

## FARELERDE PAPİLLA FUNGİFORMİSLERİN POSTNATAL GELİŞİMİ ÜZERİNE IŞIK VE TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBİK (SEM) İNCELEMELER\*

Burhan TOPRAK<sup>1</sup>

Sadık YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Etilik Merkez Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Ankara – TÜRKİYE  
<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Elazığ – TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 02.01.2003

**Light and Scanning Electron Microscopic (SEM) Investigations on Postnatal Development of the Fungiform Papillae in the Mice**

### Summary

This study was carried out to examine light and scanning electron microscopic (SEM) changes in the fungiform papillae of mice during postnatal period. In this study, the tissue samples collected from the tongues of mice that were 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150, and 180 days old during postnatal period were used to be material. Collected tissue samples were examined by light and scanning electron microscopy.

Fungiform papillae were present in newborn mice but mature taste buds were seen in postnatal 2 days old animals. It was seen that the fastest increase in 0-15 days period and papillae completed their developments in 120 days old animals with the average length of 117.08  $\mu\text{m}$  and width of 83.21  $\mu\text{m}$ . The average length and width of the taste buds that were completely developed in 90 days old mice were 38.33  $\mu\text{m}$  and 30.81  $\mu\text{m}$ , respectively.

In the scanning electron microscope, one taste pore was seen in the middle of the top of the papillae as of 15<sup>th</sup> day of the age. By the examination of higher magnification micropits and microridges were seen on the epithelial surfaces of the tissues samples of all age group animals.

As a result, it was found that fungiform papillae, which seen the first mature taste buds in postnatal 2 days old animals and were developed fast at the beginning (0-15 days) of the postnatal period.

**Key Words:** Mouse, fungiform papillae, development, scanning electron microscope (SEM)

### Özet

Bu çalışma farelerde postnatal dönemde papilla fungiformis'lerde meydana gelen ışık ve taramalı elektron mikroskopik değişimleri incelemek amacıyla planlanmıştır. Araştırmada postnatal dönemin 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180. günlerindeki fare dillerinden alınan doku örnekleri materyal olarak kullanıldı. Yeni doğanlarda papilla fungiformis'ler mevcuttu fakat porus'u teşekkül etmiş tat tomurcuklarına postnatal 2 günlüklerde rastlanıldı. Papilla'ların ortalama olarak uzunlukta 117.08  $\mu\text{m}$ , genişlikte de 83.21  $\mu\text{m}$  ile gelişimini 120 günlüklerde tamamladıkları ve en hızlı artış oranının ilk 15 günlük dönemde olduğu görüldü. Tat tomurcuklarının ise 90 günlüklerde gelişimlerini tamamladıkları tespit edildi ve sırasıyla uzunlukları 38.33  $\mu\text{m}$ , genişlikleri ise 30.81  $\mu\text{m}$  olarak belirlendi. Taramalı elektron mikroskopta, 15 günlüklerden itibaren papilla'ların tepesinin tam ortasında bir adet tat porus'u gözlemlendi. Papilla fungiformis'ler yüzeyinden yapılan yüksek büyültmelerde, bütün gruplarda yüzey epitelinde çok küçük çukur (Micropit) ve çok küçük çıkıntılara (Microridge) rastlanıldı.

Sonuç olarak, papilla fungiformis'lerdeki ölçümlerde en hızlı artışın ilk 15 günlük dönemde olduğu, bu dönemden sonraki artışın 120. güne kadar yavaş bir hızla devam ettiği ve porus'u teşekkül etmiş fonksiyonel ilk tat tomurcuğuna postnatal 2. günde rastlandığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fare, papilla fungiformis, gelişim, taramalı elektron mikroskop (SEM)

\* Bu çalışma, doktora tezinin bir kısmından özetlenmiş olup, FÜBAP (proje no: 366) tarafından desteklenmiştir.

## Giriş

Memelilerde papilla fungiformis'ler, dilin üst yüzünde ve çoğunlukla uç kısmında, papilla filiformis'ler arasında yer alırlar (5,10,22-24). Mouse ve hamster gibi kemiricilerde papilla fungiformis'ler, dilin üst yüzünün ortasındaki oluğa paralel ve iki taraflı simetrik sıralar şeklinde bulunurlar. Fakat bu olukta papilla'lar yer almazlar (24, 28).

Papilla fungiformis'ler, prenatal dönemde mouse'da ilk defa 13. gün (28) veya 13-14. günde (15), ratlarda 15. gün (7) veya 21. günde (5), hamsterde ise 12. günde (32) şekillenir.

Papilla fungiformis'lerin innervasyonu, V. çift beyin siniri olan n. trigeminus'un kolu n. lingualis ve VII. çift beyin siniri olan n. facialis'in duyuşal kolu chorda tympani tarafından sağlanır (7).

Rat, mouse ve hamsterde papillanın epitel tabakasının en tepesinde bir adet tat tomurcuğı bulunur ve bir tat porus'u ile ağız boşluğuna açılır (5,16,23,25,31). Bununla birlikte insan ve maymun gibi primatlarda bir papilla fungiformis'de ortalama 14-15 tat tomurcuğı (3,4,33) ve kedide 7-17 tat tomurcuğı (29) yer alır. Rodentia'dan, oklu kirpide (19) ve keseli sıçanda (18) ise papilla fungiformis'ler tat tomurcuğı içermezler.

Fare ve ratlarda papilla fungiformis'lerin prenatal ve erken postnatal dönemde gelişimi ile ilgili taramalı elektron mikroskopik çalışmalarda yüksek büyültmelerde epitel hücrelerin belirgin olduğu ve bu hücreler yüzeyinde çok küçük çıkıntı ve çukurların bulunduğu gözlenmiştir (11,13,14).

Çalışmada, postnatal dönemde fare papilla fungiformis ve tat tomurcuğlarındaki ışık ve taramalı elektron mikroskopik değışimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışmada, doğum günü "0" kabul edilmek üzere 0, 15, 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 günlük dönemler halinde toplam sekiz grup oluşturuldu ve her grupta 8'er fare kullanıldı. Ayrıca papilla'daki tat porus'larının açılma zamanını tespit etmek için 0-10. günler arasında her gün için 2 adet olmak üzere toplam 84 fare kullanıldı. Hayvanlar ether ile anesteziye alındı ve öldürüldü. Alınan doku örnekleri %10'luk formaldehit solusyonunda tespit edildi. Elde edilen parafin bloklardan 5-7 mikrometre kalınlığında kesitler her yaş grubunda dilin dorsal'inden ventral'ine transversal olarak alındı. Bu kesitlere Mayer'in hematoksil-eosin (21) boya yöntemi uygulandı. Mikrometrik ölçümler oküler mikrometre yardımıyla alındı. Resimler Nikon marka

araştırma mikroskopunda çekildi. Terminolojik ifadelerin yazımında Nomina anatomica veterinaria (26) ve Nomina histologica veterinaria (27)'dan yararlanıldı.

Taramalı elektron mikroskopik inceleme için her gruptan iki farenin dili kullanıldı. Bunlar bir bütün halinde serum fizyolojikte yıkandı. Hazırlanan doku örnekleri fosfat tamponlu %3'lük glutraldehitte (pH:7,3) ilk tespit işlemine tabi tutuldu. Daha sonra aynı tamponda yıkanan dil örnekleri %1'lik ozmiyum solusyonunda 37°C'de 1,5 saat süreyle son tespit yapıldı. Bu işlemde sonra dil yüzeyindeki ekstraseüller mukus tabakasını uzaklaştırmak amacıyla 3 N'lik HCl'de 60°C sıcaklıkta 20 dakika bekletildi (13, 14). Elde edilen dil örnekleri alkol ve amil asetat serilerinden geçirilerek 31°C sıcaklık 70 bar basınçta 1,5-2 saat süreyle kritik nokta kurutucusunda (critical point dryer) kurutuldu. Kurutulan diller stublara yapıştırıldı. İnceleme öncesinde, stublardaki dil örnekleri VG Microtech Polaron SC500 sputter coater cihazında 0.05 Torr basınç altında altın kaplama yapıldı. Hazırlanan numuneler Jeol JSM 5600 marka taramalı elektron mikroskopta 5-15 kV aralığında incelenerek fotoğraflar alındı ve değıerlendirildi.

## Bulgular

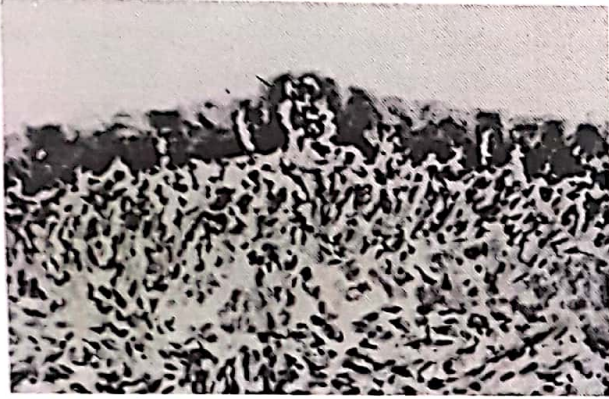
Papilla fungiformis'lerin, dilin üst yüzünde mantar biçiminde çıkıntılar olarak papilla filiformis'ler arasında dağıldıkları görüldü. Dilin ucundan, öğütücü dişler arasındaki çıkıntısına kadar olan bölgede yer alan bu papilla'lar, yoğun olarak dilin uç kısmında ve kenarlarında bulunmaktaydı. Sulcus medianus'a paralel simetrik sıralar şeklinde bulunan papilla fungiformis'lere bu olukta rastlanılmadı.

### Işık mikroskopik bulgular:

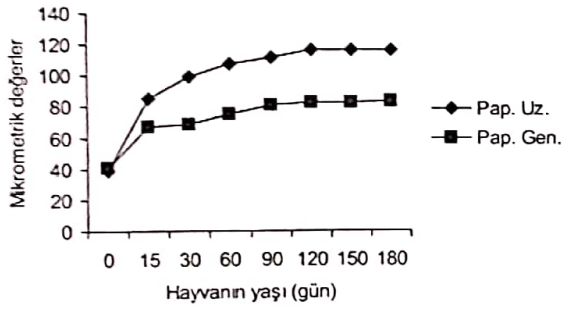
Papilla fungiformis'ler çok katlı yassı bir epitel ile örtülüydü. Papilla'ların tepesindeki epitel kalınlığı, yanlarındaki ve papilla'lar arasındaki epitel kalınlığından daha inceydi. Yeni doğanlarda papilla'nın tepesinin tam ortasında bir adet tat tomurcuğunun (Calculus gustatorius) belirginleşmeye başladığı ancak bunun tat porus'una (Porus gustatorius) sahip olmadığı görüldü (Şekil 1). Papilla'larda porus'u şekillenmiş (olgunlaşmış) tat tomurcuğlarına postnatal 2 günlüklerde rastlanıldı (Şekil 3). Işık mikroskopunda tat tomurcuğlarında açık (gustatorik) ve koyu (destek) boyalı iki tip tat tomurcuğı hücresi görüldü (Şekil 4).

Papilla uzunluğu ve genişliği yeni doğanlarda sırasıyla 38.53 µm ve 41.26 µm iken 15 günlüklerde hızlı bir artışla uzunlukta 85.25 µm, genişlikte de

66.67  $\mu\text{m}$ 'ye ulaşmıştı. Papilla'nın bir önceki döneme göre uzunlukta %121.25, genişlikte de %61.59 artışı görüldü ve bu en hızlı artış oranı olarak dikkati çekti. Daha sonraki dönemlerde papilla'nın uzunluk ve genişliğinde küçük artışların olduğu görüldü (Şekil 2). Papilla'ların postnatal 120 günlüklerde ortalama olarak uzunlukta 117.08  $\mu\text{m}$ , genişlikte de 83.21  $\mu\text{m}$ 'ye ulaşarak gelişimlerini tamamladıkları tespit edildi (Tablo 1).



Şekil 1. Yeni doğanların papilla fungiformis'i ve tepesinde belirginleşmeye başlamış bir adet tat tomurcuğu (t), çok katlı yassı epitel (ok), bağ doku (b). H.E. X 100.



Şekil 2. Papilla fungiformis uzunluk ve genişliğinin yaşa bağlı olarak artışı.



Şekil 3. İki günlüklerin papilla fungiformis'inde ilk tat porus'larının görülmesi, tat tomurcuğu (t) ve tat porus'u (ok). H.E. X 200.

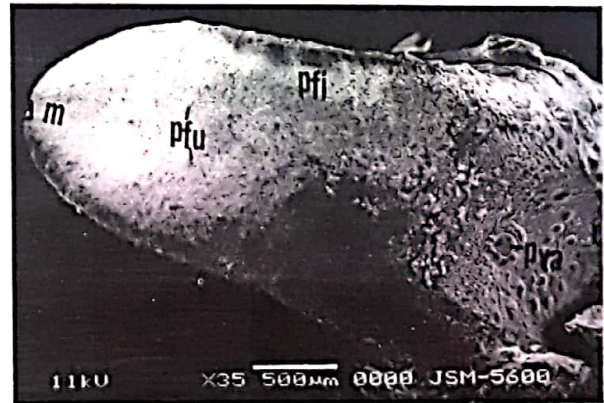


Şekil 4. 30 günlüklerin papilla fungiformis'i, çok katlı yassı epitel (e), tat tomurcuğu (t), tat porus'u (kalın ok), açık (g) ve koyu (ince ok) boyalı hücreler, epitel yüzeyde zayıf bir keratinizasyon (k). H.E. X 100.

Yeni doğanlarda tam olarak olgunlaşmış tat tomurcuğu bulunmadığından ölçüm yapılamadı, ancak 15 günlüklerde tat tomurcuğunun ortalama uzunluğu ve genişliği sırasıyla 32.61  $\mu\text{m}$  ve 27.94  $\mu\text{m}$  olarak tespit edildi. 90 günlüklere kadar artış gösteren tat tomurcuklarının bu dönemdeki ortalama uzunluğu 38.33  $\mu\text{m}$ , genişliği ise 30.81  $\mu\text{m}$  olarak saptandı ve tat tomurcuklarının gelişimlerini bu dönemde tamamladıkları görüldü (Tablo 1). Tat tomurcuklarının uzunluk/genişlik oranlarının 1.17-1.24 arasında değiştiği belirlendi.

#### Taramalı elektron mikroskopik bulgular:

Taramalı elektron mikroskopik incelemede yeni doğanların dilinde sulcus medianus belirgindi ve papilla fungiformis'lerin bu sulcus'a paralel simetrik sıralar halinde papilla filiformis'ler arasında yer aldıkları görüldü (Şekil 5). Papilla'lar yüzeyinden yapılan yüksek büyültmelerde tat porus'larına rastlanılmadı.

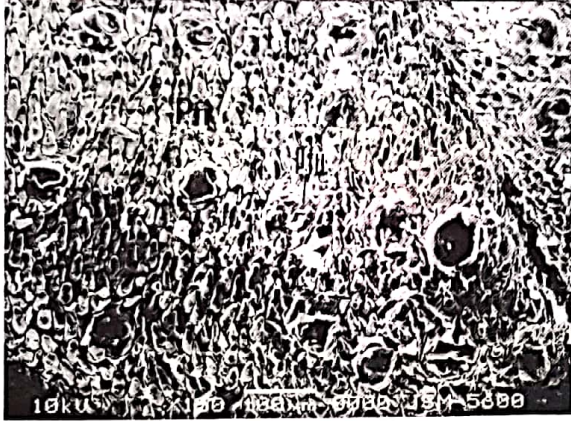


Şekil 5. Yeni doğanların dilinden genel bir görünüm. Dil ucu (a), Median sulcus (m), Papilla fungiformis (Pfu), Papilla vallata (Pva), Intermolar çıkıntı (i), Papilla filiformis (Pfi), dil kökü (r).

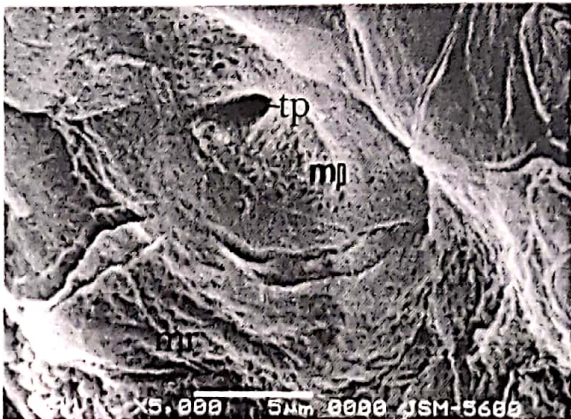
Tablo 1. Papilla fungiformis'lerden alınan ortalama ölçümler

	H a y v a n ı n y a ş ı ( g ü n )							
	0	15	30	60	90	120	150	180
Papilla uzunluğu (µm)	38.53±0.75	85.25±4.60	99.34±3.37	107.88±4.6	112.17±2.15	117.08±3.45	117.02±2.74	117.40±2.80
Papilla genişliği (µm)	41.26±1.29	66.67±1.92	69.05±1.28	74.76±3.06	81.43±1.63	83.21±1.54	83.25±2.62	83.50±4.73
Tomurcuk uzunluğu (µm)	-	32.61±1.08	34.83±0.83	37.83±1.78	38.33±0.88	38.57±1.05	38.69±1.10	38.19±1.10
Tomurcuk genişliği (µm)	-	27.94±1.09	29.40±1.10	30.53±1.04	30.81±0.76	31.50±0.87	31.56±1.21	31.49±1.03

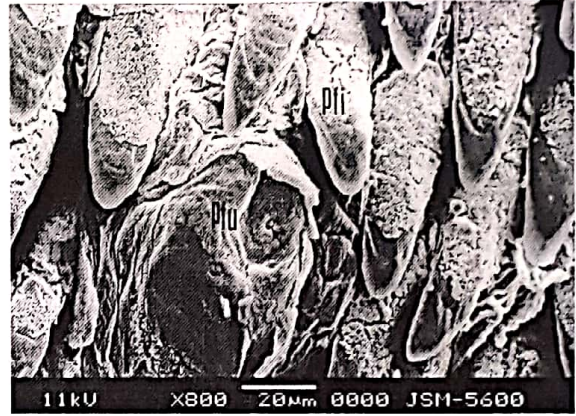
15 günlüklerden itibaren papilla'ların tepesinin tam ortasında bir adet tat porusu' gözlemlendi. Papilla'lar yüzeyinden yapılan yüksek büyültmelerde, bütün gruplarda epitel hücrelerin sınırları, çok küçük çukur (micropit) ve çok küçük çıkıntılar (microridge) gözlemlendi (Şekil 6,7,8).



Şekil 6. 15 günlüklerde dil ucundan bir görünüm. Papilla fungiformis (Pfu), Median sulcus (m), Papilla filiformis (Pfi), tat porus'ları (küçük oklar).



Şekil 7. 90 günlüklerin papilla fungiformis'inden yüksek bir büyültme. Microridge (mr), Micropit (mp) ve tat porus'u (tp).



Şekil 8. 120 günlüklerin papilla fungiformis'i. Papilla fungiformis (Pfu), Papilla filiformis (Pfi) ve tat porusu (ok).

### Tartışma

Hamster (23,24), mouse (11,30), maymun ve insan (2), sincap maymunu (12) ve sincapta (6), papilla fungiformis'lerin dilin üst yüzeyinde papilla filiformis'ler arasında dağılan mantar biçiminde çıkıntılar oldukları, hamster (24) ile mouse'da (28) dil ucundan öğütücü dişler arasına kadar olan bölgede yer aldıkları, yoğun olarak dilin ucunda ve yan kenarlarında buldukları (2,6,24), papillaların dilin üst yüzeyinin ortasında bulunan oluğa paralel olarak yer aldıkları ve bu olukta bulunmadıkları (24,28) bildirilmektedir. Çalışmada da aynı sonuçlar elde edilmiştir.

Hamster (23,24,31), rat (5) ve mouse'da (25) papilla fungiformis'lerin tepesinin tam ortasında papilla'nın uzunluğu eksenine paralel bir adet tat tomurcuğu bulunduğu ve bunların bir tat porusuyla ağız boşluğuna açıldığı, oklu kirpi (19) ve keseli sıçanda (18) ise papilla fungiformis'lerin tat tomurcuğu içermediği bildirilmiştir. Çalışma bulguları oklu kirpi (19) ve keseli sıçan (18) için bildirimlerle uyumsuz, diğerleri (5,23,24,25,31) ile ise uyumludur.

Harada ve ark. (8), yeni doğan ratlarda papilla fungiformis'lerde tat tomurcuklarının mevcut olduğunu ve bunlardan %14'ünde bir tat porus'u bulunduğunu, doğumdan bir hafta sonra ise tat tomurcuklarının %80'inin tat porus'larına sahip olduğunu belirtirken, Dinç ve ark. (5), postnatal 3 günlük ratlarda tat tomurcuklarının yer aldığını fakat tamamen gelişmiş tat tomurcuklarına postnatal 5 günlüklerde rastlanıldığını, Whitehead ve Kachele (32)'de prenatal dönemde hamster papilla fungiformis tat tomurcuğu ve porus'larının geliştiğini ve postnatal birinci günde tat porus'larının erişkinlerdeki değere ulaştığını, Iwasaki ve ark ise mouse (13) ve Rat (14)'da tat porusunun postnatal 7. günde görüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırmada yeni doğan farelerde tat tomurcuğu bulunmuş fakat porus'u teşekkül etmiş tat tomurcuklarına postnatal 2 günlüklerde rastlanmıştır.

Papilla fungiformis'lerin taramalı elektron mikroskopik yapısıyla ilgili olarak bu papilla'ların papilla filiformis'ler arasında dağıldıkları (1,6,10,11,17) ve uçlarının papilla filiformis uçlarının aşağısında yer aldıkları (17) bildirimleri, çalışmada da tespit edilmiştir.

Papilla fungiformis tat porus'larının yüzey yapısıyla ilgili olarak Arvidson ve ark. (2) insan ve maymunda büyük delikli porus'larda mikrovillus görüldüğünü ve bu mikrovillus'lar arasında çomak benzeri hücrel uzantıların yer aldığını, Iida ve ark.

(9) ise mouse, rat ve hamsterde papilla fungiformis tat porus'larında mikrovillus ve çomak benzeri çıkıntılarının görülmediğini bildirmektedirler. Çalışmada da tat porus'larında Iida ve ark. (9)'nın bildirimine uygun şekilde mikrovillus ve çomak benzeri çıkıntılar gözlenmemiştir.

Bazı bildirimler (11,13,14,20), papilla fungiformis'ler yüzeyinden yapılan yüksek büyültmelerde epitel hücrelerin sınırlarının belirgin olduğunu, Iwasaki ve ark. (12) ise papilla fungiformis'ler yüzeyinde epitel hücrelerin sınırlarının görülmediğini bildirmektedirler. Araştırma sonuçları Iwasaki ve ark. (12)'nin bildiri ile uyumsuz, diğer (11,13,14,20) bildirimlerle uyumludur.

Papilla fungiformis'lerdeki epitel hücrelerden yapılan yüksek büyültmelerde çok küçük çıkıntı (microridge) (9-12,14,20) ve çok küçük çukurların (micropit) (11,13,14) yer aldığı şeklindeki bildirimler çalışmada da tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, papilla fungiformis'lerdeki ölçümlerde en hızlı artışın ilk 15 günlük dönemde olduğu, bu dönemden sonraki artışın 120. güne kadar yavaş bir hızla devam ettiği ve porus'u teşekkül etmiş fonksiyonel ilk tat tomurcuğuna postnatal 2. günde rastlandığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın alanındaki bilgi birikimine katkıda bulunacağı kanaatine varılmıştır.

## Kaynaklar

1. Agungpriyono S, Yamado J, Kitamura N, Nisa C, Sigit K, Yamamoto Y. Morphology of the dorsal lingual papillae in the lesser mouse deer, *Tragulus javanicus*. *J Anat* 1995; 187: 635-640.
2. Arvidson K. Scanning electron microscopy of fungiform papillae on the tongue of man and monkey. *Acta otolaryngol* 1976; 81: 496-502.
3. Arvidson K, Friberg U. Human taste: response and taste bud number in fungiform papillae. *Science* 1980; 209: 807-808.
4. Arvidson K, Cottler-Fox M, Friberg V. Taste buds of the fungiform papillae in *Cynomolgus* monkey. *J Anat* 1981; 133: 271-280.
5. Dinç G, Girgin A, Yılmaz S. Ratlarda papilla fungiformis'in prenatal ve postnatal gelişimi. *F.Ü. Sağlık Bil. Derg* 1995; 9: 161-163.
6. Emura S, Tamada A, Hoyokowa D, Chen H, Jamali M, Taguchi H, Shoumura S. SEM Study on the dorsal lingual surface of the Flying Squirrel. (*Petaurista leucogenys*). *Ann Anat* 1999; 181: 495-498.
7. Farbman AI, Mbiene JP. Early development and innervation of taste bud-bearing papillae on the rat tongue. *J Comp Neurol* 1991; 304: 172-186.
8. Harada S, Yamaguchi K, Kanemaru N, Kasahara Y. Maturation of taste buds on the soft palate of the postnatal rat. *Physiol Behav* 2000; 68: 333-339.
9. Iida M, Yoshioka I, Muto H. Taste bud papillae on the retromolar mucosa of the rat, mouse and golden hamster. *Acta Anat* 1983; 117: 374-381.
10. Iwasaki S, Miyata K, Kobayashi K. Comparative studies of the dorsal surface of the tongue in three mammalian species by scanning electron microscopy. *Acta Anat* 1987; 128: 140-146.
11. Iwasaki S, Miyata K, Kobayashi K. The surface structure of the dorsal epithelium of tongue in the mouse. *Acta Anat Nipp* 1987; 62: 69-76.
12. Iwasaki S, Miyata K, Kobayashi K. Scanning electron microscopic study of the dorsal lingual surface of the squirrel monkey. *Acta Anat* 1988; 132: 225-229.

13. Iwasaki S, Yoshizawa H, Kawahara I. Study by scanning electron microscopy of the morphogenesis of three types of lingual papilla in the mouse. *Acta Anat* 1996; 157: 41-52.
14. Iwasaki S, Yoshizawa H, Kawahara I. Study by scanning electron microscopy of the morphogenesis of three types of lingual papilla in the rat. *Anat Rec* 1997; 247: 528-541.
15. Kaufman MH. *The Atlas of Mouse Development*, San Diego: Academic Press. San Diego. 1992; 421-423.
16. Kinnamon CJ, Henzler DM, Royer SM. HVEM ultrastructural analysis of mouse fungiform taste buds, cell types and associated synapses. *Microsc Res Tech* 1993; 26: 142-156.
17. Kobayashi K. Three-dimensional architecture of connective tissue core of the lingual papillae in the guinea pig. *Anat Embryol* 1990; 182: 205-213.
18. Krause WJ, Cutts JH. Morphological observations on the papillae of the opossum tongue. *Acta Anat* 1982; 113: 159-168.
19. Kubota K, Fukuda N, Asakura S. Comparative anatomical and neurohistological observations on the tongue of the porcupine (*Hystrix cristata*). *Anat Rec* 1966; 155: 261-268.
20. Kullaa-Mikkonen A, Sorvori TE. A scanning electron microscopic study of the dorsal surface of the human tongue. *Acta Anat* 1985; 123: 114-120.
21. Luna LG. *Manuel of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. Third Ed. Mc. Graw- Hill Book Company. Toronto, London, 1968.
22. Miller IJ, Preslar AJ. Spatial distribution of rat fungiform papillae. *Anat Rec* 1974; 181: 679-684.
23. Miller RL, Chaudry AP. Comparative ultrastructural of vallata, foliate and fungiform taste buds of golden Syrian hamster. *Acta Anat* 1976; 95: 75-92.
24. Miller IJ, Smith DV. Quantitative taste bud distribution in the hamster. *Physiol Behav* 1984; 32: 275-285.
25. Mistretta CM, Goosens KTA, Forinos I, Reacardt LF. Alterions in size, number, and morphology of gustatory papillae and taste buds in BDNF null mutant mice demonstrata neurol dependence of developing taste organs. *J Comp Neurol* 1999; 409: 13-24.
26. *Nomina Anatomica Veterinaria*. Fourth ed. Prepared by the International Commitee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and Authorized by the eighteenth general Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists. Gent. 1994.
27. *Nomina Histologica Veterinaria*. Revised by the International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and Authorized by the eighteenth general Assembly of the World Association of Veterinary Anatomists. Gent. 1994.
28. Paulson RB, Hayes TG, Sucheston ME. Scanning electron microscope study of tongue development in the CD-1 mouse fetus. *J Cran Gen Dev Biol* 1985; 5: 59-73.
29. Robinson PP, Winkles PA. Quantitative study of fungiform papillae and taste buds on the cat's tongue. *Anat Rec* 1990; 225: 108-111.
30. Utiyama C, Watanabe I, König B, Koga LY, Semprini M, Tedesco RC. Scanning electron microscopic study of the dorsal surface of the tongue of *calomys callosus* mouse. *Ann Anat* 1995; 177: 569-572.
31. Whitehead MC, Beeman CS, Kinsella BA. Distribution of taste and general sensory nerve endings in fungiform papillae of the hamster. *Am J Anat* 1985; 173: 185-201.
32. Whitehead MC, Kachele DL. Development of fungiform papillae, taste buds and their innervation in the hamster. *J Comp Neurol* 1994; 340: 515-530.
33. Zahm DS, Munger BL. The innervation of the primate fungiform papilla development, distribution and changes following selective ablation. *Brain Res Rev* 1985; 9: 147-186.