [u]dan daha arkada yer aldığından [a]nın normalde [u]dan daha düşük F2 değerine sahip olması beklenirken daha yüksek F2 değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu da F2'nin sadece dilin ön/arka konumlanması ile ilgili olmadığı anlamında gelmektedir. [u]nun F2 değerindeki bu fazla düşüşün nedeni dudak yuvarlaklığındaki artıştır. Dudaklar [u] sesletiminde [a] sesletiminde olduğundan daha fazla birbirine yakındır. Dolayısı ile grafikteki F2 gösteriminin neden dil konumlanışının yanında dudak yuvarlaklığı ile ilgili de bilgi verdiği daha iyi anlaşılmaktadır (Ladefoged, 2003).

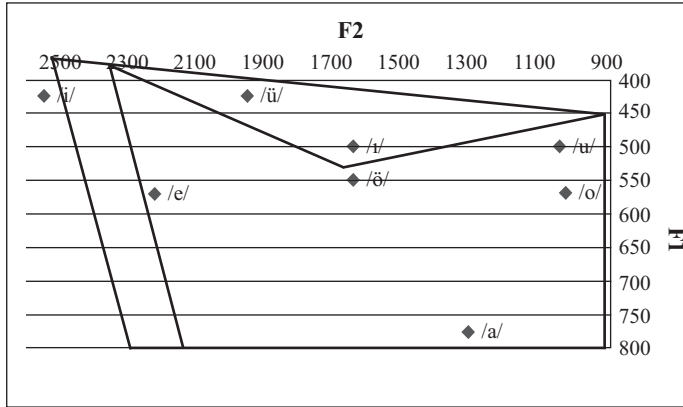
Oluşturulan bu grafikteki ünlülerin konumları, yukarıda bahsedilmiş olan ölçek uyumlama yöntemi neticesinde ünlü dörtgenindeki konumlarına yaklaşık olarak yerleştirilmiş olmaktadır. Dolayısı ile deneysel ve görsel yöntemler kullanılarak ünlü dörtgenine yerleştirilmiş olan ünlüler, ortalama ölçüm değerleri de kullanılarak ünlü dörtgenine yerleştirilmiş olmakta ve Şekil 4'deki grafik ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4: Erkek konuşuculara ait formant değerlerine dayalı ünlü dörtgeni



Yukarıda bahsedilen tüm işlem adımları kadın konuşucular için de takip edildiğinde ortaya Şekil 5'deki grafik çıkmaktadır.

Şekil 5: Kadın konuşuculara ait formant değerlerine dayalı ünlü dörtgeni



Hem erkekler hem de kadınlar için ölçülmüş formant frekans değerlerine dayalı olarak yukarıda oluşturulmuş ünlü dörtgenlerine bakıldığında, her iki grafikte de ünlülerin ağız içerisindeki çıkış yerlerinin erkeklerde ve kadınlarda birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Kadınların ses yollarının erkeklerinkinden daha kısa olmasından kaynaklanan fark grafiklerde görülmektedir. Bu nedenle kadınlara ait grafikte F1 ve F2 değerleri daha yüksek çıkmıştır.

Oluşturulan ünlü dörtgenlerine bakıldığında ön dil ünlüleri olan [i,e,ü,ö] dörtlüsünden [i-e] çiftinin önde, [ü-ö] çiftinin ise ortaya yakın bölgede olduğu görülmektedir. Buradaki ayırım Ladefoged'in yukarıda belirtilmiş olan F2'nin dudak yuvarlılığıyla olan ilişkisini destekler durumdadır. Aynı zamanda düz ön dil

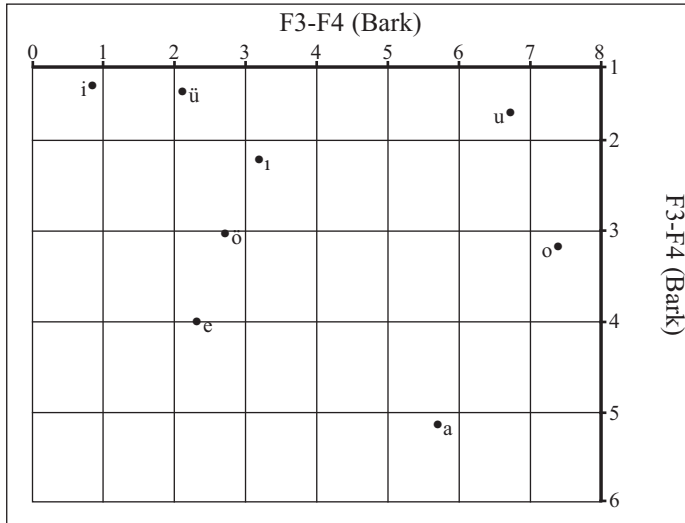
ünlüsü özelliği de taşıyan [i-e] çiftinin, yuvarlak ön dil ünlü çifti [ü-ö] çiftine göre daha önde çıkmasının nedeni, [ü-ö] ünlü çiftinin çıkış yerine göre orta dil ünlüsü özelliği taşıması değil, dudak yuvarlaklığı nedeni ile bu ünlü çiftinin F2 değerinde düşme meydana gelmesidir.

[ı] ise düz ünlü olması nedeni ile dudak yuvarlaşması kaynaklı F2 değerinde düşüş yaşamadığı için bulunduğu yer itibarı ile orta dil ünlüsü olarak değerlendirilebilmektedir. Bu bulgu Selen'in [ı]nın orta dil ünlüsü görünümü taşıdığı görüşünü destekler niteliktedir (Selen, 1979).

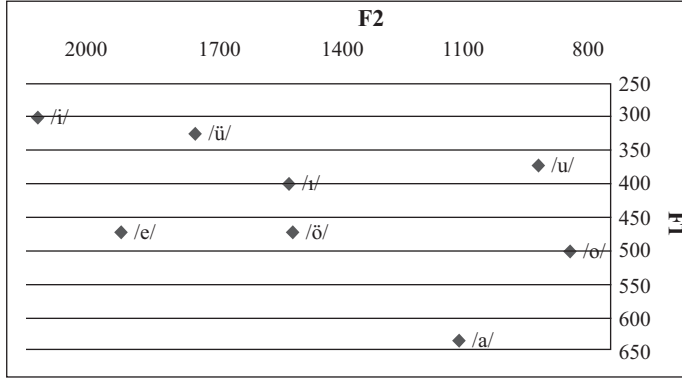
### Bark Ölçeği – Formant Frekans Değerleri Karşılaştırması

Türkçe ünlüler üzerinde daha önceden yapılmış ünlü dizgesi saptanmasına yönelik başka sesbilgisel çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalarda, ERB ölçeği kullanımına rastlanmamakla birlikte, Bark ölçeği kullanımına rastlanmaktadır (Kılıç, 2000). Bu çalışma 5 erkek konuşucu üzerinde yapılmış ve ünlüler yalın halleri ile sesletilmiştir. Elde edilen formant frekans değerleri Trautmüller formülü (Trautmüller, 1990) kullanılarak Bark değerlerine çevrilmiş ve F1-F0 ve F3-F2 değerleri hesaplanmıştır. F1-F0 değerleri y-eksenine, F3-F2 değerleri x-eksenine yerleştirilerek ünlü dörtgeni ölçümsel olarak oluşturulmuştur. Bark ölçeğine dayalı bu grafik, bu çalışmada oluşturulan frekans değerlerine dayalı ünlü dörtgeni ile karşılaştırıldığında ünlülerin konumlarının her iki grafikte de çok yakın yerlerde olduğu görülmektedir. Bu bulgudan yola çıkarak, Bark ölçeği veya formant frekans değerleri kullanımının Türkçedeki ünlülerin ünlü dörtgenindeki yerlerinin ölçümsel olarak belirlenmesinde önemli bir fark oluşturmadığı söylenebilir.

Şekil 6: Bark ölçeği ve formant frekans değerlerine göre ünlüler







### Ünlülerin Formant frekans değer aralıkları ve ortalamaları

Türkçe ünlüler üzerinde yapılan benzeri bir çalışmada formant frekans değerleri kullanılmış ve kadın (14 kişi), erkek (15 kişi) ve çocuklar (15 erkek, 8 kız) için ortalama formant frekansları saptanmıştır (Türk ve ark. 2004). Çalışmada ünlü dörtgeni oluşturulmamış ancak kadın, erkek ve çocuklar için ortalama frekans değerleri ortaya konmuştur. Bu çalışmada 10 kadın, 10 erkek üzerinde yapılan inceleme sonuçları, Türk ve ark. 2004'ün çalışmasındaki sonuçlarla karşılaştırıldığında ortalamaların birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çok yakın tarihli bir başka çalışmada ölçünlü Türkçedeki ünlüler, özellikle sesbilimsel değişkelerinin (allophone) tespit edilmesi amacı ile incelenmiştir (Davutoğlu, 2010). Bu çalışmada da formant frekans değerleri ölçek olarak alınmıştır. Davutoğlu'nun çalışmasında esas amaç, ünlülerin değişkelerinin belirlenmesi olduğu için kadın ve erkek konuşucular için ortalama frekans hesaplamasının yapılmadığı görülmektedir. Ancak bu çalışmada yapılacak olan karşılaştırmada kullanılmak üzere, Davutoğlu'nun çalışmasında verilen her ünlüye ait sesbilimsel değişke değerlerinin ortalamaları alınarak ünlü formant frekans değerleri hesaplanmıştır.

Türkçedeki ünlülerin formant frekanslarına göre dizgelerinin saptanması amacıyla yapılan, ölçünlü dil konuşucusu 10 erkek ve 10 kadın konuşucudan alınan ses kayıtları üzerinde yapılan çalışma neticesinde aşağıdaki tablo elde edilmiştir. Tabloda Türkçedeki tüm ünlüler için F0 (temel frekans), F1, F2 ve F3 (formant frekansları) değer aralıkları, ortalamaları ve standart sapmaları görülmektedir.

**Tablo 1:** Temel frekans ve formant frekans değerleri

			F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
<b>a</b>	Ortalama	Kadın	236	771	1338	2998	4168
		Erkek	130	642	1128	2714	3707
	Minimum	Kadın	112	510	964	2153	3342
		Erkek	94	382	747	1983	3122
	Maksimum	Kadın	281	949	1673	3694	4976
		Erkek	210	818	1321	3226	4329
	St.Sapma	Kadın	24,07	86,53	162,60	286,28	381,65
		Erkek	20,47	61,40	105,59	258,50	277,89
<b>e</b>	Ortalama	Kadın	231	578	2205	2961	4128
		Erkek	127	470	1866	2563	3715
	Minimum	Kadın	187	420	1024	2090	2730
		Erkek	97	330	1590	2221	2778
	Maksimum	Kadın	306	776	2760	3420	5184
		Erkek	198	585	2176	3033	4821
	St.Sapma	Kadın	22,66	68,09	269,48	310,31	609,83
		Erkek	21,57	41,18	122,32	143,51	354,31
<b>i</b>	Ortalama	Kadın	245	430	2591	3325	4308
		Erkek	138	306	2111	2897	3751
	Minimum	Kadın	190	201	1156	2602	3134
		Erkek	93	129	1486	2458	3163
	Maksimum	Kadın	331	958	2952	3911	4880
		Erkek	352	463	2403	3481	4914
	St.Sapma	Kadın	28,94	89,45	222,92	212,08	296,85
		Erkek	39,29	42,74	141,25	191,29	285,78
<b>ı</b>	Ortalama	Kadın	233	492	1629	2976	4232
		Erkek	128	396	1500	2479	3782
	Minimum	Kadın	180	241	1321	2519	3520
		Erkek	128	396	1500	2479	3782
	Maksimum	Kadın	309	775	2712	3411	4867
		Erkek	196	520	1927	2912	4592
	St.Sapma	Kadın	25,52	64,74	163,30	189,00	337,55
		Erkek	19,72	47,24	139,36	152,63	360,77

			F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
o	Ortalama	Kadın	243	564	959	2976	3794
		Erkek	130	483	860	2733	3668
	Minimum	Kadın	193	135	672	2157	3235
		Erkek	101	301	581	2079	3033
	Maksimum	Kadın	352	771	1239	3598	4572
		Erkek	198	667	1161	3458	4590
	St.Sapma	Kadın	33,11	67,40	95,07	264,37	214,25
		Erkek	18,99	51,78	122,14	243,70	356,51
ö	Ortalama	Kadın	212	543	1636	2764	3947
		Erkek	124	469	1510	2439	3554
	Minimum	Kadın	170	383	1300	2116	3306
		Erkek	96	347	1148	2013	3010
	Maksimum	Kadın	287	692	2088	3219	4388
		Erkek	184	673	2151	3398	4525
	St.Sapma	Kadın	21,03	57,89	184,07	194,85	184,47
		Erkek	20,19	43,15	198,01	259,92	341,60
u	Ortalama	Kadın	247	452	961	2940	3825
		Erkek	141	379	980	2490	3558
	Minimum	Kadın	182	252	609	2187	3159
		Erkek	105	165	676	1899	2970
	Maksimum	Kadın	452	669	1691	3522	4746
		Erkek	225	539	1355	3137	4278
	St.Sapma	Kadın	30,19	57,17	135,66	261,84	267,30
		Erkek	29,10	62,32	106,71	233,55	275,67
ü	Ortalama	Kadın	234	424	1938	2742	3694
		Erkek	139	333	1769	2337	3342
	Minimum	Kadın	112	241	1443	2195	3131
		Erkek	103	192	1417	2002	2861
	Maksimum	Kadın	322	634	2408	3120	4382
		Erkek	233	458	2081	3154	4163
	St.Sapma	Kadın	33,07	52,03	189,42	154,60	212,65
		Erkek	27,36	54,52	132,66	173,53	231,38

Hem yapılan ölçümlere dayalı olarak oluşturulmuş olan ünlü dörtgeni hem de yukarıdaki frekans değerleri tablosu Türkçedeki ünlülerin ölçümsel olarak tanımlanması amacına hizmet etmektedir.

Türkçede ünlü formant frekanslarına göre ünlü dizgesi saptanmasına yönelik yukarıda bahsedilen önceden yapılmış çalışmalarda elde edilen verilerle, bu çalışmada elde edilen veriler erkek konuşucular için karşılaştırıldığında aşağıdaki tablo ortaya çıkmaktadır.

**Tablo 2:** *Erkek Konuşucular için temel frekans ve formant frekans değerleri*

		<b>F0 (Hz)</b>	<b>F1 (Hz)</b>	<b>F2 (Hz)</b>	<b>F3 (Hz)</b>
<b>[a]</b>	Aydın (1979)		800	1400	
	Kılıç (2000)	132	664	1081	2577
	Türk ve ark. (2004)		596	1382	2690
	Davutoğlu (2010)		615	1274	
	Malkoç (2011)	130	642	1128	2714
<b>[e]</b>	Aydın (1979)		400	1800	
	Kılıç (2000)	131	526	1772	2525
	Türk ve ark. (2004)		486	1834	2614
	Davutoğlu (2010)		519	1759	
	Malkoç (2011)	127	470	1866	2563
<b>[ı]</b>	Aydın (1979)		320	2000	
	Kılıç (2000)	145	355	1482	2405
	Türk ve ark. (2004)		537	1578	2722
	Davutoğlu (2010)		392	1557	
	Malkoç (2011)	128	396	1500	2479
<b>[i]</b>	Aydın (1979)		400	1200	
	Kılıç (2000)	151	278	2275	2570
	Türk ve ark. (2004)		347	2079	2879
	Davutoğlu (2010)		340	2000	
	Malkoç (2011)	138	306	2111	2897
<b>[o]</b>	Aydın (1979)		1200	2800	
	Kılıç (2000)	132	432	811	2587
	Türk ve ark. (2004)		468	1065	2695
	Davutoğlu (2010)		498	1038	
	Malkoç (2011)	130	483	860	2733
<b>[ö]</b>	Aydın (1979)		400	1400	
	Kılıç (2000)	141	427	1548	2346
	Türk ve ark. (2004)		527	1526	2558
	Davutoğlu (2010)		462	1419	
	Malkoç (2011)	124	469	1510	2439

		F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
<b>[u]</b>	Aydın (1979)		400	800	
	Kılıç (2000)	149	295	786	2226
	Türk ve ark. (2004)		323	955	2420
	Davutoğlu (2010)		385	1037	
	Malkoç (2011)	141	379	980	2490
<b>[ü]</b>	Aydın (1979)		280	1700	
	Kılıç (2000)	155	279	1715	2288
	Türk ve ark. (2004)		372	1633	2369
	Davutoğlu (2010)		345	1540	
	Malkoç (2011)	139	333	1769	2337

Bugüne kadar yapılan bu çalışmaların hepsinde kadın konuşuculardan veri alınmadığı görülmektedir. Kadın konuşuculardan da veri alınan çalışmalardaki değerlerin karşılaştırıldığı tablo aşağıdadır.

**Tablo 3:** Kadın Konuşucular için temel frekans ve formant frekans değerleri

		F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
<b>[a]</b>	Türk ve ark. (2004)	698	1464	2743
	Davutoğlu (2010)	665	1405	
	Malkoç (2011)	771	1338	2998
<b>[e]</b>	Türk ve ark. (2004)	508	1476	2654
	Davutoğlu (2010)	547	2048	
	Malkoç (2011)	578	2205	2961
<b>[ı]</b>	Türk ve ark. (2004)	839	1798	2846
	Davutoğlu (2010)	439	1766	
	Malkoç (2011)	492	1629	2976
<b>[i]</b>	Türk ve ark. (2004)	511	1990	2980
	Davutoğlu (2010)	398	2347	
	Malkoç (2011)	430	2591	3325

		F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
[o]	Türk ve ark. (2004)	585	1110	2443
	Davutoğlu (2010)	526	1063	
	Malkoç (2011)	564	959	2976
[ö]	Türk ve ark. (2004)	506	1222	2218
	Davutoğlu (2010)	500	1663	
	Malkoç (2011)	543	1636	2764
[u]	Türk ve ark. (2004)	546	1292	2513
	Davutoğlu (2010)	433	1107	
	Malkoç (2011)	452	961	2940
[ü]	Türk ve ark. (2004)	433	1729	2541
	Davutoğlu (2010)	416	1812	
	Malkoç (2011)	424	1938	2742

Erkek konuşucu tablosundaki en çarpıcı yön Aydın 1979'un yaklaşık olarak 13 sene önce, cetvel kullanarak hesaplamış olduğu formant frekansları değerlerinin, [o] ünlüsü hariç diğer ünlülerde diğer çalışmalardaki değerlere yakın hesaplanabilmiş olduğudur. Bu tablodaki diğer ortalama değerlerin hem erkek, hem de kadın konuşucular için birbirine yakın olduğu görülmektedir. Söz konusu bu yakınlığın aslında her üç tablo için de söz konusu olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ:

Farklı çalışmalardan alınan yukarıdaki tablolardaki değerlerin, hem erkek hem de kadın konuşucular için birbirine yakın çıkmış olması Türkçe ünlü dizgesinin saptanmasında doğru yolda gidildiğini göstermektedir. Ünlü dörtgeni oluşturma amacının yanında ünlü dizgesinin saptanmasına katkıda bulunma amacı da taşıyan bu çalışma, diğer çalışmalardan farklı olarak, aynı konuşmacıya ait aynı ünlünün 5 farklı ses çevresinden örneklenmiş olmasından ötürü kendisinden önceki diğer çalışmaları tamamlayıcı niteliktedir.

Ölçünlü Türkçe ünlüler için formant frekanslarına dayalı olarak ünlü dörtgeni oluşturulması ise ünlülerin ağız içinde çıkış yerlerinin belirlenmesi çalışmalarına farklı bir yaklaşım getirmektedir. Ayrıca, bu bağlamda bark ölçeği ile bir

karşılaştırma yapılmış ve arada bir fark bulunmadığı ortaya konmuştur. Bu bulgu da bundan sonra yapılacak olan benzeri çalışmalara ışık tutucu niteliktedir.

Bu çalışma sonunda, diğer çalışmalarda da belirtildiği üzere, ünlü dizgesinin daha doğru bir şekilde saptanabilmesi için daha geniş katılımlı bir veri tabanı kullanılan bir çalışma yapılmasına gerek olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ünlü dizgesi saptamaya yönelik bu çalışmada ve önceden yapılmış olan diğer çalışmalarda en fazla 15 konuşucudan alınan kayıtlar kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca bu çalışmalarda konuşuculardan alınan okuma kayıtları kullanılmıştır. Doğal konuşmada formant frekans aralık ve ortalamalarında bir değişiklik bulunup bulunmadığını araştıran bir çalışma yapılmasına da ayrıca ihtiyaç olduğu açıktır.

### **Kaynakça**

- Davutoğlu, A.Y. 2010, Standart Türkçedeki ünlülerin akustik analizi ve fonetik Altyapı. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul.
- Kent, R. D. and Read, C. 2002, The acoustic analysis of speech. Singular/Thomson Learning.
- Kılıç, Mehmet Akif 2000, “Türkiye Türkçesindeki Ünlülerin Sesbilgisel Özellikleri”, 10. Uluslararası Türk Dilbilim Kurultayı (ICTL), 16-18 Ağustos 2000. İstanbul.
- Ladefoged, P. ve Maddieson, I. 1996, Sounds of the World’s Languages. Blackwell, Malden, MA. sf. 287.
- Ladefoged, P. 2001, Vowels and Consonants. Blackwell, Malden, MA.
- Ladefoged, P. 2003, Phonetic Data Analysis: An Introduction to Fieldwork and Instrumental Techniques. Wiley-Blackwell. sf. 131
- Moore, B.C.J. 2003, An Introduction to the psychology of hearing. London: Academic Press.
- Paul Boersma ve David Weenink 2009, Praat: doing phonetics by computer (Version 5.1.05) [Bilgiayar programı]. Alınma tarihi 1 Mayıs 2009, <http://www.praat.org>
- Selen, N. 1979, Söyleyiş Sesbilimi, Akustik Sesbilim ve Türkiye Türkçesi, Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları: 454, 1979:21)
- Traunmüller, H. 1990, Analytical expressions for the tonotopic sensory scale. The Journal of the Acoustical Society of America, 88(1):97-100.
- Türk, O., Şayli Ö., Özsoy A. S., Arslan, L. M. 2004, Türkçede ünlülerin formant incelemesi. 18. Dilbilim Kurultayı, 20-21 Mayıs 2004, Ankara.
- Zwicker, E. 1962, Subdivision of the audible frequency range into critical bands (Frequenzgruppen). JASA 33:248.