



Genelleştirilmiş Prokrustes Analiz Yöntemi: Duyusal Veri Üzerine Bir Uygulama

İpek ASLAN¹, Gazel SER²

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0443-2807>, ²<https://orcid.org/0000-0003-2756-4116>

✉: gazelser@yyu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, farklı besleme gruplarında yetiştirilen kuzuların et örneklerine ait duysal özelliklerin besleme gruplarına göre değişimi Genelleştirilmiş Prokrustes Analiziyle (Generalized Procrustes Analysis, GPA) değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, farklı besleme gruplarında yetiştirilen kuzuların et örneklerine ait duysal özelliklerin besleme gruplarına göre değişimi Genelleştirilmiş Prokrustes Analiziyle (Generalized Procrustes Analysis, GPA) değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Duyusal analizde, et örneklerinin sululuk, lezzet, koku, yumuşaklık ve genel beğeniden oluşan özellikleri, 41 yarı-egitimli panelist tarafından 1-9 arasında değişen hedonik skala ile değerlendirilmiştir. Buna göre, GPA analizinden elde edilen ilk iki faktör, et örneklerinin duysal özellikleri arasındaki değişkenliğin yaklaşık %76.74'ünü açıklamıştır. Toplam değişimin açıklanmasında en fazla katkı sağlayan ilk faktörün (%40.72) oluşumunda, yumuşaklık, sululuk ve genel beğeni özellikleri önemli rol oynamıştır. Et örneklerinin hataları genel olarak birbirine yakın bulunmuştur. Aynı zamanda, GPA'dan elde edilen uzlaşma haritasında, panelistler tarafından et örneklerinin açıkça ayrımı yapılmıştır. Panelistler arasında duysal özellikler bakımından et örnekleri arasında bir uzlaşma sağlanmıştır. Sonuç olarak, duysal analize katılan panelistlerin, panel davranışlarının incelenmesi ve panelistler arasındaki değişkenliğin azaltılmasında, GPA yöntemi etkili ve alternatif bir çözüm yolu sunmaktadır.

Biyostatistik

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 16.08.2021

Kabul Tarihi : 23.12.2021

Anahtar Kelimeler

Procrustes analiz

Uzlaşma

Duyusal test

Generalized Procrustes Analysis Method: An Application on Sensory Data

ABSTRACT

In this study, it was aimed at the evaluation of the relationships between lambs sensory properties and meat samples using with Generalized Procrustes Analysis (GPA). In sensory analysis, the characteristics of juiciness, flavor, odour, tenderness and overall liking of the meat samples were evaluated by hedonic scale ranging from 1-9 by 41 semi-trained panelists. Accordingly, the first two factors obtained from the GPA analysis explained approximately 76.74% of the variability between the sensory properties of the meat samples. The tenderness, juiciness and overall liking characteristics played an important role in the formation of the first factor which has the most contributed (40.72%) to the explaining of the total variation. Residuals of the meat samples were generally found close to each other. At the same time, the consensus configuration map obtained from the GPA of the meat samples has clearly distinguished by the panelists. However, the majority of panellists have provided a consensus between the meat samples in terms of sensory properties. As a result, GPA method provides an effective and alternative solution for the examine of the panel behavior and reducing the variability between panelists who are involved in the sensory analysis.

Biostatistics

Research Article

Article History

Received : 16.08.2021

Accepted : 23.12.2021

Keywords

Procrustes analysis

Consensus

Sensory test

Atıf Şekli:	Aslan İ, Ser G 2022. Genelleştirilmiş prokrustes analiz yöntemi: Duyusal veri üzerine bir uygulama. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (Ek Sayı 1): 270-278. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.983503
To Cite :	Aslan İ, Ser G 2022. Generalized procrustes analysis method: An application on sensory data. KSU J. Agric Nat 25 (Ek Sayı 1): 270-278. https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.983503

GİRİŞ -

Duyusal testler, görme, koku alma, dokunma, tat alma ve duyma duyularıyla algılanan ürünlere verilen tepkileri, ölçmek, analiz etmek ve yorumlamak için kullanılan bilimsel bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Stone ve Sidel, 2004). Duyusal analizler, subjektif testler sınıfında yer almasına karşın, değerlendirmelerinin insan tarafından gerçekleştirilmesi, tüketici algısı için doğrudan bir ölçüm olanağı sunduğundan önemlidir. Bu nedenle, duyusal panel testler pek çok çalışmada kullanılmaktadır. Ancak duyusal testlerde önemli bir problem, farklı panelistlerin aynı gıda örneğini değerlendirirken ortaya çıkan değişkenliktir. Özellikle panelistler arasında örneği tanımlamada, bir fikir birliğinin olmaması önemli bir değişkenlik kaynağıdır. Bu durum, duyusal test sonuçlarının yorumlanmasını zorlaştırmaktadır (Wu ve ark., 2003; Tomic, 2013). Son yıllarda, duyusal testlerde farklı panelistlerden elde edilen bilgilerin, bir araya getirilmesinde Genelleştirilmiş Prokrustes Analizi (Generalized Procrustes Analysis, GPA) kullanılmaktadır. Yöntem, panelistlerin aynı örneklere verdikleri farklı skorlar arasında, üç farklı prokrustes transformasyon (translasyon, izotropik ve rotasyon) uygulayarak eşleştirme yapmaktadır. Eşleştirme sonucunda, değişkenlik azaltılmakta ve ortak panelist görüşlerinin yer aldığı bir uzlaşma matrisi elde edilmektedir. Duyusal teste yönelik yorumlamalar, bu uzlaşma matrisi üzerinden yapılmaktadır (Meullenet ve ark., 2007; Li, 2014).

Keskin ve ark. (2012) tarafından ekstansif ve yarı ekstansif koşullarda yetiştirilen koyun ve keçilere ait et örneklerini değerlendirdikleri duyusal teste ilişkin sonuçlar GPA yöntemiyle incelenmiştir. Duyusal teste katılan yarı-egitimli 10 panelist, yetiştirme koşullarına göre oluşturulan altı et örneğini, beş farklı duyusal özellik (renk, sertlik, koku, lezzet ve genel beğeni) bakımından, hedonik skalada değerlendirmiştir. GPA sonucunda, aynı et örneklerini değerlendiren panelistler arasındaki değişimin azaltılmasında rotasyon ($p<0.05$) ve translasyon ($p<0.01$) transformasyonlarının etkisi önemli bulunmuştur. Et örnekleri ve duyusal özellikler arasındaki toplam değişimin yaklaşık %61.11'i iki faktör tarafından açıklanmıştır. Çalışma sonucunda, panelistler ekstansif koşullarda yetiştirilen koyun ve keçi etlerini tüm duyusal özellikler bakımından, yarı ekstansif koşullarda yetiştirilenlerden daha çok tercih ettiği bildirilmiştir.

Rodrigues ve Teixeira (2013) tarafından yapılan çalışmada ise Terrincho kuzularında cinsiyet ve karkas ağırlıklarının, etin altı farklı duyusal

özellikleri (sertlik, lezzet yoğunluğu, koku yoğunluğu, lifli ve tat düzeyleri) üzerine etkisi GPA yöntemiyle değerlendirilmiştir. Duyusal panel testi 10cm'lik yapılandırılmamış bir ölçekte, 11 eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. GPA sonucunda, ilk iki faktör duyusal özellikler ve et örnekleri arasındaki toplam değişimin yaklaşık %72.76'sını açıklamıştır. Panelistler, cinsiyet etkisi ayırt edememiş ancak ağır hayvanların etlerinin daha sert ve daha yoğun kokulu, hafif hayvanların etlerini ise daha lezzetli bulmuşlardır.

İki farklı domuz ırkından elde edilen etlerin değerlendirilmesi amacıyla Rodrigues ve Teixeira (2014) tarafından yapılan duyusal analizde, GPA yöntemi için veri matrisi dört et örneği, dört duyusal parametre ve 10 panelistten oluşturulmuştur. Panelistler, farklı ırklara ait et örnekleri arasında anlamlı farklılıklar bulmuşlardır. Translasyon dönüşümü sonucunda, elde edilen et örneklerinin hatalarının benzer ve düşük bulunurken, panelistler arasında da farklılıklar belirlenmiştir.

Bu çalışmada, farklı besleme gruplarında yetiştirilen kuzuların et örneklerine ait duyusal özelliklerinin, besleme gruplarına göre değişimi Genelleştirilmiş Prokrustes Analiziyle (Generalized Procrustes Analysis, GPA) incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Duyusal Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmanın veri setini, 40 baş Norduz erkek kuzusu etinde gerçekleştirilen, duyusal panel test verileri oluşturmuştur. Kuzular 3-4 aylık yaşta sütten kesilmiştir. Deneme başlangıcından önce hayvanlar, besleme gruplarını oluşturmak üzere kura yöntemi ile 10'ar başlık dört gruba ayrılmıştır. Gruplar aşağıda tanımlanmıştır.

1. Grup (DDGS-0) :120 gün süre ile karma yem (n=10)
2. Grup (DDGS-120):120 gün süre ile mısır DDGS'li karma yem (n=10)
3. Grup (DDGS-75) :45 gün süre ile karma yem + 75 gün süre ile mısır DDGS'li karma yem (n=10)
4. Grup (DDGS-45) :75 gün süre ile karma yem + 45 gün süre ile mısır DDGS'li karma yem (n=10)

Gruplar belirlenen besi süresine ulaştıklarında (38 kg) besi sonlandırılmıştır. Kesim sonrası 24 saat soğuk hava deposunda bekletilen karkasların sol yarımından *longissimus lumborum* (LL); L1-L5) örnekleme yapılmış ve bu örnekler duyusal testte kullanılmıştır. Duyusal testte, 41 yarı-egitimli

panelist yer almıştır. Panelistlerden, et örneklerini beş duyuşal özellik (yumuşaklık, sululuk, lezzet, koku ve genel beğeni) yumuşaklık bakımından değerlendirilmesi istenmiştir. Et örneklerinin değerlendirilmesinde hedonik skala (1= aşırı sert, aşırı kuru, aşırı kötü lezzetli, aşırı kötü; 9= aşırı yumuşak, aşırı sulu, aşırı iyi lezzetli, aşırı iyi) kullanılmıştır. Panelistlere rastgele servis edilen örneklerde, bir örnekten diğerine geçerken kullanılması için tuzsuz kraker ve su servis edilmiştir. Bu denemeye ilişkin ayrıntılı bilgiler Karaca ve ark. (2021) tarafından verilmiştir. Bununla beraber, hayvan araştırma prosedürleri, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun onayı ile gerçekleştirilmiştir (Karar No. 2018/05).

İstatistik Analizler

Çalışmada, istatistiki analizler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, duyuşal özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Sperman korelasyon analizi yapılmıştır. Aynı zamanda, beş duyuşal özellik bakımından dört farklı besleme grubundan gelen et örneğindeki farklılıkların belirlenmesinde Genelleştirilmiş Doğrusal Karışık Model (Generalized Linear Mixed Model, GLMM) yöntemi kullanılmıştır. Sperman korelasyon analizi ve GLMM yöntemlerinin analizinde SAS v 9.4.1 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) paket programı kullanılmıştır.

İkinci aşamada ise aynı örnekleri değerlendiren panelistler arasındaki farklılıkları değerlendirmek amacıyla GPA yöntemi kullanılmıştır. GPA'da öncelikli olarak, her panelist için et örneklerine ilişkin değerlendirme skorlarının yer aldığı bireysel matrisler oluşturulmuştur. Bireysel matrislerin satırlarında dört et grubu yer alırken, sütunlarında beş duyuşal özellikler yer almaktadır. Oluşturulan bireysel matrislerden ortak bir uzlaşma matrisi elde etmek ve panelistlerin değerlendirme skorları arasındaki değişkenliği azaltmak amacıyla üç farklı prokrustes transformasyon (translasyon, rotasyon ve izotropik) kullanılmaktadır.

Transformasyonlar, panelistlerin gıda ürününü değerlendirirken ortaya koydukları ölçek davranışlarına göre geliştirilmiştir. Translasyon transformasyonu, panelistlerin bir ürünü değerlendirirken ölçeğin sadece belirli kısımlarını kullanması sonucunda ortaya çıkan değişkenlik durumunda kullanılmaktadır. Örneğin, bir panelist 1-100 arasında değişen bir çizgi ölçekte, tüm ürünleri değerlendirirken sadece 5-25 aralığını, bir diğer panelist ise sadece 60-100 aralığındaki skorları kullanabilir. Bu iki uç panelist, farklı ölçekleme davranışına sahip olmasaydı, birbirleriyle tamamen anlaşılabilir ve örnekleri benzer olarak algılayabilirlerdi. Bu durum, iki panelistin ürünü

değerlendirirken ortalama skordardan sapan skorları olarak ifade edilir. Translasyon işlemiyle bu skorlar düzeltilir (Dijksterhuis, 1996; Tomic, 2013; Tárrega ve Tarancón, 2014). Rotasyon transformasyonu ise aynı ürünü değerlendiren panelistler arasındaki yorumlama farklılıkları durumunda uygulanmaktadır. Bu transformasyon aynı zamanda yorum etkisi olarak da adlandırılmaktadır. Bir panelistin ürünü değerlendirirken duyuşal özellikler arasında uyum sağlamak amacıyla rotasyon (döndürme) işlemi yapılır. Böylelikle, panelistin farklı eşli skorları birbirine yaklaştırılır ve aralarındaki uzaklıklar azaltılmaktadır (Dijksterhuis, 1996; Lawless ve Heymann, 2010; Tomic, 2013; Tárrega ve Tarancón, 2014). Bir diğer transformasyon isotropik ölçeklemedir. Bu transformasyon, değişim etkisi olarak da bilinmektedir. Panelistlerin kullandığı farklı puanlama aralıklarıdır. Örneğin, bir panelist örneği değerlendirirken 10 ile 95 aralığı gibi geniş bir aralığı kullanırken, bir diğer panelist 60 ile 80 gibi dar bir aralığı kullanabilir. Ölçeği kullanırken ortaya çıkan bu değişkenlik, ölçekleme davranışında istenmeyen bir durumdur. Ölçek aralığındaki bu farklılıklar, panelistin ürünü değerlendirirken bir ön yargıya sahip olmadığı varsayılarak, kontrol altına alınmaktadır (Arnold ve Williams, 1986; Dijksterhuis, 1996; Grice ve Assad, 2009).

GPA'da bireysel matrislerdeki bilgilere dayanarak uygun transformasyonun belirlenmesinde, Prokrustes transformasyonlar ve ANOVA'nın kombinasyonundan geliştirilmiş PANOVA tabloları kullanılmaktadır. Belirlenen transformasyon aracılığıyla 41 panelistin bireysel matrisleri birleştirilerek, çok boyutlu bir uzlaşma matrisi elde edilmektedir. GPA'dan elde edilen uzlaşma matrisinin boyutlarının belirlenmesinde ve önemliliklerinin test edilmesinde, permutasyon testi yapılmıştır. Veri seti şansa bağlı olarak 1000 kez permute edilmiş veride uzlaşma konfigürasyonu $R_u = 0.407$ (% 65.7) olarak elde edilmiştir. Çok boyutlu bir matris olan uzlaşma matrisinin kolay yorumlanabilmesi amacıyla Temel Bileşenler Analizi aracılığıyla uzlaşma matrisinin boyutlarının azaltılmış ve yorumlamaların tamamı, bu uzlaşma matrisi üzerinden yapılmıştır. GPA analizleri, Microsoft Excel XLSTAT Deneme Versiyonu (Addinsoft, 2019) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Duyusal Test Sonuçları

Duyusal teste katılan 41 yarı-eğitilmiş panelistin, demografik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Duyusal testte, kadın ve erkek sayısı birbirine oldukça yakındır. Teste katılan panelistlerin en küçüğü 21 ve en büyüğü 63 yaşında olup, geniş bir değişim aralığına sahiptir. Panelistlerin çoğunluğu, 25-29 (%29.27) ve 30-39 (39.02) yaş aralığındadır.

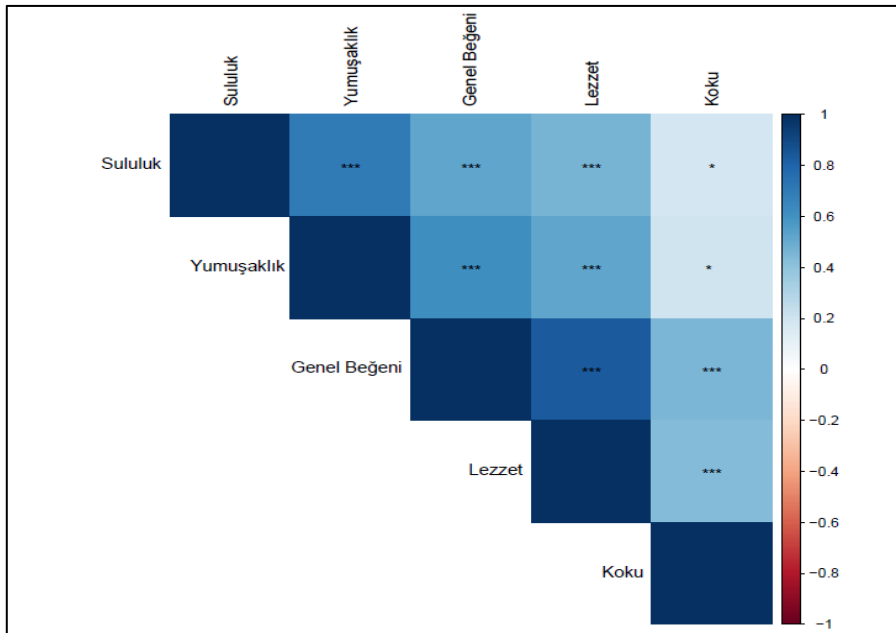
Çizelge 1. Panelistlerin demografik özellikleri

Table 1. Demographic characteristics of the panelists

Özellikler	Sayı	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	21
	Erkek	20
Yaş	<25	1
	25-29	12
	30-39	16
	40-49	9
	50-59	2
	>60	1

Et örneklerinin duysal özellikleri arasındaki ilişkilerin verildiği korelasyon haritası Şekil 1'de verilmiştir. Korelasyon haritasındaki renk

skalasında, pozitif ve negatif korelasyonlar ayrı renklerde gösterilmektedir. Bununla birlikte katsayısının büyüklüğüne göre skaladaki renkler, açıktan-koyuya doğru değişmektedir. Korelasyon haritası incelendiğinde, haritanın tamamında mavi rengin tonları görülmektedir. Renk skalasında duysal özellikler arasında açıktan-koyu maviye doğru değişen renkler zayıf korelasyondan-güçlü korelasyona doğru bir değişimi ifade etmektedir. Örneğin koku özelliği ile sululuk ve yumuşaklık özellikleri arasındaki korelasyonlar önemli ($p<0.05$), ancak açık mavi rengin skaladaki aralığı incelendiğinde diğer özellikler göre katsayı daha düşüktür. Haritada en büyük korelasyon katsayısının, en koyu renge sahip olan lezzet ve genel beğeni özellikleri arasında olduğunu söylemek mümkündür ($r=0.830$; $p<0.001$).



Şekil 1. Duyusal özellikler arasındaki korelasyon haritası

Figure 1. Correlation map between sensory traits

Panelistlerin, beş duysal özelliğe göre besleme grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde genelleştirilmiş doğrusal karışık modele ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Beş duysal özellik

bakımından, et örnekleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 2. Et örnek gruplarının duysal özellikleri için ortalama (standart hata) değerleri

Table 2. Mean (standart error) values for sensory traits of meat sample groups

Duyusal Özellikler	DDGS-0 ¹	DDGS-120	DDGS-75	DDGS-45	p
Sululuk	1.624 (0.069)	1.689(0.067)	1.523(0.073)	1.528 (0.073)	0.269
Yumuşaklık	1.652 (0.068)	1.725 (0.066)	1.565(0.071)	1.657 (0.068)	0.440
Lezzet	1.707 (0.067)	1.703 (0.067)	1.648 (0.069)	1.711 (0.066)	0.901
Koku	1.804 (0.063)	1.796 (0.064)	1.799 (0.064)	1.819 (0.063)	0.994
Genel Beğeni	1.738 (0.066)	1.780 (0.064)	1.662 (0.068)	1.787 (0.064)	0.525

¹DDGS-0: Karma yemle 120 gün beslenen grup; DDGS-120: DDGS ile 120 gün beslenen grup; DDGS-75: DDGS ile 75 gün beslenen grup; DDGS-45:DDGS ile 45 gün beslenen grup.

Genelleştirilmiş Prokrustes Analizine İlişkin Sonuçlar Duyusal Test

Prokrustes varyans analizi (PANOVA), GPA analizinin ilk adımındır ve sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede, her üç transformasyonun serbestlik derecesi, kareler toplamı, kareler ortalaması, yaklaşık F değerleri ve önemlilik durumları ANOVA'dan elde edilmektedir. PANOVA sonuçlarına göre, panelistler arasındaki toplam

değişimin azaltılmasında en büyük katkı translasyon transformasyonundan elde edilmiştir ($p < 0.0001$). Her üç transformasyonda, en büyük hata kareler ortalaması (3.858) translasyon transformasyonundan elde edilmiştir. Dolayısıyla, duyusal teste katılan panelistlerin çoğunluğunun hedonik skalanın farklı aralıklarını kullandığını söylemek mümkündür. Translasyon transformasyonu uygulandıktan sonra hata kareler ortalaması 1.419 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3. PANOVA sonuçları
Table 3. PANOVA results

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	Pr>F
Ölçekleme sonrası hatalar	160	219.902	1.374		
Ölçekleme	40	67.076	1.677	1.220	0.195
Rotasyon sonrası hatalar	200	286.978	1.435		
Rotasyon	400	564.583	1.411	1.027	0.428
Translasyon sonrası hatalar	600	851.561	1.419		
Translasyon	200	771.512	3.858	2.807	< 0.0001
Düzeltilmiş toplam	800	1623.073	2.029		

Translasyon transformasyonundan sonra ortak panelist görüşlerinin yer aldığı uzlaşma matrisine ilişkin sonuçlar elde edilmektedir. Buna göre, Çizelge 4'de et örnek gruplarından elde edilen hata varyans bilgisi verilmiştir.

Çizelge 4. Et örneklerinden elde edilen hata varyanslarına ilişkin sonuçlar
Table 4. Residual variance for meat samples

Et örnekleri ¹	Hata varyansları
DDGS-0	57.558
DDGS-120	57.421
DDGS-75	50.444
DDGS-45	54.479

¹DDGS-0: Karma yemle 120 gün beslenen grup; DDGS-120: DDGS ile 120 gün beslenen grup; DDGS-75: DDGS ile 75 gün beslenen grup; DDGS-45: DDGS ile 45 gün beslenen grup.

Çizelge 4 incelendiğinde, et örnek gruplarının hataları birbirine yakın bulunmuştur. Hata varyansı diğer gruplara göre yüksek olan DDGS-0 ve DDGS-120 gruplarına ait et örnekleri, panelistlerin duyusal özellikler bakımından fikir ayrılığı yaşadığı gruplardır. Hata varyansı daha düşük olan DDGS-75 grubuna ait et örnekleri ise panelistler tarafından en çok uzlaşma sağlanan grup olarak belirlenmiştir.

Uzlaşma matrisinde, boyut indirmek amacıyla uygulanan Temel Bileşenler Analizine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5'de besleme gruplarına ait et örnekleri ve duyusal özellikler arasındaki toplam varyasyonu, birinci faktör (F1) yaklaşık %40.72'sini, ikinci faktör (F2) ise %36.02'sini açıklamaktadır. Dolayısıyla,

duyusal özellikler ve et örnek grupları arasındaki toplam değişkenliği, ilk iki faktör yaklaşık % 76.74'ünü açıklamaktadır. Temel bileşenler belirlendikten sonra, et örnekleri ile duyusal özellikler arasındaki ilişkilerin iki boyutlu grafiksel gösterimi Şekil 2'de verilmiştir.

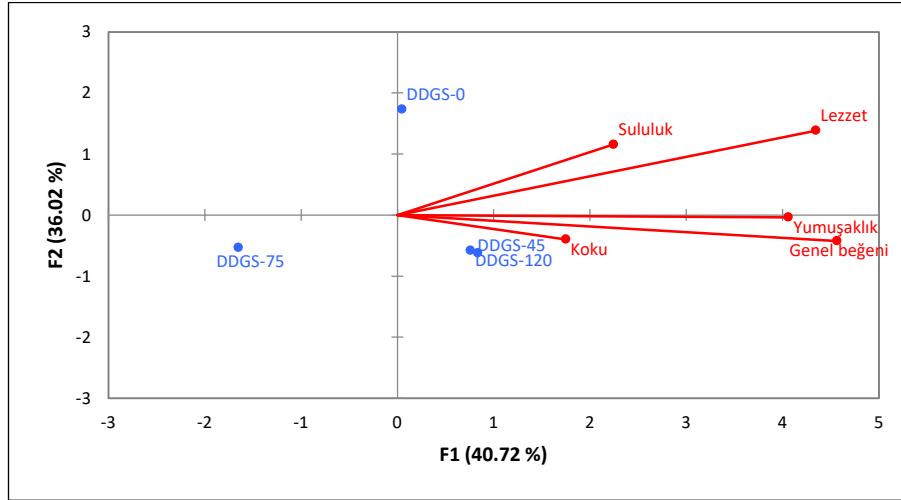
Çizelge 5. Öz değerler, değişkenlik ve kümülatif değişkenliğe ilişkin sonuçlar
Table 5. Results on eigenvalues, variability, and cumulative variability

	Faktör 1 (F1)	Faktör 2 (F2)
Öz değerler	1.693	1.498
Değişkenlik (%)	40.716	36.019
Kümülatif	40.716	76.736
Değişkenlik(%)		

Şekil 2'de DDGS-45, DDGS-120 ve DDGS-0 aynı bölgede sınıflandırılmış ve F1'in pozitif bölgesine yerleşmiştir. Bununla birlikte DDGS-75 grubu F1'in negatif bölgesinde yer almıştır. Panelistler tarafından DDGS-75 ve DDGS-0 grubu ayrılmıştır. Bununla beraber, panelistler tarafından DDGS-45 ve DDGS-120 grupları neredeyse aynı gruplar olarak nitelendirilmiştir. İkinci boyuta göre ise DDGS-0 pozitif bölgede, DDGS-75, DDGS-45 ve DDGS-120 grupları negatif bölgeye yerleşmiştir. Duyusal özelliklerden sululuk ve lezzet F1 ve F2'nin pozitif bölgesine yerleşirken, koku, yumuşaklık ve genel beğeni F1'in pozitif bölgesine F2'nin ise negatif bölgesine yerleşmiştir. Şekil 2'ye göre tüm duyusal özellikler F1'in pozitif bölgesine yerleşmiştir. Bu bölgede bulunan duyusal özelliklerin daha yüksek puanlara sahiptirler. DDGS-75 grubunun, duyusal

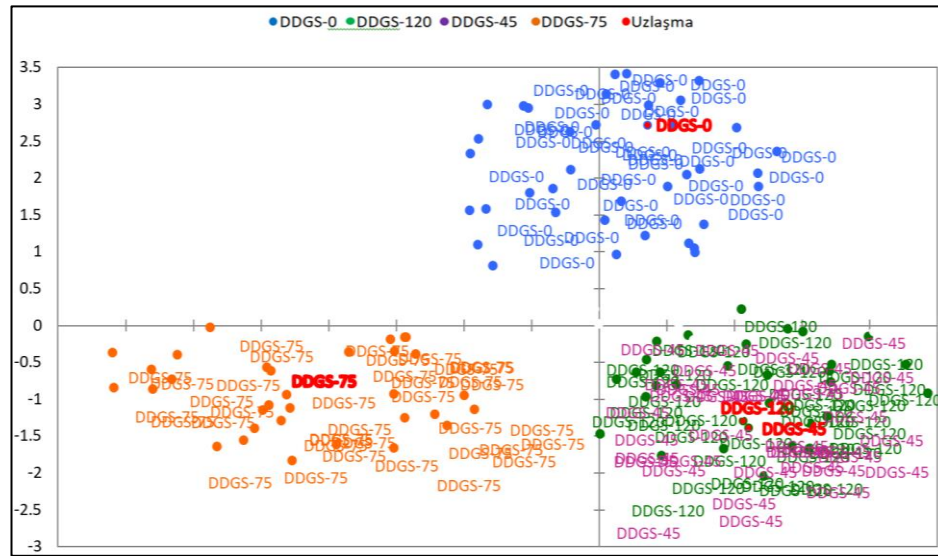
özelliklerle arasında ilişki bulunmazken, DDGS-0 grubu her iki boyuttaki tüm duyusal özelliklerle pozitif ilişkili, DDGS-45 ve DDGS-120 grubu ise birinci boyut için duyusal özelliklerle pozitif, ikinci

boyut için ise negatif ilişkilidir. Şekil 3'de duyusal özellikler bakımından uzlaşma sağlanan et örnek gruplarına ilişkin grafiksel gösterim verilmiştir.



Şekil 2. Duyusal özellikler ve et grupları arasındaki korelasyonların iki boyutlu grafikte gösterimi F1: GPA'dan elde edilen ilk temel bileşen; F2: GPA'dan elde edilen ikinci temel bileşen; DDGS-0: Karma yemle 120 gün beslenen grup; DDGS-120: DDGS ile 120 gün beslenen grup; DDGS-75: DDGS ile 75 gün beslenen grup; DDGS-45: DDGS ile 45 gün beslenen grup.

Figure 2. Two-dimensional graphic representation of correlations between sensory traits and meat samples F1: first principal component of GPA; F2: second principal component of GPA; DDGS-0: no DDGS included in diet for 120 days; DDGS-120: DDGS included in diet for 120 days; DDGS-75: no DDGS included in diet for 45 days + DDGS included in diet for 75 days; DDGS-45: no DDGS included in diet for 75 days + DDGS included in diet for 45 days.



Şekil 3. Et örnek grupları için uzlaşma haritası F1: GPA'dan elde edilen ilk temel bileşen; F2: GPA'dan elde edilen ikinci temel bileşen; DDGS-0: Karma yemle 120 gün beslenen grup; DDGS-120: DDGS ile 120 gün beslenen grup; DDGS-75: DDGS ile 75 gün beslenen grup; DDGS-45: DDGS ile 45 gün beslenen grup.

Figure 3. Consensus map of meat sample groups. F1: first principal component of GPA; F2: second principal component of GPA; DDGS-0: no DDGS included in diet for 120 days; DDGS-120: DDGS included in diet for 120 days; DDGS-75: no DDGS included in diet for 45 days + DDGS included in diet for 75 days; DDGS-45: no DDGS included in diet for 75 days + DDGS included in diet for 45 days.

Şekil 3'de et örnek gruplarında yer alan kırmızı renkteki grup isimleri, bu gruplarda panelistler tarafından uzlaşa sağlandığını ifade etmektedir. Buna göre, noktaların çoğunluğu ilk boyuta yakındır. Çünkü birinci faktör değişkenliğinin yaklaşık %40.72'sini açıklamıştır. DDGS-120 ve DDGS-75 gruplarına ait et örneklerinde panelistler arasında uzlaşa sağlanmıştır. Çünkü, gruplar harita üzerinde farklı bölgelere yerleşmiş ve panelistler tarafından ayırt edilebilmiştir. Ancak DDGS-120 ve DDGS-45 et örnekleri ise panelistler tarafından benzer gruplar olarak nitelendirildiğinden açıkça bir ayırım yapılamamıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, dört farklı besleme grubunda yetiştirilen kuzuların et örnekleri, beş duyuşal özellik bakımından GPA yöntemiyle değerlendirilmiştir. GPA analizinden önce duyuşal özellikler arasındaki korelasyonlar incelenmiş, yumuşaklık-sululuk ($p<0.001$) ve lezzet-genel beğeni ($p<0.001$) özellikleri arasında önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Şekil 1). Bununla beraber, et gruplarının duyuşal özellikler bakımından farklılıkların belirlenmesinde genelleştirilmiş doğrusal karışık model sonuçları incelendiğinde tüm duyuşal özellikler bakımından gruplar arasında farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 2). Etin başlıca duyuşal özelliklerini ise görünüm (renk, yağ içeriği vb.) tekstür (yumuşaklık ve sululuk) ve lezzet olarak sıralamak mümkündür. Yapılan çalışmalar, etin duyuşal özellikleri üzerinde genotip, yaş, cinsiyet, besleme, kesim öncesi (nakliye, açlık süresi vb.) ve sonrası (depolama koşulları, olgunlaştırma süresi ve pişirme şekli vb.) pek çok uygulamanın önemli etkiye sahip olabileceğini göstermiştir (Honikel, 2004; Ferguson and Warner, 2008; Guerrero et al., 2013). Söz konusu faktörler, tüketici tercihlerini önemli düzeyde etkileyebildiğinden, bu faktörlerin tüketici talepleri doğrultusunda iyileştirilmesine yönelik yeni bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Panel verilerine translyasyon transformasyonu uygulandıktan sonra et örneklerine ilişkin hatalar, genel olarak birbirine yakın bulunmuştur. Ancak, duyuşal özellikler bakımından panelistler arasında en çok uzlaşa sağlanan grup DDGS-75, en çok fikir ayrılığı yaşanan gruplar ise DDGS-0 ve DDGS-120 gruplardır (Çizelge 4).

Duyuşal özellikler ve et grupları arasındaki ilişkilerin yer aldığı Şekil 2 incelendiğinde, DDGS-75 grubunun duyuşal özelliklerle arasında ilişki bulunmamaktadır. Bu gruptaki et örneklerinin panelistler tarafından tercih edilmediğini söylemek mümkündür. En çok fikir ayrılığı yaşanan DDGS-0 ve DDGS-120 grafiğinin farklı bölgelerinde yer aldığından, panelistler DDGS-

0 grubuna ait et örneklerini sululuk ve lezzet bakımında tercih ederken, DDGS-120 grubuna ait et örneklerini yumuşaklık, koku ve genel beğeni özellikleri bakımından daha çok tercih etmişlerdir.

Şekil 3'de verilen uzlaşma haritasında DDGS-75, DDGS-0 ve DDGS-120 grupları harita üzerinde farklı bölgelere yerleştiğinden, panelistler bu grupları açıkça ayırt edebilmiştir. Ancak, DDGS-120 ve DDGS-45 grupları ayırt edilememiştir.

Lorenzo ve ark. (2016) tarafından ekstansif ve yarı ekstansif koşullarda yetiştirilen tay etlerinin duyuşal özelliklerinin incelendiği çalışmada, veri matrisi 24 et örneği, 8 duyuşal nitelik ve 8 panelist şeklinde oluşturulmuştur. Hatası düşük olan grubun (3 kg ticari yemle beslenen yarı entansif grup) diğer gruplara göre panelistler arasında en çok uzlaşma sağlanan grup olduğu belirtilmiştir. Uzlaşma haritasında et örnekleri farklı bölgelere yerleşerek, panelistler tarafından örnekler arasındaki farklılıklar açıkça ayırt edilebildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Rodrigues ve Teixeira (2009) tarafından Cabrito Transmontana oğlaklarının cinsiyet ve karkas ağırlıklarının duyuşal özellikler üzerine olan etkisini inceledikleri çalışmada, 6 et örneği, 8 duyuşal özellik ve 11 değerlendiriciden oluşan veri matrisi GPA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. 4 kg-erkek ve 8 kg-dişi grupları en düşük hataya sahip olmuş ve bu grupların et örnekleri arasında panelistler arasında en fazla uzlaşa sağlanmıştır. Oluşturulan uzlaşma haritasında birinci boyut değişkenliğinin %83'ünü açıkladığından, grupların bu boyuta daha yakın konumlandığı belirtilmiş ve tüm et örnekleri harita üzerinde açıkça ayrılmıştır. Ayrıca, GPA yönteminin keçi etinin duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesinde doğru bir metot olduğu belirtilmiştir. Prokrustes analizinde, temel bileşenler analizi (PCA) kullanılarak elde edilen ve et örnekleri arasındaki toplam değişimin açıklanmasında ilk iki faktör %76.74'ünü açıklamıştır (F1 %40.72 ve F2 %36.02) (Çizelge 5). Et örneklerinin GPA yöntemiyle değerlendirilmesine ilişkin yapılan çalışmalarda toplam değişimin açıklanmasında farklı oranlar elde edilmiştir. Örneğin, Rodrigues ve Teixeira (2009), GPA'dan elde edilen ilk iki faktörün toplam değişkenliğinin % 93'ünü açıkladığını belirtirken, Kor ve Keskin (2011) ise ilk iki faktörün toplam değişimin %84.29'ünü açıkladığını bildirmişlerdir. Panea ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada ilk faktörün %50.42 ve ikinci faktör %27.31'ini açıklamıştır. Benzer şekilde Alcalde ve ark. (2014), ilk faktörün değişimin %76.91'ini, ikinci faktörün %9.56'sını açıkladığını saptamışlardır. Rodrigues ve Teixeira (2014) ve GPA analizi sonucunda elde edilen üç faktörün (F1 %59.13, F2 %24.2, F3 %16.44) toplam değişkenliğinin %100'ünü açıkladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, GPA'dan elde edilen toplam değişimin

açıklama oranının makul düzeyde olduğunu söylemek mümkündür.

Genelleştirilmiş Prokrustes Analizinin (GPA) son adımı olan, et örneklerinin ve duyuşal özellikler arasındaki ilişkilerin incelendiği iki boyutlu grafikte (Şekil 2), panelistler tarafından DDGS-75 grubu ve duyuşal özellikler arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Şekil 3'de uzlaşma haritasında da bu grup, panelistler tarafından açıkça ayrılmıştır. Bununla beraber, DDGS-0 grubu daha lezzetli ve sulu bulunurken, DDGS-45 ve DDGS-0 grupları daha yumuşak, daha az kokulu ve genel beğeni olarak da daha çok tercih edilmiştir. Panelistler tarafından, DDGS-0 grubu açıkça diğer gruplardan ayrılırken, DDGS-120 ve DDGS-45 grupları benzer bulunmuştur.

Sonuç olarak, GPA yöntemiyle, et gruplarının duyuşal özellikleri bakımından panelistler arasında uzlaşma sağlanmıştır. Panelistler tarafından, et örnek gruplarının uzlaşma haritası üzerinde duyuşal özellikler bakımından ayrımı yapılabilmektedir. GPA yöntemi, duyuşal teste katılan panelistlerin ürünü değerlendirme hassasiyeti hakkında yararlı bilgiler sağlamaktadır. Bu anlamda, duyuşal testlerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistikî yöntemlere, alternatif bir yöntem olarak önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ilk yazarın Yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Bununla beraber, çalışmanın özeti 3. Uluslararası Tarım, Hayvancılık ve Kırsal Kalkınma Kongresinde (ISPEC) sözlü bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitabında özeti basılmıştır (20-22 Aralık 2019/VAN, s: 42). Yazarlar, bu çalışma verilerinin kullanımına izin veren, proje yürütücüsü Doç. Dr. Serhat KARACA ve proje ekibine teşekkürü bir borç bilirler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Addinsoft, 2019. XLSTAT statistical and data analysis solution. <https://www.xlstat.com/en/>.
Alcalde MJ, Moreno-Indias I, Horcada A, Molina A, Juarez M 2014. Generalized Procrustes Analysis (GPA) as a Tool to Discriminate among Sheep Breeds. *Archiv Tierzucht* 57(28): 1-10.
Alves MR, Oliveira M 2005. Monitorization of Consumer and Naïf Panels in The Sensory

Evaluation of Two Types of Potato Chips by Predictive Biplots Applied to Generalized Procrustes and Three-Way Tucker-1 Analysis. *Journal of Chemometrics* 19(10): 564 – 574.

Aporicio R, Aparicio- Ruiz R, Garcia-Gonzalez DL 2007. Rapid Methods for Testing of Oil Authenticity: The Case of Olive Oil. (Rapid Methods, Wageningen Academic, Holland: Ed. Amerongen A, Barug D, Lauwars M)163-188.

Delarue J, Sieffermann JM 2004. Sensory mapping using Flash profile. Comparison with a Conventional Descriptive Method for the Evaluation of The Flavour of Fruit Dairy Products. *Food Quality and Preference* 15(4): 383-392.

Dijksterhuis G 1996. Procrustes Analysis in Sensory Research. (Multivariate Analysis of Data in Sensory Science, Elsevier Science, Norwegian: Ed. Naes T, Risvik E) 347.

Ferguson DM, Warner RD 2008. Have We Underestimated The Impact of Pre-Slaughter Stress on Meat Quality in Ruminants. *Meat Science* 80: 12–19.

Gower JC 1975. Generalized Procrustes Analysis. *Psikometrika* 40(1): 33-51.

Guerrero A, Velandia Valero M, Campo MM, Sañudo C 2013. Some Factors That Affect Ruminant Meat Quality: from The Farm to the Fork. *Review Acta Scientiarum Animal Sciences* 35: 335-347.

Honikel KO 2004. Conversion of Muscle to Meat. (Encyclopedia of Meat Sciences, Academic Press, UK: Ed. Dikeman DJ) 238-242.

Karaca S, Erdoğan S, Güney M, Çakmakçı C, Sarıbey M, Kor A, Ülker H 2021. Does The Length of Time Dried Distillers' Grain with Solubles Substitution for Soybean Meal Affect Physiological Indicators and Meat Quality In Finishing Lambs? *Animal Science Journal* 92: 1.

Keskin S, Kor A, Karaca S 2012. Evaluation of Sensory Characteristics of Sheep and Goat Meat by Procrustes Analysis. *Czech J Anim Sci* 57(11): 516–521.

Kor A, Keskin S 2011. Quality and Sensory Evaluation for Goat Meat Using Generalized Procrustes Analysis. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10: 1313-1316.

Lorenzo JM, Purrinos L, Carballa J 2016. A Survey on the Effect of Livestock Production System and Finishing Diet on Sensory Characteristics of Foal Meat Using Generalized Procrustes Analysis. *The Scientific World Journal* 1: 6.

Meudic B, Cox DN 2001. Understanding Malaysian Consumers' Perceptions of Breakfast Cereals Using Free Choice Profiling. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0016/353050/Foodlabeling-inPortugal_web.pdf.

Popper R, Chaiton P, Ennis D 1995. Taste Test vs. Ad-Lib Consumption Based Measures of Product

- Acceptability. 2. Pangborn Sensory Science Symposium July 30–August 3, USA.
- Rodrigues S, Teixeira A 2009. Effect of Sex and Carcass Weight on Sensory Quality of Goat Meat of Cabrito Transmontano. *J Anim Sci* 87: 711–715.
- Rodrigues S, Teixeira A 2013. Use of Generalized Procrustes Analysis (GPA) to Test The Effects of Sex and Carcass Weight on Sensory Quality Evaluations of Terrincho Lamb Meat. *Meat Science* 93: 485–488.
- SAS Institute Inc 2021. The SAS System, Version 9.4.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Stone H, Sidel JL 2004. Sensory Evaluation Practices. 3. Academic Press, California. 408p.
- Tomic O 2013. Differences Between Generalised Procrustes Analysis and Multiple Factor Analysis in Case of Projective Mapping. Norwegian University of Life Sciences, Department of Chemistry, Master Thesis, 73p.