



ANATOMİ ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Murat İNCİ

yaz
yayınları

Anatomi Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Murat İNCİ

yaz
yayınları

2026

Anatomi Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Murat İNCİ

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8574-79-1

Mart 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

The Unknown in The Nasal Cavity: A Functional Exploration of Pheromones Extending from The Vomeronasal Organ to the 0Th Cranial Nerve	1
<i>Mustafa TAŞTAN, Samet TAŞTAN</i>	
Dalak Anatomisi, Gelişimi ve Doğuştan Gelen Varyasyonları	23
<i>Berna DOĞAN</i>	
Karaciğer Anatomisi	47
<i>Berna DOĞAN</i>	
Vücudun İlk Savunma Kalkanı Waldeyer'in Lymphatic Halkası'nın İnsan ve Veteriner Anatomisinde Karşılaştırmalı Analizi	70
<i>Mustafa TAŞTAN, Samet TAŞTAN</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

THE UNKNOWN IN THE NASAL CAVITY: A FUNCTIONAL EXPLORATION OF PHEROMONES EXTENDING FROM THE VOMERONASAL ORGAN TO THE 0TH CRANIAL NERVE

Mustafa TAŐTAN¹

Samet TAŐTAN²

1. INTRODUCTION

The vomeronasal organ (VNO) was first documented in 1703 by the Dutch anatomist Friedrich Ruysch, who, during his examination of a cadaver, identified cavities located in the anterior region of the nasal septum. Ruysch described these cavities as canalibus nasalibus. He also produced a schematic representation of the structure based on a fresh, two-year-old male cadaver. In the years that followed, the German anatomist Samuel Thomas von Sommering further corroborated the existence of these cavities through his own research on adult cadavers. These cavities, located on the nasal septum, have since been referred to as the vomeronasal organ. The structure was later extensively described by Ludwig Jacobson, who provided a more detailed anatomical account of the organ. As a result of Jacobson's pivotal contributions to its study, the organ became known as the Jacobson organ, or the vomeronasal organ, in his honor. This

¹ Assist. Prof. Dr., Cappadocia University, School of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Nevşehir, Turkey, ORCID: 0000-0002-1465-3681.

² Veterinary medicine student, Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Kırıkkale, Turkey, ORCID: 0009-0007-7416-7013.

nomenclature persists to this day (Stoyanov et al., 2018; Bhatnagar & Smith, 2003; His, 1889; Weiler et al., 1999; Kaneko et al., 1980; Jacobson, 1813).

The structure now known as Jacobson's organ was first formally named and identified as an anatomical entity by Wilhelm His, who also introduced its Latin nomenclature. Although Ludwig Jacobson's detailed analysis of the organ significantly contributed to its understanding, his work has been subject to various interpretations over the years, leading to persistent confusion regarding its precise nature. This ambiguity is often attributed to two primary factors: first, the inaccessibility of Jacobson's original 1813 publication, and second, the use of Danish and Gothic scripts, which were characteristic of medieval Central European texts and may have hindered widespread comprehension (Stoyanov et al., 2018; Bhatnagar & Smith, 2003; His, 1889; Weiler et al., 1999; Kaneko et al., 1980; Jacobson, 1813).

These spongy structures constitute the vomeronasal system, which encompasses the vomeronasal organ, the accessory vomeronasal nerve, and the accessory olfactory bulb. This system, known for its anatomical variability, is commonly referred to as the accessory olfactory system (Timothy & Bhatnagar, 2000; Vasuki et al., 2016). While Jacobson's 1813 work on the vomeronasal organ does not present any assertions that challenge the prevailing scientific consensus regarding its role in mammals, the controversy surrounding this structure emerged when other researchers began to reference it in the context of humans. Jacobson himself described the organ's formation in humans, noting that it begins to develop during intrauterine life, but subsequently degenerates and disappears in postnatal life (Stoyanov et al., 2018; Jacobson, 1813).

When examining the natural position of the vomeronasal organ, it is observed that the organ's cartilage is encased within a capsule in the nasal cavity, functioning as a chemoreceptor distinct from the primary olfactory epithelium. In vertebrates, the vomeronasal organ serves as a chemical sensing center, primarily involved in detecting pheromones that influence intraspecific communication. In humans, the organ is recognized as an anatomical structure during intrauterine development, though its existence in adulthood has long been debated, with only its vestigial remnants being identified (Vasuki et al., 2016; Kverne, 1999; García Velasco & García Casas, 1995). The cartilage that divides the nasal cavity into two parts, the cartilago septi nasi, extends posteriorly to form a structure between the ethmoid bone and the vomer, referred to as the processus. The vomeronasal organ itself is situated in the anterior-inferior region of the nasal septum, where it interfaces with the palate. It is typically described as a depression measuring between 6 and 13 mm, located approximately 2 cm from the nostrils. This organ is characterized by a dual-layered epithelial structure and is also known as Jacobson's organ, or more specifically, vomeronasal cartilage (Jacobson's cartilage). As an accessory structure, the organ is often identified by locating this depression, which is crucial for determining its presence or absence. Moreover, anatomical investigations in species such as camels, antelopes, tigers, and buffaloes have shown that when an accessory incisive bone is present during dissection, it is typically located at the junction of the intermaxillary bones (García Velasco & García Casas, 1995; Timothy & Bhatnagar, 2000; Trotier & Doving, 1998; Brintjes & Bleys, 2023).

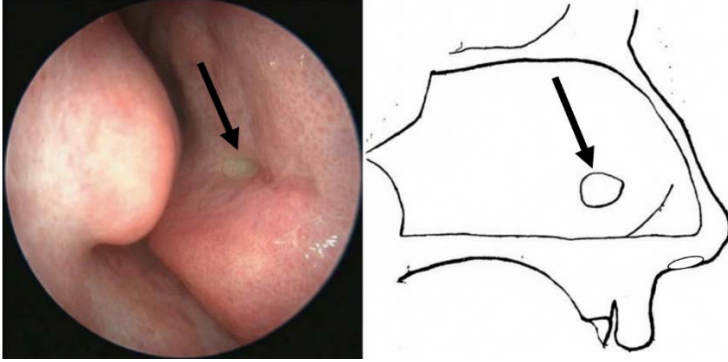
While some studies in the literature suggest that the vomeronasal organ has lost its functional role in certain mammalian species and now resembles the structure observed in humans, the vomeronasal organ in rats remains functional and is

characterized by a crescent-shaped lumen. In rats, this organ plays a crucial role in regulating reproductive behaviors, particularly by mediating the influence of pheromones on the activity of the genital organs. Structurally, the vomeronasal organ consists of both sensitive and non-sensitive epithelial cells. The sensitive cells are bipolar chemoreceptors located on the epithelial surface, while supporting cells are also present. These bipolar chemoreceptive cells send their axonal projections to the accessory olfactory nerve, which transmits signals to the accessory olfactory bulb in the brain, establishing synaptic connections that are integral to this sensory processing. In contrast, the non-sensitive epithelium is composed of elongated cells that are densely stained. Unlike other mammals, the human vomeronasal organ lacks chemosensory bipolar nerve cells, which are critical to the sensory function in species like rats (Leslie, 1961; Moren & Jafek, 1997; Stensas & Lavker, 1991).

Following the identification of the vomeronasal organ, numerous studies have sought to demonstrate its presence and structural characteristics through endoscopic, macroscopic, and microscopic investigations. Endoscopic evaluation and advanced imaging modalities—such as computed tomography (CT) and contrast-enhanced or non-contrast magnetic resonance imaging (MRI)—are commonly employed for the *in vivo* identification and localization of the organ. In addition, detailed structural and cellular analyses have been conducted using histopathological techniques, including routine staining methods such as hematoxylin–eosin, immunohistochemistry, specialized silver staining, and gold impregnation methods. Ultrastructural features have further been examined using electron microscopy. Collectively, these methodological approaches have contributed to a more comprehensive understanding of the anatomical and histological characteristics of the vomeronasal organ (Stoyanov et al., 2016; Won et al., 2000; Hazem et al., 1998; Trotier, 2011;

Zosel et al., 2004; Vasuki et al., 2016; Johnson et al., 1985) (Figure 1).

Figure 1. Anatomical location of the vomeronasal organ within the nasal cavity (Stoyanov et al., 2018).



Studies conducted in adult populations across diverse geographic regions—including the United States, France, Bulgaria, Mexico, Canada, and Egypt—have reported variable prevalence rates of the vomeronasal organ. Although no definitive gold standard prevalence has been established, findings suggest that, on average, the organ is identifiable in approximately one-third of adult individuals, with a slight predominance on the left side. Evidence further indicates that the prevalence of the vomeronasal organ is higher in pediatric populations. Several studies have reported that, in children and adolescents, the organ is bilaterally present in more than two-thirds of cases. Moreover, some researchers have suggested that the vomeronasal organ is detectable bilaterally in nearly all newborns. These observations support the notion that the structure may undergo partial regression or morphological changes with advancing age (Stoyanov et al., 2016; Won et al., 2000; Hazem HA, 1998; Johnson et al., 1985; Trotier et al., 2000; Garcia-Velasco & Mondragon, 1991; de Carvalho et al., 2008; Vasuki et al., 2016; Bhatnagar & Smith, 2001; Jacobson, 1813).

The vomeronasal organ (VNO), which has long attracted scientific interest, was classified by Timothy and Bhatnagar into two distinct categories: chemosensory organs and non-chemosensory, vestigial structures. Embryologically, the VNO begins to develop around the 37th day of intrauterine life as a pair of small diverticula. Initially, it appears as bilateral epithelial thickenings on the medial walls of the nasal cavity. Between days 37 and 43 of gestation, the structure transiently assumes a pit-like configuration before elongating into a tubular form. During early development, immunoreactive cells producing luteinizing hormone–releasing hormone (LHRH) are observed within the VNO and along the nerve bundles projecting toward the accessory olfactory bulb. However, following the completion of intrauterine development and the transition to postnatal life, LHRH immunoreactivity diminishes in humans. Consequently, the organ does not mature into a fully functional pheromone-detecting structure. Instead, it may persist as a channel-like formation lined by simple pseudostratified ciliated epithelium, resembling the respiratory epithelium of the nasal cavity (Timothy & Bhatnagar, 2000; Vasuki et al., 2016; Boehm et al., 1994; Bhatnagar & Smith, 2001; Sonne & Lopez-Ojeda, 2023). Functional investigations employing electrical stimulation of the nasal septal mucosa—recorded as electrovomeronasal responses (electrovomeronazogram)—have suggested that the VNO may exhibit receptor-like activity. Nevertheless, it has been proposed that the signal transduction capacity of vomeronasal receptors declines with advancing age, ultimately becoming nonfunctional in adults (Bhatnagar & Smith, 2001).

In phylogenetically simpler organisms with relatively underdeveloped organ systems, a branch of the olfactory nerve is distributed to the vomeronasal organ (VNO), and its maturation is reported to be largely completed by the fifth month of fetal development (Hamilton & Mossman, 1972). During late fetal life,

disturbances in the development of accessory olfactory structures may occur, potentially resulting in incomplete formation or the persistence of embryonic remnants. In certain rodents and related species, axons of the accessory olfactory nerve project from the VNO to the accessory olfactory bulb; however, comparable structural connections have not been conclusively demonstrated in humans (Meredith, 2001).

In reptiles, amphibians, and various mammalian species, the VNO functions as a peripheral chemosensory organ. It is typically located at the junction of the nasal septum and palate, although in some species it may extend into or communicate with the oral cavity. In organisms with a relatively limited primary olfactory capacity, the VNO contributes to chemical communication by mediating pheromonal signaling and facilitating intraspecific interactions (Vasuki et al., 2016). Accordingly, it has been proposed that this structure—whose function in humans remains uncertain—may serve as an accessory olfactory organ or, in certain animals, as a compensatory chemosensory mechanism complementing gustatory perception (Trotier & Døving, 1998).

Histological investigations have described the human VNO as a small canal of variable length terminating in a blind sac within the perichondrium of the nasal septal mucosa, and it has been reported to be present in a substantial proportion of individuals (Bhatnagar & Smith, 2001; Bhatnagar et al., 2002; Johnson et al., 1985; Moran et al., 1991; Smith et al., 2001; Stensaas et al., 1991; Wessels et al., 2014). Consistent with earlier light microscopic observations, ultrastructural studies using electron microscopy have identified three principal cell types within the VNO epithelium: dark cells, light cells, and basal prismatic cells. These cellular components differ markedly from those of the respiratory and main olfactory epithelia, particularly

with respect to the presence of apical microvilli (Moran et al., 1991; Stensaas et al., 1991; Trotier & Døving, 1998).

It has been suggested that the vomeronasal organ (VNO), which remains the subject of numerous hypotheses, may possess endocrine functions (Wessels et al., 2014). Histologically, the functional role of the VNO is largely unresolved, and its synaptic connections are not yet fully characterized. Accordingly, it is anticipated that future investigations—rather than current studies—will provide more comprehensive insights into its embryological development, functional significance, neurophysiology, synaptic structure, clinical relevance, and detailed histological organization (Wysocki & Preti, 2004).

2. PREVALENCE AND ANATOMICAL OCCURRENCE OF THE VOMERONASAL ORGAN IN HUMANS

Findings from studies investigating the vomeronasal organ (VNO)—for which no complete consensus has yet been established in the literature—indicate considerable variability in its reported prevalence across different populations. In the United States, the VNO has been identified in approximately 28.2% of individuals (Won et al., 2000), while initial examinations in France reported a prevalence of roughly 26% (Trotier et al., 2000). In Canada, the organ was observed in approximately 39% of the study population (Johnson et al., 1985), whereas a study conducted in Egypt reported a considerably higher prevalence of approximately 76% (Hazem et al., 1998; Stoyanov et al., 2016).

Garcia-Velasco and Mondragon (1991) reported that the presence of the VNO was similar between males and females, and that 125 of the 192 subjects examined exhibited a deviation of the nasal septum at the site where the organ was clearly identifiable. In a separate investigation conducted by Moran et al. (1991) at

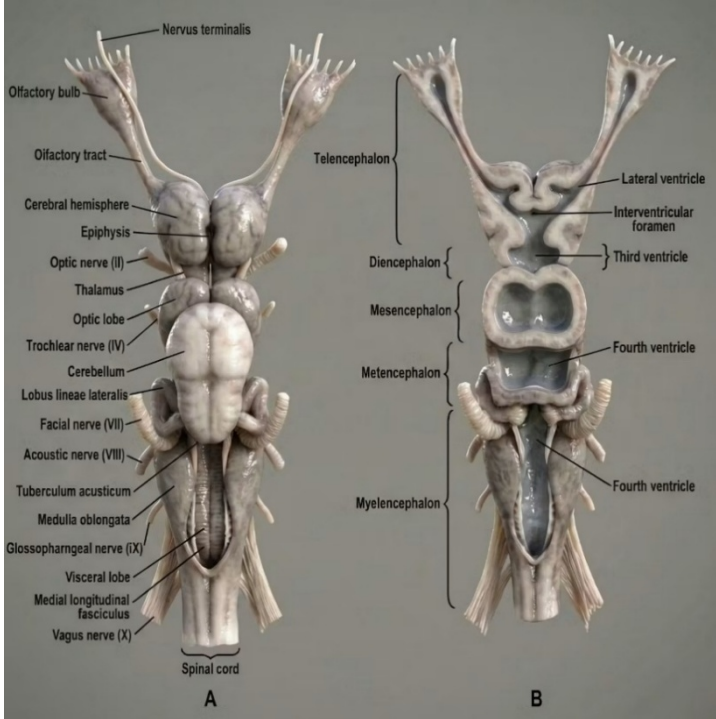
the University of Colorado, the vomeronasal pit was observed in all 200 subjects examined using a stereo dissection microscope. The organ was located approximately 1 cm rostral to the anterior third of the nasal septum and columella, and 1–2 mm above the superior surface of the palate.

3. TERMINAL NERVE (XIIIth CRANIAL NERVE, 0th CRANIAL NERVE, NERVE N/NT)

From the time of the Greek physician and philosopher Galen (129–210 AD) to the present, the so-called “0th” cranial nerve, or terminal nerve (N or NT), has been recognized, although its precise function remains unclear. Historically, it was hypothesized to mediate feedback and responses from the five classical sensory modalities—vision, hearing, olfaction, taste, and somatosensation—in mammals. Anatomically, the terminal nerve is described as a bilateral structure located at the base of the brain, extending posteriorly toward the spinal cord. In humans, twelve pairs of cranial nerves are conventionally arranged along the base of the brain from anterior to posterior, each assigned a Roman numeral. The accessory or terminal nerve, often designated as the 0th cranial nerve in both humans and other animals, has also been referred to as the 13th cranial nerve (Figure 2). The scientific classification of this accessory nerve gained momentum during the 19th century through comparative anatomical studies of marine organisms. These studies represented a turning point in the understanding of central and peripheral nervous system organization. In the latter half of the 19th century, neuroanatomists performing dissections of sharks in search of cranial nerve structures documented the presence of what is now recognized as the XIIIth cranial nerve (Fields, 2007).

Figure 2. Anatomical location of the terminal (0th) cranial nerve.
A: Anterior view of the brainstem and cranial nerves. B: Posterior view of the brainstem and cranial nerves.

(https://tr.wikipedia.org/wiki/Terminal_sinir#/media/Dosya:Lawrence_1960_1.3.png)



In 1878, Gustav Fritsch identified the terminal (0th) cranial nerve during dissections of sharks and demonstrated that it was distinct from the twelve cranial nerves traditionally described along the base of the brain. He further observed that this structure had not been previously documented in the scientific literature. Even today, relatively few students are able to identify this nerve during shark dissection exercises in anatomy training. Moreover, because it is absent from most standard textbooks, formal instruction regarding this nerve is generally not included in anatomy courses (Fields, 2007).

One of the primary challenges faced by early anatomists in naming the terminal nerve was determining whether it should be designated as the first cranial nerve. However, the designation of the first cranial nerve was already reserved for the olfactory nerve, which had been well established in the scientific literature. Implementing a complete renumbering of all cranial nerves would have required a substantial revision of established medical terminology. To avoid such a disruptive change, the consensus became to define this structure as the “zero” cranial nerve. Given that the sensory functions of the five classical sensory modalities are already accounted for by the existing cranial nerves, the terminal nerve has largely been overlooked and is not well retained in collective anatomical knowledge (Fields, 2007).

This exploratory scientific journey, which began with dissections of sharks, raised a key question: “Is this nerve also present in other vertebrates?” Subsequent anatomical studies demonstrated that the terminal nerve is present in the majority of vertebrates, consistently located at the base of the brain and extending longitudinally alongside the cranial nerves. The discovery of this nerve in humans in 1913 sparked significant debate that continues today. Early failures to detect it were often attributed to damage to the dura mater encephali—the outermost and most rigid of the meninges—during dissection. Careful examination and preservation of the meninges, however, allow for visualization of the nerve (Fields, 2007).

Neurons of the terminal nerve are believed to be associated with gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and are thought to play a role in regulating reproductive activity in humans. Through connections with the hypothalamus and pituitary gland, and via unconscious processing of specific olfactory cues, the nerve may contribute to autonomic and reproductive functions, particularly in modulating gonadal

activity (Vilensky, 2014; Biehl & Raetzman, 2017; Winkelmann, 2014; Sonne et al., 2023).

Kisspeptin neurons and the neural networks they form are localized within the preoptic area of the hypothalamus and the nuclei of the infundibulum. Detailed analyses suggest that this previously underappreciated neuronal network may play a critical role in the endocrine regulation of reproductive function in both adolescents and adults. Kisspeptin neurons stimulate gonadotropin secretion, thereby indirectly modulating the release of luteinizing hormone (LH) and follicle-stimulating hormone (FSH). Through the action of these hormones, secreted by the adenohypophysis of the pituitary gland, key reproductive processes are regulated: in women, the development and maturation of ovarian follicles, ovulation, corpus luteum formation, and steroid hormone production by the follicles and corpus luteum; and in men, spermatogenesis (Lehmann et al., 2013; Sonne et al., 2023). This complex neuroendocrine network is also thought to influence human sexual behaviors and phenomena, although the precise mechanisms remain incompletely understood.

4. ANATOMICAL AND FUNCTIONAL RELATIONSHIP BETWEEN THE TERMINAL CRANIAL NERVE (0/XIII. CRANIAL NERVE) AND THE VOMERONASAL ORGAN

Within the brain, the terminal nerve exhibits various synaptic connections, similar to other cranial nerves. Like the first cranial nerve, the terminal nerve sends projections to the nasal cavity. Some researchers, however, argue that the terminal nerve may not constitute a distinct cranial nerve, but rather represents a subset of fibers from the olfactory nerve (Fields, 2007). The potential synaptic connections of the terminal nerve with the

vomeronasal organ (VNO) in the nasal mucosa have been the subject of ongoing debate (Stoyanov et al., 2016). One perspective proposes that the human VNO may retain some functionality and that the activity of the terminal nerve is correlated with this function. Both the nerve and the receptor structures are thought to contribute to the neuromodulation of social and sexual behaviors in animals (Lehman et al., 1987; Dakrory et al., 2011; Demski & Northcutt, 1983; Demski, 1984; Stoyanov et al., 2016).

In one study, the brains of ten adult cadavers were dissected and examined postmortem using dissection microscopy, light microscopy, transmission electron microscopy, and immunohistochemical methods. In all specimens, a plexus composed of unmyelinated terminal nerve fibers was observed in the subarachnoid space between the meninges covering the gyrus rectus in the inferior frontal lobe. This network was present bilaterally on the ventral surface of the brain and extended from the posterior portion of the lamina and foramina cribrosa on both sides of the crista galli of the ethmoid bone to the trigonum olfactorium, gyrus olfactorius, and lamina terminalis. These findings provide anatomical confirmation of the presence and extensions of the terminal nerve in humans (Fuller & Burger, 1990). Communication among animals is mediated through olfaction and body movements, with pheromones playing a central role in mate selection and reproductive behavior. Human mate selection is a more complex process; some studies suggest that subliminal sensory messages may influence mate choice. Pheromones can affect olfaction and may be dispersed as volatile airborne particles or transmitted via larger particles during sexual contact, such as kissing. Another hypothesis is that pheromonal signals, independent of olfaction, may modulate reproductive organs via concealed neural pathways, potentially bypassing the cortical centers of perception, cognition, and decision-making,

functioning as an “invisible chemosensory evaluation system” (Fields, 2007).

Disruption of the olfactory nerve and vomeronasal organ (VNO) in rodents has been reported to impair normal mating behavior, likely due to interference with pheromonal signaling from the VNO. In the 1980s, neuroscientists observed alterations in sexual responses when the region containing the olfactory nerve, as well as the nerve itself, was stimulated in fish and other animals. It has been proposed that these effects may be mediated by stimulation of the terminal cranial nerve, which courses alongside the olfactory nerve (Figure 2). Neuroanatomist R. Glenn Northcutt, from the University of California and Kentucky, reported that some branches of the terminal nerve extend to the retina during its trajectory alongside the olfactory nerve, suggesting a possible correlation with seasonal variations in reproductive capacity. This observation has led to the hypothesis that seasonal fluctuations in mating behavior may be influenced by the amount of sunlight reaching the retina, with the terminal nerve transmitting signals to this region. In a separate study, Northcutt stimulated the terminal nerve in male Japanese fish without engaging the olfactory nerve and observed that the fish responded by releasing sperm (Fields, 2007). While some researchers attribute these effects to the first cranial nerve, there remains no consensus regarding the precise mechanism. Anatomical studies suggest that the terminal nerve terminates peripherally in the nasal cavity, similar to the first cranial nerve, while its central projections reach the preoptic area and the medial and lateral septal nuclei of the brain. These brain regions are involved in the regulation of sex hormone production and in the initiation of instinctive behavioral responses, including those related to hunger and thirst. Unlike the first cranial nerve, the terminal nerve bypasses the olfactory bulb to reach these structures, which may support its potential involvement in

pheromonal modulation of reproductive and social behaviors (Fields, 2007).

Contrary to prevailing views in the literature, recent neuroanatomical studies in murine models have identified mechanisms of pheromone perception that extend beyond the classical vomeronasal organ (VNO) pathway. These findings indicate that specific sensory neurons, which are not directly associated with the VNO, are responsive to pheromonal stimuli and constitute an alternative neural network for chemosensory processing. Moreover, it has been proposed that analogous sensory neurons capable of participating in pheromone-mediated behaviors may exist in humans, despite the apparent absence of a fully functional VNO. According to this perspective, activation of these sensory neurons—whether conveying instinctive signals or via projections of the terminal nerve—stimulates neural structures involved in reproductive regulation, thereby activating forebrain neurons that govern sex hormone production. Disruption or damage along this pathway has been linked to Kallmann syndrome, a condition characterized by impaired sexual development, delayed puberty, and reproductive dysfunction (Fields, 2007).

It remains evident that further detailed research is required to confirm or refute the functional integrity and precise role of the terminal nerve, particularly with regard to its putative synaptic connections with the vomeronasal organ in humans.

5. RESULT

The vomeronasal organ (VNO) and terminal nerve, structures for which scientific consensus has not yet been reached, have long been a subject of curiosity among researchers. While animal studies suggest that these structures influence sexual pheromones and sex hormone regulation, their functional significance in humans remains uncertain, as the VNO in adults is typically a pit-like embryonic remnant on the nasal septum. Nevertheless, some authors propose that pheromonal signals may have subtle effects in humans, particularly in the context of mate selection. Investigations into the presence and development of the VNO during intrauterine life are ongoing. Despite decades of research aimed at elucidating its role, it is evident that the functional significance of the VNO and its potential interactions with the terminal nerve in humans will remain an active area of study until definitive, quantitative evidence is obtained.

REFERENCES

- Bhatnagar, K. P., & Smith, T. D. (2001). The human vomeronasal organ. III. Postnatal development from infancy to the ninth decade. *The Journal of Anatomy*, 199(3), 289-302.
- Bhatnagar, K. P., & Smith, T. D. (2003). The human vomeronasal organ. V. An interpretation of its discovery by Ruysch, Jacobson, or Köl liker, with an English translation of Köl liker (1877). *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 270(1), 4-15.
- Bhatnagar, K. P., Smith, T. D., & Winstead, W. (2002). The human vomeronasal organ: Part IV. Incidence, topography, endoscopy, and ultrastructure of the nasopalatine recess, nasopalatine fossa, and vomeronasal organ. *American journal of rhinology*, 16(6), 343-350.
- Biehl, M. J., & Raetzman, L. T. (2017, March). Developmental origins of hypothalamic cells controlling reproduction. In *Seminars in Reproductive Medicine* (Vol. 35, No. 02, pp. 121-129). Thieme Medical Publishers.
- Boehm, N., Roos, J., & Gasser, B. (1994). Luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH)-expressing cells in the nasal septum of human fetuses. *Developmental brain research*, 82(1-2), 175-180.
- Bruintjes, T. D., & Bleys, R. L. (2023). The clinical significance of the human vomeronasal organ. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 45(4), 457-460.
- Dakrory, A. I., Issa, A. Z., & Ali, R. S. (2011). Nervi terminalis, vomeronasalis and olfactorius of *Uromastix aegyptius* (squamata-lacertilia-agamidae). *Life Sci J*, 8, 900.
- de Carvalho, M. D. F. P., Alves, A. L., Barros, M. D., CARVALHO, M., ALVES, A., & BARROS, M. (2008).

- Study on the morphology and frequency of the vomeronasal organ in humans. *Int. J. Morphol*, 26(2), 283-288.
- Demski, L. S. (1984). The evolution of neuroanatomical substrates of reproductive behavior: sex steroid and LHRH-specific pathways including the terminal nerve. *American Zoologist*, 24(3), 809-830.
- Demski, L. S., & Northcutt, R. G. (1983). The terminal nerve: a new chemosensory system in vertebrates?. *Science*, 220(4595), 435-437.
- Fields, R. D. (2007). Sex and the secret nerve. *Scientific American Mind*, 18(1), 20-27.
- Fuller, G. N., & Burger, P. C. (1990). Nervus terminalis (cranial nerve zero) in the adult human. *Clinical neuropathology*, 9(6), 279-283.
- García-Velasco, J., & García-Casas, S. (1995). Nose surgery and the vomeronasal organ. *Aesthetic plastic surgery*, 19(5), 451-454.
- García-Velasco, J., & Mondragon, M. (1991). The incidence of the vomeronasal organ in 1000 human subjects and its possible clinical significance. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 39(4), 561-563.
- Hamilton, W. J. (1972). Hamilton Boyd and Mossman's human embryology. *Prenatal development of form and function*, 174-525.
- Hazem, A. G., Ahmed, A. T., Anisa, A. M., Diaa, M. H., & Hesham, M. S. (1998). The vomeronasal (Jacobson's) organ in adult humans: Frequency of occurrence and enzymatic study. *Acta oto-laryngologica*, 118(3), 409-412.

His, W. (1889). Über die Entwicklung des Riechlappens und des Riechganglions und über diejenige des verlängerten Markes. *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft*, 3, 63-66.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Terminal_sinir#/media/Dosya:Lawrence_1960_1.3.png (Erişim tarihi: 17.02.2026)

Jacobson, L. (1813). Anatomisk beskrivelse over et nyt organ i huusdyrenes naese. *Veter Salesk Skrift*, 2, 209.

Johnson, A., Josephson, R., & Hawke, M. (1985). Clinical and histological evidence for the presence of the vomeronasal (Jacobson's) organ in adult humans. *The Journal of Otolaryngology*, 14(2), 71-79.

Kaneko, N., Debski, E. A., Wilson, M. C., & Whitten, W. K. (1980). Puberty acceleration in mice. II. Evidence that the vomeronasal organ is a receptor for the primer pheromone in male mouse urine. *Biology of Reproduction*, 22(4), 873-878.

Keverne, E. B. (1999). The vomeronasal organ. *Science*, 286(5440), 716-720.

Lehman, M. N., Hileman, S. M., & Goodman, R. L. (2013). Neuroanatomy of the kisspeptin signaling system in mammals: comparative and developmental aspects. *Kisspeptin signaling in reproductive biology*, 784:27-62.

Lehman, M. N., Newman, S. W., & Silverman, A. J. (1987). Luteinizing Hormone-Releasing Hormone in the Vomeronasal System and Terminal Nerve of the Hamster a. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 519(1), 229-240.

Leslie, B. A., (1961). Developmental Anatomy 6th edition W. Bombay Saunder's company, Asia publishing house:527

- Meridith, M. (2001). Human vomeronasal function: a critical review of best and worse cases. *Chem senses*, 26, 433-445.
- Moran, D. T., Jafek, B. W., & Rowley III, J. C. (1991). The vomeronasal (Jacobson's) organ in man: ultrastructure and frequency of occurrence. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 39(4), 545-552.
- Moren, D.T., Jafek, B.W, (1997). The Vomeronasal organ in man: Ultra structure and frequency of occurrenceJ Steroid Biochem Mol Biol, 39(4B):545-52.
- Smith, T. D., Buttery, T. A., Bhatnagar, K. P., Burrows, A. M., Mooney, M. P., & Siegel, M. I. (2001). Anatomical position of the vomeronasal organ in postnatal humans. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 183(5), 475-479.
- Sonne, J., Reddy, V., & Lopez-Ojeda, W. (2017). Neuroanatomy, cranial nerve 0 (terminal nerve). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Stensaas, L. J., Lavker, R. M., Monti-Bloch, L., Grosser, B. I., & Berliner, D. L. (1991). Ultrastructure of the human vomeronasal organ. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 39(4), 553-560.
- Stoyanov, G. S., Matev, B. K., Valchanov, P., Sapundzhiev, N., Young, J. R., & Matev, B. (2018). The human vomeronasal (Jacobson's) organ: a short review of current conceptions, with an English translation of Potiquet's original text. *Cureus*, 10(5).
- Stoyanov, G., Moneva, K., Sapundzhiev, N., & Tonchev, A. B. (2016). The vomeronasal organ-incidence in a Bulgarian population. *The Journal of Laryngology & Otology*, 130(4), 344-347.

- Timothy, D. S., Bhatnagar, K.P. (2000). Human VNO part II: Prenatal development. *Journal of Anatomy*, 197:421-38.
- Trotier, D. (2011). Vomeronasal organ and human pheromones. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, 128(4), 184-190.
- Trotier, D., & Døving, K. B. (1998). 'Anatomical description of a new organ in the nose of domesticated animals' by Ludvig Jacobson (1813). *Chemical senses*, 23(6), 743-754.
- Trotier, D., Eloit, C., Wassef, M., Talmain, G., Bensimon, J. L., Døving, K. B., & Ferrand, J. (2000). The vomeronasal cavity in adult humans. *Chemical senses*, 25(4), 369-380.
- Vasuki, A. M., Fenn, T. A., Devi, M. N., Hebzibah, T. D. J., Jamuna, M., & Sundaram, K. K. (2016). Fate and development of human vomeronasal organ—a microscopic fetal study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 10(3), AC08.
- Vilensky, J. A. (2014). The neglected cranial nerve: nervus terminalis (cranial nerve N). *Clinical Anatomy*, 27(1), 46-53.
- Weiler, E., Apfelbach, R., & Farbman, A. I. (1999). The vomeronasal organ of the male ferret. *Chemical senses*, 24(2), 127-136.
- Wessels, Q., Hoogland, P. V. J. M., & Vorster, W. (2014). Anatomical evidence for an endocrine activity of the vomeronasal organ in humans. *Clinical Anatomy*, 27(6), 856-860.
- Winkelmann, A. (2014). Response to" The neglected cranial nerve: nervus terminalis (cranial nerve N)". *Clinical Anatomy (New York, NY)*, 27(6), 806-807.

- Won, J., Mair, E. A., Bolger, W. E., & Conran, R. M. (2000). The vomeronasal organ: an objective anatomic analysis of its prevalence. *Ear, nose & throat journal*, 79(8), 600-605.
- Wysocki, C. J., & Preti, G. (2004). Facts, fallacies, fears, and frustrations with human pheromones. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 281(1), 1201-1211.
- Zosel, A. E., Smith, M. M., Smith, T. L., & Castillo, M. (2004). Enlarged vomeronasal organ in a child: imaging findings. *Clinical imaging*, 28(5), 356-359.

DALAK ANATOMİSİ, GELİŞİMİ VE DOĞUŞTAN GELEN VARYASYONLARI

Berna DOĐAN¹

1. GİRİŞ

Dalağın anatomik yapısı, fizyolojik iőlevleri ve embriyolojik gelişiminin bütüncül biçimde anlaőılması, dalak hastalıklarının ve doğuştan gelen varyasyonların altında yatan patofizyolojik mekanizmaların açıklanması açısından temel öneme sahiptir. Lenfoid sistemin önemli bir organı olan dalak, gelişimsel sürecindeki küçük sapmalara dahi duyarlı bir morfolojik organizasyona sahiptir. Bu nedenle embriyolojik dönemde ortaya çıkan farklılıklar, erişkin dönemde çeşitli yapısal varyasyonlar ya da konjenital anomaliler Şeklinde karşımıza çıkabilmektedir.

Bu bölümde, öncelikle dalağın normal embriyolojik gelişimi ve anatomik özellikleri özetlenecek, ardından klinik açıdan önem taşıyan doğuştan gelen dalak varyasyonlarına genel bir bakıő sunulacaktır. Bu varyasyonlar arasında aspleni, polispleni, hipospleni, dalak lobülasyonu, aksesuar dalaklar ve aksesuar dalak nodülleri, gezici dalak, splenogonadal ve splenopankreatik füzyon, dalak kistleri ile kavernöz hemanjiyom gibi yapısal anomaliler yer almaktadır. Söz konusu varyasyonlar, uluslararası kabul görmüő embriyolojik terminoloji sistemi olan Terminologia Embryologica kapsamında da tanımlanmıştır.

Bu anomalilerin önemli bir kısmı klinik olarak asemptomatik seyretmekte ve çoğu zaman travma sonrası

¹ Arş. Gör. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakóltesi, Anatomi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-9232-359X.

değerlendirmelerde ya da başka nedenlerle yapılan grntleme ve cerrahi işlemler sırasında tesadüfen saptanmaktadır. Dalağın embriyolojik temellerinin ve gelişimsel varyasyonlarının bilinmesi; radyolojik değerlendirme, cerrahi planlama ve patolojik yorumlamada tanısıl doğruluğu artıran önemli bir unsurdur.

2. DALAğA İLİşKİN TARİHSEL PERSPEKTİF

Dalağın fonksiyonel morfolojisine ilişkin bilimsel anlayış, tarih boyunca tartışmalı ve zaman zaman spekülatif yaklaşımlarla şekillenmiştir. Antik dönemlerde dalak, “organon mysterii plenum” olarak tanımlanmış ve işlevi tam olarak anlaşılamayan gizemli bir organ olarak kabul edilmiştir (Varga, Babala, & Kachlik, 2018). Organın belirgin bir boşluk sistemine sahip olmaması ve diğer organlarla doğrudan bağlantısının açık şekilde gözlenememesi, fonksiyonunun açıklanmasını güçleştirmiştir.

Antik kültürlerde dalağa farklı anlamlar yüklenmiştir. Talmud’da dalağın kakhaha ile ilişkili olduğu ifade edilirken, Yaşlı Pliny dalağın çıkarılmasının bireyin duygusal durumunu değiştirebileceğini ne sürmüştür. Geleneksel in tıbbında dalak, beş element teorisinde “toprak” unsuru ile ilişkilendirilmiştir. Antik Yunan hekimleri Hipokrat ve Galenos, dalağın “kara safra”nın uzaklaştırılmasında rol oynadığını savunmuş; Aristoteles ve Erasistratus ise dalağın karaciğerle birlikte vücudun simetrik dengesini sağladığını ileri sürmüşlerdir. Ayrıca bazı antik uygulamalarda, dalağın çıkarılmasının fiziksel performansı artırdığına inanılmıştır (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

Bu tarihsel yaklaşımlar, dalağın uzun süre fizyolojik işlevi tam olarak anlaşılamamış bir organ olarak kabul edildiğini göstermektedir. Modern anatomi, histoloji ve immünoloji alanındaki gelişmeler sayesinde dalağın hematolojik ve

immünolojik fonksiyonları bilimsel temelde açıklığa kavuşmuştur.

3. DALAĞIN ANATOMİSİ

Dalak (spleen; lien), insan vücudundaki en büyük lenfoid doku kitlesini oluşturur ve dolaşımdaki kanın immünolojik ve hematolojik bütünlüğünün korunmasında merkezi bir rol üstlenir. Organın özgün anatomik yapısı ve hücresel kompozisyonu, dolaşım sistemi, retiküloendotelial sistem ve immün sistem arasındaki etkileşimi mümkün kılar. Bu bütüncül organizasyon sayesinde dalak, hem kanın filtre edilmesinde hem de antijenlere karşı bağışıklık yanıtının başlatılmasında etkin bir görev üstlenir (Chadburn, 2000; Moore, Agur, & Dalley, 2015)

Dalak, sol üst abdominal kadranda, diyaframın sol kubbesi altında yer alan, intraperitoneal konumlu ve yüksek derecede vaskülarize bir organdır. Superolateral yerleşimi nedeniyle büyük ölçüde 9.–11. kaburgalar tarafından korunur ve uzun eksenini yaklaşık olarak 10. kaburgaya paralel uzanır (Moore & Persaud, 1998). Normal koşullarda sol kostal kenarın altına inmez; bu nedenle fizik muayenede palpasyonu genellikle mümkün değildir. Ancak büyüdüğünde alt sınırı kostal kenarın altına ilerleyebilir ve üst kenarındaki çentikler klinik değerlendirmede ayırt edilebilir özellik gösterir (Moore & Persaud, 1998). Dalak, oval veya yumruk büyüklüğünde, kırmızı-mor renkte ve süngerimsi kıvamda bir organdır (Chadburn, 2000; Moore, Agur, & Dalley, 2015). Ortalama uzunluğu yaklaşık 12 cm, genişliği 7 cm civarındadır (Moore & Persaud, 1998). Erişkin bireylerde ortalama ağırlığı yaklaşık 150 gram olup 50–250 gram arasında değişkenlik gösterebilir; kan içeriği boşaltıldığında bu ağırlık yaklaşık 80 grama kadar düşebilir (Chadburn, 2000). Yaşla birlikte fizyolojik olarak küçülme eğilimi gösterir ve ileri yaşlarda ortalama ağırlık yaklaşık 70 gram düzeyine gerileyebilir.

Kardiyak debinin %5'inden fazlasını alan ve dakikada yaklaşık 300 mL kan akımına sahip olması, organın belirgin vasküler karakterini ortaya koymaktadır (Chadburn, 2000).

Dalağın diyafragmatik yüzü konveks olup diyaframın konkavitesine uyum sağlar; bu yüz diyafram aracılığıyla plevra, sol akciğer alt lobu ve alt torasik kaburgalar ile komşuluk gösterir. Visseral yüz ise daha düzensizdir ve anteriorunda mide, medialinde sol böbrek, inferiorunda sol flexura coli ile komşudur. Hilus bölgesi pankreas kuyruğu ile yakın anatomik ilişki içindedir ve bursa omentalis'in sol sınırını oluşturur. Dalak, midenin curvatura minor'üne lig. gastrosplenicum ile, sol böbreğe ise lig. splenorenale aracılığıyla bağlanır; bu ligamentler splenik damarları içerir ve hilus bölgesine tutunur. Ön ve üst kenarları genellikle keskin ve çentikli olup, posterior uç ve alt kenar daha yuvaraktır (Moore & Persaud, 1998).

Organ, mezotelyum ile örtülü ince fakat fibroelastik bir kapsülle çevrilidir (Chadburn, 2000; Moore & Persaud, 1998) Kapsül yoğun düzensiz bağ dokusundan oluşur ve hilus bölgesinde kalınlaşma gösterir. Kapsülün derin yüzünden parankime doğru uzanan trabeküller organın destekleyici stromal iskeletini oluşturur ve damarları parankim içine taşır (Chadburn, 2000; Moore & Persaud, 1998). Kapsül ve trabeküller düz kas lifleri içerir; bu yapı dalağın belirli ölçüde kontraksiyon gösterebilmesine ve dolaşıma kan verebilmesine olanak tanır (Moore & Persaud, 1998). Makroskopik kesitte dalak homojen kırmızı bir zemin üzerinde 1–2 mm çapında beyaz pulpa nodülleri ile karakterizedir; bu görünüm organın kırmızı ve beyaz pulpa organizasyonunun makroskopik yansımasıdır (Chadburn, 2000).

Dalağın arteriyel kanlanması truncus coeliacus'un en büyük dalı olan a. splenica tarafından sağlanır (Moore & Persaud, 1998). A. splenica pankreasın üst kenarı boyunca kıvrımlı bir seyir izleyerek lig. splenorenale içinde hilusa ulaşır ve burada

genellikle birkaç segmental dala ayrılır (Chadburn, 2000; Moore & Persaud, 1998). Bu dallar trabeküler yapı içerisinde ilerleyerek beyaz pulpanın santral arterlerini oluşturur (Chadburn, 2000). İntraorganik arteriyel anastomozların sınırlı olması nedeniyle dalak belirgin bir vasküler segmentasyon gösterir; çoğu dalakta iki, bazılarında üç segment tanımlanabilir ve segmentler arasında nispeten avasküler planlar bulunur (Moore & Persaud, 1998). Bu özellik, cerrahi uygulamalarda parsiyel splenektomi açısından önem taşır.

Venöz drenaj hilustan çıkan dalların birleşmesiyle oluşan v. splenica aracılığıyla gerçekleşir. V. splenica pankreasın arka yüzü boyunca ilerler ve v. mesenterica superior ile birleşerek v. porta hepatis'i oluşturur. Lenfatik damarlar hilus bölgesinden çıkar ve splenik damarlar boyunca nodi lymphatici peripancreatic düğümlere, oradan nodi lymphatici coeliaci'ye ulaşır. Dalakta afferent lenfatik damar bulunmaz. Organın sinirleri plexus coeliacus'tan köken alır ve a. splenica dalları boyunca ilerler; bu lifler esas olarak vazomotor fonksiyon gösterir (Chadburn, 2000; Moore & Persaud, 1998).

4. DALAĞIN EMBRİYOLOJİSİ

Dalak konjenital varyasyonlarının patogenezi anlamak için, organın embriyolojik gelişim sürecinin ayrıntılı biçimde kavranması gereklidir. Buna karşın literatürde dalağın embriyogeneze ilişkin çalışmaların, fizyolojik önemine kıyasla görece sınırlı kaldığı dikkat çekmektedir. Dalak gelişimi embriyonik dönemin beşinci haftasında, Carnegie evreleri 14–17 arasında başlar. Organ, intraembriyonik splanknik mezoderm kökenlidir (Endo et al., 2015). Bu yönüyle dalak, komşuluğunda gelişen ve aynı arteriyel kaynaktan (truncus coeliacus) beslenen yapılara rağmen, ilkel bağırsakların endodermal bir türevidir (Varga et al., 2009).

Gelişimin erken evresinde dalak, dorsal mezogastrium içinde yer alan mezenkimal yoğunlaşmalar veya tek ya da çoklu baē dokusu çıkıntıları şeklinde ortaya çıkar. Bu yapı zamanla birleşerek daha kompakt bir organ taslaēı oluşturur ve ilerleyen dönemde büyük omentumun geliřeceēi dorsal mezogastrium ile ilişkisini sürdürür. Altıncı ve yedinci haftalarda midenin rotasyonu ve dorsal mezogastriumun yeniden şekillenmesi sonucunda dalak, başlangıçtaki orta hat konumundan sol üst kadrana doēru yer deēiřtirir. Bu süreç sırasında erkek embriyolarda gonad ve epididimis öncüllerine yakın bir konumda bulunur (Cortes, Thorup, & Visfeldt, 1996).

Dalak taslaēı büyümesini sürdürürken dorsal mezogastriumdan kısmen ayrılır, ancak splenorenal ligament (ligamentum splenorenale) aracılıēıyla baēlantısını korur. Bu ligament, dalak ile sol böbrek arasında uzanan mezenterik bir baēlantı oluşturur. Gelişimin ikinci ayının başlarında dorsal mezogastriumun bölünmesiyle iki ana peritoneal kıvrım belirginleşir: dalaēın hilusunu mideye baēlayan ligamentum gastrosplenicum ve dalaēı diyaframın parietal peritonuna baēlayan ligamentum phrenicosplenicum (Varga, Babala, & Kachlik, 2018; Varga et al., 2009). Ayrıca dalaēın hilusunu pankreas kuyruēına baēlayan kısa ligamentum splenopancreaticum tanımlanmıştır; bu yapı splenik damarları çevreler. Dalak ile büyük omentum arasında, flexura coli sinister komřuluēunda uzanan plica splenooментalis (plica gastromentalis/lienoomentalis; Morgenstern kıvrımı) ve ligamentum gastrosplenicum'un ön yüzü ile ligamentum phrenicocolicum arasında deēiřken yerleşimli plica presplenica da bu peritoneal organizasyonun parçalarıdır.

Erken fetal dönemde dalak belirgin lobüler morfoloji gösterir ve bu nedenle “lobüle dalak” olarak adlandırılır. Takip eden haftalarda bu fetal lobüller progresif olarak kaybolur ve doēumda genellikle belirgin şekilde seēilemez hale gelir

(Steiniger et al., 2007). Erişkin dönemde g r len bazı lobülasyon varyasyonlarının bu embriyolojik sürecin kalıntıları olabileceği düşünülmektedir.

Lenfoid hücre kolonizasyonu gerçekleşinceye kadar dalak esas olarak hematopoetik bir organ olarak işlev görür. Fetal yaşamın sekizinci ayına doğru hematopoetik aktivite kademeli olarak azalır. Doğum sonrasında normal koşullarda dalak belirgin hematopoetik rol üstlenmez; ancak miyelofibrozis gibi belirli hematolojik patolojilerde eritroblastlar, miyelositler ve megakaryositler dalakta yeniden ortaya çıkabilir ve ekstramedüller hematopoez gözlenebilir (Roberts et al., 2016).

5. DALAğIN DOğUşTAN GELEN VARYASYONLARI VE GELişİMSSEL ANOMALİLERİ

Dalak, embriyolojik gelişimi sırasında ortaya çıkan küçük morfogenetik farklılıklara duyarlı bir organdır. Bu nedenle prenatal dönemde meydana gelen sapmalar, erişkin dönemde yapısal varyasyonlar veya konjenital anomaliler şeklinde klinik olarak karşımıza çıkabilmektedir. Dalakta g r len gelişimsel varyasyonlar, sayısal anomalilerden (aspleni, polispleni, hipospleni) morfolojik değişikliklere (lobülasyon), ektopik veya süpernumerer splenik dokulara (aksesuar dalak), ligamentöz yetersizliklere bağlı yer değişikliklerine (gezici dalak) ve nadir füzyon anomalilerine (splenogonadal ve splenopankreatik füzyon) kadar geniş bir spektrum oluşturmaktadır (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

Bu varyasyonların önemli bir bölümü asemptomatik olup tesadüfen saptanırken, bazıları ciddi enfeksiyon riski, vasküler komplikasyonlar, torsiyon, yanlış tümör tanısı veya cerrahi planlamada g      gibi klinik sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle dalak varyasyonlarının embriyolojik temelleri,

morfolojik özellikleri ve klinik yansımalarının sistematik biçimde ele alınması gereklidir.

Bu bölümde dalakta görülen başlıca doğuştan gelen varyasyonlar ve gelişimsel anomaliler, embriyolojik kökenleri ve klinik önemleri çerçevesinde değerlendirilecektir.

5.1. Aspleni

Aspleni, dalağın tamamen yokluğu ile karakterize konjenital bir anomalidir ve sıklıkla Ivemark sendromu ile ilişkilidir. Bu tablo çoğunlukla heterotaksi sendromlarının bir parçası olarak ortaya çıkar. Heterotaksi (situs ambiguus), torakoabdominal organların normal sağ-sol yerleşim düzeninin bozulduğu ve organların anormal konfigürasyon gösterdiği bir durumdur. Heterotaksinin patogenezi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, erken embriyonik gelişim sırasında sol-sağ eksen belirlenmesini etkileyen genetik mutasyonların rol oynadığı düşünülmektedir (Tawfik et al., 2013). Dalağın bu sendromlarda neden özellikle etkilendiği henüz tam olarak açıklanamamıştır.

Otopsi verilerine göre aspleni veya polispleni ile ilişkili heterotaksi olgularının %40–70’inde kardiyak ve diğer sistem anomalileri eşlik etmektedir. Beş yıllık sağkalım oranları aspleni hastalarında yaklaşık %35, polispleni hastalarında ise %61 olarak bildirilmiştir (Kothari, 2014).

Dalak yokluğu olan pediatrik hastalar, kapsüllü bakterilere bağlı ağır enfeksiyonlara belirgin derecede yatkındır. Waldman ve ark. (Waldman et al., 1977), enfeksiyonlara bağlı mortalitenin, eşlik eden konjenital organ defektlerinden kaynaklanan mortaliteyi aştığını bildirmiş ve bu nedenle asplenik pediatrik hastalarda ömür boyu antibiyotik profilaksisi önermiştir. Chiu ve ark. (Chiu et al., 2014), özellikle *Streptococcus pneumoniae* ve *Citrobacter freundii* kaynaklı ciddi bakteriyel enfeksiyonların yüksek insidansını ve bunun

heterotaksili hastalarda artmış mortalite ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu risk yalnızca aspleni değil, polispleni olgularını da kapsamaktadır.

5.2. Polispleni

Polispleni, iki ile on altı arasında değişebilen sayıda, genellikle benzer boyutlarda birden fazla dalak varlığı ile karakterizedir. Bu aksesuar dalaklar çoğunlukla midenin curvatura major'  boyunca yerleşim gösterir (Tawfik et al., 2013). Polispleni genellikle heterotaksi sendromlarının bir bileşeni olarak ortaya çıkar ve sıklıkla kardiyak anomaliler, intestinal malrotasyon ve vasküler varyasyonlarla birliktelik gösterir.

Polispleni hastalarında dalağın fonksiyonel kapasitesi değişken olabilir. Bazı olgularda splenik dokular fonksiyonel olarak yeterli immün yanıt sağlayabilirken, bazı hastalarda fonksiyonel hiposplenizm gelişebilir. Bu durum enfeksiyon riskinin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

5.3. Hipospleni

Hipospleni, dalağın yapısal olarak küçük olması veya fonksiyonel kapasitesinin azalması ile karakterizedir. Bu durum konjenital olabileceği gibi edinilmiş de olabilir. Edinilmiş hiposplenizm en sık orak hücreli anemi,   lyak hastalığı, *Plasmodium malariae* enfeksiyonu ve alkolik siroz ile ilişkilidir (Hommel et al., 2013; William & Corazza, 2007). Fonksiyonel hiposplenizm literatürde iyi tanımlanmış olmakla birlikte, konjenital hipospleni oldukça nadir bildirilmiştir (Mathew et al., 2015).

Hiposplenik hastalarda dalak standart g r nt leme yöntemlerinde küçük ve hipoplastik olarak izlenebilir. Fonksiyonel hiposplenizm özellikle çocukluk çağında yeterince

tanı almamış önemli bir immün yetmezlik durumu olabilir (Scheuerman et al., 2014).

Aspleniye benzer şekilde hem fonksiyonel hem de konjenital hiposplenizmde periferik kan yaymasında Howell-Jolly cisimcikleri saptanabilir. Bu cisimcikler, eritrosit sitoplazması içinde kalan nükleer kalıntıları temsil eder ve dalak filtrasyon fonksiyonunun yetersizliğini gösterir. Tanıda dalak sintigrafisi gibi nükleer görüntüleme yöntemleri de kullanılabilir (Kirkineska, Perifanis, & Vasiliadis, 2014).

Hiposplenik hastalarda mortalitenin en önemli nedeni aşırı pnömokok sepsisidir. Bunun yanı sıra vasküler komplikasyonlar, trombotik olaylar, otoimmün hastalıklar ve bazı solid tümörlerin gelişme riskinde artış bildirilmiştir (William & Corazza, 2007).

5.4. Dalak lobülasyonu

Dalak lobülasyonu, dalağın şekline ait benign bir varyasyondur ve doğrudan bir patolojik durumla ilişkili değildir (Karakas, Tunçbilek, & Ökten, 2005). Bu varyasyonda, bazen “crenae splenis” olarak adlandırılan derin yarık ve çentikler 2–3 cm derinliğe ulaşabilir; özellikle diyafragmatik yüzde ve üst kenar boyunca daha belirgin izlenir (Yildiz, Ariyurek, & Karcaaltincaba, 2013). Klinik pratikte önemli bir nokta, bu tür derin çentiklerin karın travması sonrası görüntülemelerde dalak laserasyonu ile karışabilmesidir. Bu nedenle dalak lobülasyonu varlığında, anatomik varyasyonun rüptür/laserasyonu taklit edebileceği akılda tutulmalı ve değerlendirme buna göre yapılmalıdır (Benelli et al., 1992). Morfolojik açıdan bu görünüm, fetal gelişim döneminde dalak lobüllerini birbirinden ayıran olukların kalıntıları olarak yorumlanmaktadır. Çok nadir olgularda dalak lobülasyonu, kısa pankreas gibi diğer konjenital varyasyonlarla birliktelik gösterebilir (Drut et al., 1993); ayrıca görüntüleme çalışmalarında mide lezyonları (De Rosa &

Lapicciarella, 1994) veya sol böbrek tümörleri (Mandosse et al., 2000) ile yanlış yorumlanabildiği bildirilmiştir.

5.5. Aksesuar dalaklar ve aksesuar dalak nodülleri

Aksesuar dalaklar ve aksesuar dalak nodülleri, poplasyonda yaklaşık %10–30 oranında tesadüfen saptanan ek (süpernumerer) splenik dokulardır. Tek veya çok sayıda olabilirler ve çoğu kez kiraz büyüklüğünde tarif edilirler. Yerleşim açısından vakaların yaklaşık %75’inde dalak hilusu çevresinde bulunur; daha az sıklıkla lig. gastrosplenicum, lig. splenorenale veya pankreas kuyruğunda saptanabilir (yaklaşık %1–2). Çok nadiren abdomenin herhangi bir bölgesinde yerleşim gösterebilirler. Terminologia Embryologica, aksesuar splenik dokuyu bulunduğu organa göre (rneğın adrenal bez, pankreas, mide veya bağırsak) sınıflandırmaktadır; ancak mevcut sınıflama şemalarında retroperitoneal ve pelvik aksesuar dalak yerleşimlerinin eksik kaldığı belirtilmektedir. Morfolojik ve fonksiyonel olarak aksesuar dalaklar, ana dalak dokusuyla büyük ölçüde eşdeğerdır. Embriyolojik açıklama olarak en sık kabul edilen görüş, dorsal mezogastrium içindeki ayrı mezenkimal çıkıntıların birleşmesinin tam gerçekleşmemesi sonucunda, ana dalakla paralel gelişen ve fonksiyonel özellikler taşıyan aksesuar splenik dokuların oluştuğudur (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

Aksesuar dalakların saptanması özellikle hipersplenizmle ilişkili bazı hematolojik bozukluklarda ve splenektominin gündeme geldiği klinik durumlarda önem taşır (Orlando, Lumachi, & Lirussi, 2005; Peddu, Shah, & Sidhu, 2004). Ek splenik dokular, farklı anatomik lokalizasyonlarda çeşitli patolojileri taklit edebilir; örneğın sol adrenal bez (Chen, Wu, & Chang, 2005), pankreas (Lehtinen et al., 2013), mide (Wang et al., 2016), bağırsak (Marchant, Levine, & Furth, 1995), retroperitoneum (Toutziaris et al., 2013) ve daha nadiren pelvis (Taskin et al., 2015) yerleşimli kitleler, neoplazm veya

lenfadenopati ile karıştırılabilir. Çok nadir olarak aksesuar dalakta torsiyon gelişebilir; bu durumda akut veya kronik (subakut torsiyon) karın ağrısı ile seyredebilir ve akut batın tablosunun nadir nedenlerinden biri olarak karşımıza çıkabilir (Impellizzeri et al., 2009).

5.6. Gezici dalak

Gezici dalak, dalağın normalde sol st kadranda sabitlendiği anatomik konumdan ayrılarak alt abdomen veya pelvik boşluğa doğru yer değiştirdiği nadir bir varyasyondur. Morfolojik alışmalar, bu durumun dalağı diyaframın sol kubbesi altında stabilize eden ligamentöz yapıların gelişimsel yetersizliği, yapısal bozukluğu veya elastikiyet değişiklikleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Dalak, dorsal mezogastriumdan köken alan ligamentöz bağlantılar aracılığıyla böbreğe (lig. splenorenale), mideye (lig. gastrosplenicum), flexura coli sinistra'ya (lig. splenocolicum) ve diyaframa (lig. phrenicosplenica) tutunur; bu bağlantıların zayıflığı veya yokluğu dalak mobilitesini artırır. Bildirilen vakaların yaklaşık üçte biri 10 yaş altı çocuklarda olup cinsiyet dağılımı 1:1 olarak verilmiştir; çocuklarda gezici dalak tanımlamaları 1854'te Dietl'in ilk klinik bildirimlerine kadar uzanmaktadır (Magowska, 2013). Üreme ağında ise gezici dalak kadınlarda yaklaşık on kat daha sık rapor edilmiştir; bu bulgu, kadın cinsiyet hormonlarının ligamentöz elastikiyet üzerinde etkisi olabileceğini düşündürmektedir (Richman, Hiyama, & Wasson, 2014; Soleimani et al., 2007). Travma sonrası vasküler torsiyon (akut, aralıklı veya kronik torsiyon) ve/veya rüptür riskinin artmasına rağmen, olguların önemli bir bölümünün tanı almadan kalabildiği ileri sürülmektedir (Richman, Hiyama, & Wasson, 2014; Soleimani et al., 2007). Literatürde, gün içindeki yer değişimi ile dikkat çeken ve belirgin semptomatik paterne sahip olgular bildirilmiştir; örneğin bir olguda dalak sabah saatlerinde sol arcus costalis altında palpe edilirken öğleden sonra umbilikal bölgeye göç ettiği

gözenmiştir (Vermylen et al., 1983). Benzer biçimde, pediatrik bir olguda gezici dalakla ilişkili sıra dışı klinik prezentasyonlar rapor edilmiştir (Kapellerova et al., 1999).

5.7. Splenogonadal füzyon

Splenogonadal füzyon, ilk olarak 1883 yılında Bostroem tarafından tanımlanan nadir bir konjenital varyasyondur (Abou Bakr & Ismail, 2005). Günümüze kadar literatürde 200’ün altında olgu bildirildiği belirtilmektedir. Temel özellik, dalak dokusunun gonad veya mezonefros kökenli embriyolojik bir kalıntı ile anormal biçimde birleşmesi sonucu ortaya çıkan doku kitlesidir. Klinik açıdan özellikle erkeklerde testisin inişini etkileyebilir ve olguların üçte birinden fazlasında kriptorşizm bildirilmektedir. Bu varyasyon çoğu zaman kasık fitiğı onarımı sırasında tesadüfen saptanmakta; bazı olgularda ise skrotumda veya inguinal kanalda ağırlı kitle şeklinde prezente olarak tümör ya da konjenital inguinal herni ile karışabilmektedir (Lakshmanan, Reddy, & Nutakki, 2014; Sountoulides et al., 2014). Preoperatif doğru tanı, etkilenmiş gonadın korunmasını mümkün kılabilecekken, bazı serilerde gereksiz orşiektomi oranının %37’ye kadar çıktığı bildirilmiştir (Cirillo Jr et al., 1999). Etiyoloji tam açıklanamamakla birlikte, embriyonik dalak sola rotasyon yaptıktan sonra gelişmekte olan dalak ile testisi geçici olarak stabilize eden embriyonik sol diyafragmatik ligament arasındaki mesafenin azalması ve yakın komşuluk nedeniyle dalak dokusunun “yapışması” olası mekanizmalardan biri olarak tartışılmaktadır. “Sürekli tip” olgularda inmemiş testis ile dalak arasında dalak dokusundan oluşan fibroz bir bant bulunabilir; bu tipin “süreksiz tip”e göre biraz daha sık olabileceği (%58) belirtilmiştir (Malik & Liu, 2013).

Dalak ve pankreas füzyonu (conjunctio splenopancreatica) çoğunlukla pankreas kuyruğu düzeyinde görölen, oldukça nadir bir başka gelişimsel anomalidir. Klinik

pratikte temel sorun, intrapancreatik aksesuar splenik dokunun dalak dokusundan ayırt edilmesi gerekliliğidir. Splenopankreatik füzyon, çoğru bildiride trizomi 13 (Gomi et al., 2009), Schinzel–Giedion sendromu (Lehman et al., 2008), trizomi 21 veya diğerk ağır konjenital anomalilerle ilişkilendirilmiştir (Peres et al., 2004). Buna karşılık, literatürde eşlik eden ağır bir konjenital anomali olmaksızın bildirilen olgu sayısının son derece sınırlı olduğu ifade edilmiştir (Balli et al., 2009). Bu tanı özellikle splenektomi veya distal pankreatektomi planlanan hastalarda önem taşır. Embriyolojik olarak, mide ve çevre organların rotasyonundan önce dalak primordiyumu ile dorsal pankreas tomurcuğru arasındaki yakın mesafe, bu füzyonun olası gelişimsel açıklaması olarak değerkendirilmektedir.

5.8. Dalak kistleri

Dalak kistlerinin kökeni, sınıflandırması ve cerrahi yönetimi—özellikle pediatrik yaş grubunda—halen tartışmalıdır. Dalak kistlerinin aslında düşünöldüğü kadar nadir olmadığı; ancak olguların büyük bölümünün asemptomatik seyretmesi nedeniyle çoğunlukla tesadüfen saptandığı bildirilmektedir (Mirilas, Mentessidou, & Skandalakis, 2007; Morgenstern, 2002). Radyolojik görüntöleme yöntemlerinin yaygınlaşmasıyla kist saptama sıklığının arttığı da vurgulanmaktadır (Accinni et al., 2016). Genel çerçevede kistler parazitik ve parazitik olmayan kistler olarak iki ana gruba ayrılır. Parazitik olmayan kistler içinde, travmatik veya neoplastik bir etiyoloji olmaksızın görölen konjenital dalak kistleri önemli bir alt grubu oluşturur (Sinha & Agrawal, 2011). Tarihsel olarak 1913’ten itibaren yapılan sınıflandırmalar, kist duvarında epitel örtüsünün bulunmasına göre “gerçek/primer kist” ve “yalancı/sekonder kist” ayrımı yapmıştır (FOWLER, 1913). Ancak bu yaklaşım, örnekleme ve histolojik işleme bağı epitel kaybı nedeniyle konjenital/primer kistlerin yanlış sınıflandırılmasına yol açabileceğinden eleştirilmiştir. Morgenstern, kistik epitel kalıntılarının

saptanamamasının vaka raporlarında hatalı tanı ve sınıflamalara neden olabileceğini ileri sürmüştür (Morgenstern, 2002). Güncel yaklaşımlarda konjenital dalak kistlerinin epitel tipine göre mezotelyal, geçişsel ve çok katlı yassı epitel ile ilişkili tiplerinin ayırt edilebileceği belirtilmektedir (Mirilas, Mentessidou, & Skandalakis, 2007). Konjenital kistlerde iç yüzeyde belirgin, kaba ve fibröz trabekülasyon tipik bir bulgu olarak tanımlanmıştır (Morgenstern, 2002). Ayrıca konjenital kistlerin aksesuar dalakta da rapor edildiği; bildirilen olguların tümünde yerleşimin pankreas kuyruğunda olduğu vurgulanmıştır (Kadota et al., 2010). Konjenital dalak kistlerinin etiyojisi net değildir; birçok yazar travmanın gelişimde rol oynadığına dair kanıtları dışlamaktadır (Vajda et al., 2012). Ingle ve ark., konjenital dalak kistlerinin kökenine ilişkin üç hipotezi özetlemiştir: mezotelyal invaginasyon hipotezi, lenf boşluğu teorisi ve endodermal inklüzyon teorisi (Ingle, Hinge Ingle, & Patrike, 2014). Bazı yazarlar genetik bir bileşen olabileceğini ileri sürmüş olsa da, aile içi görülümle ilişkili olgu bildirimlerinin sınırlı olduğu belirtilmektedir (Kubo et al., 2006).

5.9. Dalak kavernöz hemanjiyomu

Dalak kavernöz hemanjiyomu, dalakta primer benign vasküler bir neoplazm olup literatürde 100'den az olgu bildirildiği ifade edilmektedir. Çoğu hemanjiyom 2 cm'den küçük olup genellikle tesadüfen saptanır; hastalar çoğunlukla asemptomatiktir. “Dev” olarak adlandırılan ve semptomatik seyreden daha büyük lezyonlar ise nadiren rapor edilmiştir (Misra, Misra, & Kumar, 2013). Bu lezyonların doğuştan kaynaklanabileceği ve kırmızı pulpadaki sinüzoidal endotel ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Histopatolojik olarak, tek sıra endotel ile döşeli, eritrositlerle dolu kapiller-kavernöz spektrumda vasküler kanallardan oluşan kapsülsüz bir proliferasyon görülebilir (Abbott et al., 2004). Bununla birlikte, embriyolojik terminoloji perspektifinden “konjenital kabul edilen

neoplazmların” gelişimsel varyasyon olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağı tartışmalı bir noktadır; zira neoplazmlar, gelişim sırasında ortaya çıkan normal morfolojik varyasyonlardan kavramsal olarak ayrılmaktadır (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

Son yıllarda gebelik haftasına göre fetal dalak biyometrik parametrelerine (dalak çevresi, hacmi ve uzunluğu dahil) ilişkin iki referans aralığı yayınlanmıştır (Srisupundit et al., 2011; You et al., 2014). Hepatosplenomegali çoğu olguda enfeksiyonlar, konjestif kalp yetmezliği, portal hipertansiyon, lenfoma, immünolojik bozukluklar, konjenital anemiler veya diğer hemoglobinopatiler ile ilişkili bir klinik durum olarak karşımıza çıkar. Bu nedenle hepatosplenomegalinin, Terminologia Embryologica’da yer alan “dalak gelişiminin normal varyasyonları ve anomalileri” listesi içinde değerlendirilmesinin uygun olmayabileceği; daha çok edinilmiş klinik bir bulgu olarak ele alınmasının daha yerinde olacağı görüşü ileri sürülmüştür (Varga, Babala, & Kachlik, 2018).

KAYNAKLAR

- Abbott, R. M., Levy, A. D., Aguilera, N. S., Gorospe, L., & Thompson, W. M. (2004). From the Archives of the AFIP. *RadioGraphics*, 24(4), 1137-1163. <https://doi.org/10.1148/rg.244045006>
- Abou Bakr, M. K., & Ismail, A. M. (2005). Splenogonadal fusion: case presentation and literature review. *Journal of Pediatric Surgery*, 40(8), 1357-1360.
- Accinni, A., Bertocchini, A., Madafferi, S., Natali, G., & Inserra, A. (2016). Ultrasound-guided percutaneous sclerosis of congenital splenic cysts using ethyl alcohol 96% and minocycline hydrochloride 10%: A pediatric series. *Journal of Pediatric Surgery*, 51(9), 1480-1484. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2016.05.005>
- Balli, O., Karcaaltincaba, M., Karaosmanoglu, D., & Akata, D. (2009). Multidetector Computed Tomography Diagnosis of Fusion of Pancreas and Spleen Confirmed by Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 33(2), 291-292. <https://doi.org/10.1097/RCT.0b013e31817d74f7>
- Benelli, G., Bonardi, R., Parziale, M., & Campari, P. (1992). Role of echography in the differential diagnosis of accessory lobulations and small capsular traumatic fissures of the spleen. *La Radiologia Medica*, 84(6), 770-773.
- Chadburn, A. (2000). The spleen: anatomy and anatomical function. *Semin Hematol*, 37(1 Suppl 1), 13-21. [https://doi.org/10.1016/s0037-1963\(00\)90113-6](https://doi.org/10.1016/s0037-1963(00)90113-6)
- Chen, C.-H., Wu, H.-C., & Chang, C.-H. (2005). An accessory spleen mimics a left adrenal carcinoma. *Medscape General Medicine*, 7(2), 9.

- Chiu, S.-N., Shao, P.-L., Wang, J.-K., Chen, H.-C., Lin, M.-T., Chang, L.-Y., Lu, C.-Y., Lee, P.-I., Huang, L.-M., & Wu, M.-H. (2014). Severe bacterial infection in patients with heterotaxy syndrome. *The Journal of Pediatrics*, 164(1), 99-104. e101.
- Cirillo Jr, R., Coley, B., Binkovitz, L. A., & Jayanthi, R. V. (1999). Sonographic findings in splenogonadal fusion. *Pediatric radiology*, 29(1), 73-75.
- Cortes, D., Thorup, J., & Visfeldt, J. (1996). The pathogenesis of cryptorchidism and splenogonadal fusion: a new hypothesis. *British journal of urology*, 77(2), 285-290.
- De Rosa, F., & Lapicciarella, G. (1994). Splenic lobulation simulating a gastric neofomation. The diagnostic value of echography. *La Radiologia Medica*, 87(4), 521-522.
- Drut, R. M., Drut, R., Gilbert-Barness, E., & Reynolds Jr, J. F. (1993). Abnormal spleen lobulation and short pancreas. *Birth defects original article series*, 29(1), 345-352.
- Endo, A., Ueno, S., Yamada, S., Uwabe, C., & Takakuwa, T. (2015). Morphogenesis of the spleen during the human embryonic period. *The Anatomical Record*, 298(5), 820-826.
- FOWLER, R. H. (1913). CYSTS OF THE SPLEEN. *Annals of Surgery*, 57(5), 658-690.
https://journals.lww.com/annalsofsurgery/fulltext/1913/05000/cysts_of_the_spleen.4.aspx
- Gomi, K., Sato, Y., Tanaka, M., Ijiri, R., Kato, K., Aoki, I., & Tanaka, Y. (2009). Specificity of splenopancreatic field abnormality in trisomy 13 syndrome: macroscopic and histological analysis in 21 autopsy cases. *Pathology international*, 59(3), 147-151.

- Hommel, B., Galloula, A., Simon, A., & Buffet, P. (2013). Hyposplenism revealed by Plasmodium malariae infection. *Malaria journal*, 12(1), 271.
- Impellizzeri, P., Montalto, A. S., Borruto, F. A., Antonuccio, P., Scalfari, G., Arena, F., & Romeo, C. (2009). Accessory spleen torsion: rare cause of acute abdomen in children and review of literature. *Journal of Pediatric Surgery*, 44(9), e15-e18.
- Ingle, S. B., Hinge Ingle, C. R., & Patrike, S. (2014). Epithelial cysts of the spleen: a minireview. *World J Gastroenterol*, 20(38), 13899-13903.
<https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i38.13899>
- Kadota, K., Kushida, Y., Miyai, Y., Katsuki, N., Hayashi, T., Bando, K., Shibuya, S., & Haba, R. (2010). Epidermoid Cyst in an Intrapancreatic Accessory Spleen: Three Case Reports and Review of the Literatures. *Pathology & Oncology Research*, 16(3), 435-442.
<https://doi.org/10.1007/s12253-009-9229-y>
- Kapellerova, A., Siman, J., Raskova, J., Cingel, V., Haviar, D., Kapellerová, A., & Rasková, J. (1999). Enuresis as a rare symptom of the dystopic spleen in a child. *European journal of pediatrics*, 158(10).
- Karakas, H. M., Tunçbilek, N., & Ökten, Ö. Ö. (2005). Splenic abnormalities: an overview on sectional images. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 11(3), 152.
- Kirkineska, L., Perifanis, V., & Vasiliadis, T. (2014). Functional hyposplenism. *Hippokratia*, 18(1), 7.
- Kothari, S. S. (2014). Non-cardiac issues in patients with heterotaxy syndrome. *Annals of pediatric cardiology*, 7(3), 187-192.

- Kubo, M., Yamane, M., Miyatani, K., Udaka, T., Mizuta, M., & Shirakawa, K. (2006). Familial Epidermoid Cysts of the Spleen: Report of Two Cases. *Surgery today*, 36(9), 853-856. <https://doi.org/10.1007/s00595-006-3244-3>
- Lakshmanan, P. M., Reddy, A. K., & Nutakki, A. (2014). A surprising content of congenital hernia: complete splenogonadal fusion band. *BMJ Case Reports CP*, 2014, bcr2014203640.
- Lehman, A. M., McFadden, D., Pugash, D., Sangha, K., Gibson, W. T., & Patel, M. S. (2008). Schinzel–Giedion syndrome: Report of splenopancreatic fusion and proposed diagnostic criteria. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 146(10), 1299-1306.
- Lehtinen, S. J., Schammel, C. M., Devane, M., & Trocha, S. D. (2013). Intrapancreatic accessory spleen presenting as a pancreatic mass. *Journal of gastrointestinal oncology*, 4(4), E23.
- Magowska, A. (2013). Wandering spleen: a medical enigma, its natural history and rationalization. *World journal of surgery*, 37(3), 545-550.
- Malik, R. D., & Liu, D. B. (2013). Splenogonadal fusion: an unusual case of an acute scrotum. *Reviews in Urology*, 15(4), 197.
- Mandosse, P., Bourg, S., Paulhac, P., Dumas, J., & Colombeau, P. (2000). Splenic lobulation and pseudo-cancer of the left kidney. *Progres en Urologie: Journal de L'association Francaise D'urologie et de la Societe Francaise D'urologie*, 10(2), 291-294.
- Marchant, L., Levine, M., & Furth, E. (1995). Splenic implant in the jejunum: radiographic and pathologic findings. *Abdominal Imaging*, 20(6), 518-520.

- Mathew, H., Dittus, C., Malek, A., & Negroiu, A. (2015). Howell-Jolly bodies on peripheral smear leading to the diagnosis of congenital hyposplenism in a patient with septic shock. *Clinical Case Reports*, 3(8), 714.
- Mirilas, P., Mentessidou, A., & Skandalakis, J. E. (2007). Splenic Cysts: Are There So Many Types? *Journal of the American College of Surgeons*, 204(3), 459-465. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2006.12.012>
- Misra, A. P., Misra, R., & Kumar, A. (2013). Giant Cavernous Haemangioma of the Wandering Spleen. *Indian Journal of Surgery*, 75(1), 54-55. <https://doi.org/10.1007/s12262-012-0546-0>
- Moore, K. L., Agur, A. M. R., & Dalley, A. F. (2015). *Essential clinical anatomy* (Fifth edition ed.). Wolters Kluwer Health.
- Moore, K. L., & Persaud, T. V. N. (1998). *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. Saunders. <https://books.google.com.tr/books?id=wlp9rBIaVrUC>
- Morgenstern, L. (2002). Nonparasitic splenic cysts: pathogenesis, classification, and treatment1 1No competing interests declared. *Journal of the American College of Surgeons*, 194(3), 306-314. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1072-7515\(01\)01178-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1072-7515(01)01178-4)
- Orlando, R., Lumachi, F., & Lirussi, F. (2005). Congenital anomalies of the spleen mimicking hematological disorders and solid tumors: a single-center experience of 2650 consecutive diagnostic laparoscopies. *Anticancer research*, 25(6C), 4385-4388.
- Peddu, P., Shah, M., & Sidhu, P. (2004). Splenic abnormalities: a comparative review of ultrasound, microbubble-enhanced

- ultrasound and computed tomography. *Clinical radiology*, 59(9), 777-792.
- Peres, L. C., Barbosa, G. H. T. d. S., Careta, R. S., Nassif, C. M., Pina-Neto, J. M. d., Giuliani, L. R., Martinhago, C. D., & Gomy, I. (2004). Splenopancreatic field abnormality is not unique to trisomy 13. *Pediatric and Developmental Pathology*, 7(1), 91-94.
- Richman, M., Hiyama, D. T., & Wasson, E. (2014). Wandering spleen. *Surgery*, 155(4), 728.
- Roberts, A., Shetty, A., Mellnick, V., Pickhardt, P., Bhalla, S., & Menias, C. (2016). Extramedullary haematopoiesis: radiological imaging features. *Clinical radiology*, 71(9), 807-814.
- Scheuerman, O., Bar-Sever, Z., Hoffer, V., Gilad, O., Marcus, N., & Garty, B. (2014). Functional hyposplenism is an important and underdiagnosed immunodeficiency condition in children. *Acta Paediatrica*, 103(9), e399-e403.
- Sinha, C. K., & Agrawal, M. (2011). Nonparasitic splenic cysts in children: Current status. *The Surgeon*, 9(1), 49-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.surge.2010.08.005>
- Soleimani, M., Mehrabi, A., Kashfi, A., Fonouni, H., Büchler, M. W., & Kraus, T. W. (2007). Surgical treatment of patients with wandering spleen: report of six cases with a review of the literature. *Surgery today*, 37(3), 261-269.
- Sountoulides, P., Neri, F., Bellocci, R., Schips, L., & Cindolo, L. (2014). Splenogonadal fusion mimicking a testis tumor. *Journal of Postgraduate Medicine*, 60(2), 202-204.
- Srisupundit, K., Piyamongkol, W., Tongprasert, F., Luewan, S., & Tongsong, T. (2011). Reference range of fetal splenic

- circumference from 14 to 40 weeks of gestation. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 283(3), 449-453. <https://doi.org/10.1007/s00404-010-1375-7>
- Steiniger, B., Ulfig, N., Riße, M., & Barth, P. J. (2007). Fetal and early post-natal development of the human spleen: from primordial arterial B cell lobules to a non-segmented organ. *Histochemistry and cell biology*, 128(3), 205-215.
- Taskin, M. I., Baser, B. G., Adali, E., Bulbul, E., & Uzgoren, E. (2015). Accessory spleen in the pelvis: a case report. *International journal of surgery case reports*, 12(C), 23-25.
- Tawfik, A. M., Batouty, N. M., Zaky, M. M., Eladalany, M. A., & Elmokadem, A. H. (2013). Polysplenia syndrome: a review of the relationship with viscerio-atrial situs and the spectrum of extra-cardiac anomalies. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 35(8), 647-653.
- Toutziaris, C., Kampantais, S., Christopoulos, P., Papaziogas, B., & Vakalopoulos, I. (2013). Compensatory enlargement of an accessory spleen mimicking a retroperitoneal tumor: a case report. *Hippokratia*, 17(2), 185.
- Vajda, P., Kereskai, L., Czauderna, P., Schaarschmidt, K., Kalman, A., Koltai, J., Engelis, A., Kalman, E., Lewicki, K., Verebely, T., Jainsch, M., Petersons, A., & Pinter, A. B. (2012). Re-evaluation of histological findings of nonparasitic splenic cysts. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 24(3), 316-319. <https://doi.org/10.1097/MEG.0b013e32834ea639>
- Varga, I., Babala, J., & Kachlik, D. (2018). Anatomic variations of the spleen: current state of terminology, classification, and embryological background. *Surg Radiol Anat*, 40(1), 21-29. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1893-0>

- Varga, I., Galfiova, P., Adamkov, M., Danisovic, L., Polak, S., Kubikova, E., & Galbavy, S. (2009). Congenital anomalies of the spleen from an embryological point of view. *Med Sci Monit*, 15(12), 269-276.
- Vermeylen, C., Lebecque, P., Claus, D., Otte, J.-B., & Cornu, G. (1983). The wandering spleen. *European journal of pediatrics*, 140(2), 112-115.
- Waldman, J. D., Rosenthal, A., Smith, A. L., Shurin, S., & Nadas, A. S. (1977). Sepsis and congenital asplenia. *The Journal of Pediatrics*, 90(4), 555-559.
- Wang, W., Li, W., Sun, Y., Zhao, Y., Zhu, R., Li, J., & Zhang, H. (2016). Intra-gastric ectopic splenic tissue. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 20(1), 218-220.
- William, B. M., & Corazza, G. R. (2007). Hyposplenism: a comprehensive review. Part I: basic concepts and causes. *Hematology*, 12(1), 1-13.
- Yildiz, A. E., Ariyurek, M. O., & Karcaaltincaba, M. (2013). Splenic anomalies of shape, size, and location: pictorial essay. *The Scientific World Journal*, 2013(1), 321810.
- You, J. H., Lv, G. R., Liu, X. L., & He, S. Z. (2014). Reference ranges of fetal spleen biometric parameters and volume assessed by three-dimensional ultrasound and their applicability in spleen malformations. *Prenat Diagn*, 34(12), 1189-1197. <https://doi.org/10.1002/pd.4451>

KARACİĞER ANATOMİSİ

Berna DOĞAN¹

1. GİRİŞ

Karaciğer (hepar), vücudun en büyük bezidir ve deriden sonra en büyük tek organdır. Erişkin bireyde ortalama 1400–1600 g ağırlığında olup vücut ağırlığının yaklaşık %2–2,5’ini oluşturur (Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015). Fetal dönemde hematopoietik bir organ olarak işlev gördüğünden relatif olarak daha büyüktür ve vücut ağırlığının yaklaşık %5’ine ulaşır (Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015). İnfantil dönemden erişkinliğe kadar organizmanın büyümesine paralel olarak karaciğer hacmi hızla artar ve orta yaştan itibaren karaciğer ağırlığında kademeli bir azalma gözlenebilir. Organın boyutları yaş, cinsiyet ve beden kitle indeksi ile yakından ilişkilidir (Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024).

Topografik olarak karaciğer, abdomenin üst bölümünde, başlıca regio hypochondriaca dextra ve regio epigastrica’da yer alır; sıklıkla regio hypochondriaca sinistra’ya uzanır (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015). Büyük bölümü sağ kostal kenarın altında bulunur ve diaphragma tarafından toraks organlarından ayrılır. Karaciğer, diyafragmatik hareketlere bağlı olarak respiratuvar siklus boyunca yer değiştirir; ayakta pozisyonda gravitasyon etkisiyle daha inferior yerleşim

¹ Arş. Gör. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-9232-359X.

gösterebilir (Moore, Agur, & Dalley, 2015). Bu mobilite klinik muayenede palpasyonu kolaylaştıran önemli bir özelliktir.

Makroskopik olarak karaciğer cuneiform (kama) şekillidir. Dar ucu sola yönelmiş olup, keskin margo inferior anteriora ve inferiora doğru uzanır. Facies diaphragmatica'nın superior ve sağ lateral kısımları diyafram ile anterolateral torakoabdominal duvar tarafından şekillendirilirken, facies visceralis komşu abdominal organların oluşturduğu izlenimlerle biçimlenir. Güncel görüşe göre karaciğer kapsülünün (capsula fibrosa hepatis) organın morfolojik bütünlüğünü korumadaki rolü sınırlıdır (Drake, 2019; Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024).

Renk olarak karaciğer tipik olarak kırmızımsı kahverengidir; ancak parankimal yağ içeriğine bağlı olarak görünümü değişebilir. Obeziteye bağlı gelişen steatosis hepatis durumunda organ daha sarımsı bir ton alır. Kıvamı genellikle yumuşak ile orta sertlik arasında değişir ve bu özellik intraparakimal kan hacmi ile yağ içeriğine bağlıdır (Drake, 2019; Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024).

Karaciğer, homeostazın sürdürülmesinde merkezi bir role sahiptir. Gastrointestinal sistemden emilen besin maddelerinin (lipidler hariç) büyük bölümü vena portae hepatis aracılığıyla önce karaciğere ulaşır (Moore, Agur, & Dalley, 2015). Karaciğer; karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasında temel görevler üstlenir, glikojen depolar, vitaminler ve demir gibi çeşitli maddeleri saklar ve amino asitlerin modifikasyonu ile yıkımında rol oynar (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Snell, 2012). Ayrıca toksik veya potansiyel olarak toksik maddelerin detoksifikasyonunu sağlar ve antikoagülan özellikte bir madde olan heparini sentezler (Snell, 2012).

Karaciğer tarafından sürekli olarak üretilen safra, yağların emülsifikasyonuna katkı sağlayan sarı-kahverengi ya da yeşilimsi

bir sıvıdır. Safra, ductus hepaticus dexter ve ductus hepaticus sinister aracılığıyla karaciğeri terk eder; bu kanallar birleşerek ductus hepaticus communis'i oluşturur. Bu kanal ductus cysticus ile birleşerek ductus choledochus'u meydana getirir. Öğünler arasında safra vesica biliaris'te birikir ve burada su ile elektrolitlerin emilimi sonucu konsantre edilir; besin duodenuma ulaştığında konsantre safra tekrar safra yolları aracılığıyla duodenuma boşaltılır (Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Karaciğer aynı zamanda mononükleer fagosit sisteminin önemli bir bileşenidir. Parankim içinde yer alan fagositik makrofajlar dolaşımdaki bakteri ve yabancı partiküllerin uzaklaştırılmasında görev alır (Snell, 2012; Standring, Tubbs, & Gray, 2026). Fetal dönemde ise başlıca hematopoiezis merkezlerinden biri olarak işlev görür (Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Karaciğerin yürüttüğü metabolik süreçlerin önemli bir kısmı ekzotermiktir; bu nedenle özellikle istirahat halinde vücut ısısının korunmasına katkı sağlayan termal enerjinin önemli bir bölümü karaciğer kaynaklıdır (Standring, Tubbs, & Gray, 2026). Bu çok yönlü metabolik, vasküler ve immün fonksiyonlar, karaciğeri yalnızca anatomik olarak değil, fizyolojik ve klinik açıdan da merkezi bir organ haline getirmektedir.

2. KARACİĞERİN KOMŞULUKLARI

Karaciğerin komşulukları, organın başlıca *facies diaphragmatica* ve *facies visceralis*'i esas alınarak değerlendirilmelidir. Bu ilişkiler yalnızca topografik açıdan değil, klinik ve cerrahi uygulamalar bakımından da büyük önem taşır.

Anterior yönde karaciğer esas olarak diaphragma ile komşudur. Diyafram aracılığıyla sağ ve sol pleura ile her iki akciğerin alt sınırlarından ayrılır. Sağ tarafta toraks duvarı ve

arcus costalis dexter ile yakın ilişki gösterir; özellikle sağ 7.–11. kostalar karaciğerin önemli bir bölümünü  rt r. Orta hatta processus xiphoideus düzeyinde ve subkostal a ı bölgesinde anterior abdominal duvar ile temas eder. Bu anterior ilişkiler, özellikle torakoabdominal travmalarda ve fizik muayenede karaciğer matitesinin değerlendirilmesinde klinik önem taşır (Snell, 2012).

Posterior komşuluklar daha kompleks olup hem diyafragmatik hem de visseral unsurlar içerir. Karaciğerin posterior yüzeyinin geniş bir bölümü diyafram ile temas halindedir ve burada peritonla örtülü olmayan area nuda hepatis bulunur. Sağ tarafta sağ böbrek ve glandula suprarenalis dextra ile komşudur. Ayrıca flexura coli dextra ve duodenum ile ilişkili alanlar mevcuttur. Posterior yüzeyde vena cava inferior, karaciğer parankimine gömülü bir oluk (*sulcus venae cavae*) içinde seyreder ve hepatic venler aracılığıyla doğrudan karaciğer ile bağlantı kurar. Sol tarafta ise abdominal özofagus ve fundus gastricus ile temas söz konusudur (Snell, 2012).

Karaciğerin facies visceralis'i komşu organların oluşturduğu belirgin izlenimler taşır ve bu izlenimler morfolojik olarak komşulukları yansıtır. Sağ tarafta safra kesesi için belirgin bir fossa vesicae biliaris bulunur. Bu fossanın lateralinde flexura coli dextra ve colon transversum ile ilişkili kolik alan yer alır. Orta hatta ve sol tarafta duodenumun pars superior'u ile ilişkili duodenal alan izlenir. Sol lobun inferior bölümünde mide ile temas sonucu oluşan gastrik ve pilorik izlenimler bulunur. Ayrıca omentum minus, özellikle fissura ligamenti venosi boyunca uzanarak karaciğer ile mide arasında peritoneal bir bağlantı oluşturur (Agur, Dalley, & Wolters, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Bu komşuluklar, karaciğerin hem peritoneal boşluk içindeki konumunu hem de cerrahi girişimlerde dikkate alınması

gereken anatomik sınırları belirler. Özellikle subfrenik ve subhepatik boşlukların varlığı, intraabdominal sıvı birikimlerinin lokalizasyonunu ve enfeksiyon yayılımını doğrudan etkiler. Benzer şekilde, vena cava inferior ile olan yakın ilişki hepatik cerrahide hemodinamik açıdan kritik öneme sahiptir.

3. KARACİĞERİN YÜZEYLERİ

Karaciğer klasik olarak superior, anterior, dexter, posterior ve inferior yüzeyler şeklinde tanımlanmış olmakla birlikte, superior, anterior ve sağ yüzeyler arasında belirgin anatomik sınırlar bulunmadığından bu bölgelerin birlikte facies diaphragmatica olarak değerlendirilmesi daha uygundur. Bu yüzey, keskin margo inferior aracılığıyla facies visceralis'ten ayrılır (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

3.1. Facies diaphragmatica

Facies diaphragmatica konveks olup diyaframın alt yüzeyinin konkavitesine uyum gösterir. Büyük ölçüde peritoneum viscerales ile örtülüdür; ancak posterior bölümde peritonla kaplı olmayan area nuda hepatis bulunur. Bu saha, ligamentum coronarium'un anterior ve posterior yaprakları ile sınırlandırılmıştır. Sağ tarafta bu yapraklar birleşerek ligamentum triangulare dextrum'u oluşturur; sol uçta ise ligamentum triangulare sinistrum meydana gelir. Area nuda gevşek bağ dokusu aracılığıyla diyaframa tutunur ve burada vena cava inferior sulcus venae cavae içinde seyrederek (Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Facies diaphragmatica morfolojik olarak pars superior, pars anterior, pars dextra ve pars posterior bölümleri halinde incelenebilir (Arıncı & Elhan, 2014).

Pars superior, diyafram kubbesi ile doğrudan komşudur. Sağ tarafta pleura ve akciğer ile, sol tarafta ise pericardium ve kalp ile ilişkilidir. Kalbin temas ettiğı bölgede yüzeyel bir çöküntü bulunur; bu bölge impressio cardiaca olarak adlandırılır. Pars superior'un büyük bölümü peritonla kaplıdır; yalnızca arka kısmında area nuda'nın küçük bir uzantısı yer alır (Arıncı & Elhan, 2014; Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Pars anterior, diyafragmatik yüzün ön bölümünü oluşturur. Sağ tarafta 6.–10. kostalar ve kostal kıkırdaklar ile, sol tarafta 7.–8. kostal kıkırdaklar ile komşudur. Orta hatta processus xiphoideus ve bunun inferiorundaki anterior abdominal duvar ile ilişki gösterir. Ligamentum falciforme hepatis'in tutunduğı hat dışında periton ile örtülüdür (Arıncı & Elhan, 2014; Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Pars dextra, diyafragmatik yüzün sağ lateral bölümüdür ve diyafram aracılığıyla toraks duvarı ile komşudur. Bu bölüm sağ akciğer ve pleura ile dolaylı ilişki içindedir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Pars posterior sağda geniş ve künt, solda daha dar yapıdadır. Orta kısmı vertebral kolonun ön yüzüne uyum gösterdiğinden konkavdır. Bu bölgede sulcus venae cavae yer alır ve vena cava inferior burada karaciğer parankimi ile yakın ilişki içindedir. Sulcus venae cavae'nin solunda fissura ligamenti venosi bulunur; bu fissürde ligamentum venosum yer alır. Sulcus venae cavae ile fissura ligamenti venosi arasında lobus caudatus konumlanır. Pars posterior'un büyük bölümü peritonsuzdur ve area nuda hepatis'in esas kısmını oluşturur (Arıncı & Elhan, 2014; Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

3.2. Facies visceralis

Facies visceralis karaciğerin alt yüzüdür ve arkaya, aşağıya ve kısmen sola bakar. Bu yüz, komşu abdominal

organların oluşturduğu izlenimlerle karakterizedir. Safra kesesi fossası ve porta hepatis dışında peritoneum viscerale ile örtülüdür (Drake & Gray, 2007; Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Bu yüzeyde iki sagittal oluk ve bunları ortada birleştiren porta hepatis H harfi şeklinde bir konfigürasyon oluşturur. Sağdaki sulcus sagittalis dexter, anteriorunda fossa vesicae biliaris'i, posteriorunda sulcus venae cavae'yi içerir. Soldaki fissura sagittalis sinister ise anteriorunda fissura ligamenti teretis'i, posteriorunda fissura ligamenti venosi'yi barındırır. Porta hepatis'ten vena portae hepatis, arteria hepatica propria ve hepatik sinir pleksusu girer; ductus hepatici ve lenfatik damarlar çıkar (Arıncı & Elhan, 2014; Drake & Gray, 2007; Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Bu oluklar facies visceralis'i dört morfolojik loba ayırır: sulcus sagittalis dexter'in sağında lobus hepatis dexter, fissura sagittalis sinister'in solunda lobus hepatis sinister yer alır. Porta hepatis'in anteriorunda lobus quadratus, posteriorunda ise lobus caudatus bulunur (Arıncı & Elhan, 2014; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Sağ lobun visseral yüzünde nden arkaya doğru impressio colica, impressio renalis ve impressio suprarenalis izlenir; ayrıca impressio renalis'in medialinde impressio duodenalis yer alır. Impressio colica'ya flexura coli dextra, impressio renalis'e sağ böbrek, impressio suprarenalis'e glandula suprarenalis dextra ve impressio duodenalis'e duodenumun pars descendens'i komşudur (Arıncı & Elhan, 2014; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

Sol lobun visseral yüzünde impressio gastrica bulunur. Lobus caudatus'a komşu çıkıntılı blėe tuber omentale olarak adlandırılır ve omentum minus aracılığıyla curvatura gastrica minor ile ilişkilidir. Lobus caudatus'un vena cava inferior'a doğru

uzanan çıkıntısı processus caudatus olarak tanımlanır (Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

4. KARACİĞERİN KENARLARI VE ÖN DUVARA PROJEKSİYONU

Karaciğerde morfolojik olarak belirgin iki kenar tanımlanabilir: margo inferior ve posterior yerleşimli, belirginliği daha az olan arka kenar. Ancak posterior kenar, keskin ve sürekli bir anatomik sınır niteliği taşımadığından Terminologia Anatomica’da özel bir adlandırmaya sahip değildir.

4.1. Arka Kenar

Arka kenar, facies diaphragmatica ile facies visceralis’in posterior bölgede birleştiği hat boyunca izlenir. Sağ tarafta daha künt ve dolgun görünümdeyken, sola doğru incelererek devam eder. Keskin bir kenar niteliği taşımadığı için bazı kaynaklarda bağımsız bir anatomik yapı olarak ele alınmaz.

Topografik olarak bu hat, sağ tarafta linea axillaris’in biraz posteriorunda, 11. kostanın inferiorunda margo inferior’un devamı şeklinde başlar. Buradan 12. kostanın alt kenarını takip ederek columna vertebralis’e yaklaşır. Daha sonra konveksliği sola ve inferiora bakan bir kavis çizerek sol ve superior yönde uzanır ve yaklaşık 8. interkostal aralık düzeyinde, sol linea medioclavicularis hizasında karaciğerin sol ucunda margo inferior ile birleşir (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014).

4.2. Margo inferior

Margo inferior, facies diaphragmatica ile facies visceralis arasında anterior ve kısmen lateral bölgede yer alan belirgin kenardır. Sağ lateral bölümünde nispeten künt karakterdeyken, anterior kısmı ince ve keskin yapıdadır (Arıncı & Elhan, 2014).

Anterior keskin bölüm üzerinde iki çentik dikkati çeker. Orta hattın hemen sağında yer alan incisura ligamenti teretis, fissura ligamenti teretis'in başlangıcını oluşturur ve buradan ligamentum teres hepatis geçer. İkinci çentik ise orta hattın birkaç santimetre sağında bulunur ve sağı musculus rectus abdominis'in lateral kenarının sağı arcus costalis'i kestiğı seviyeye karşılık gelir. Bu bölge klinikte safra kesesi fundusunun yüzeye projekte olduğı alan olup Murphy noktası olarak bilinir. Safra kesesi fundusu burada zaman zaman margo inferior'u hafifçe aşarak aşağı doğru uzanabilir (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014).

Sol tarafta margo inferior genellikle 5. interkostal aralık düzeyinde, linea medioclavicularis civarında başlar. Buradan sağı ve inferiora doğru ilerleyerek sol arcus costalis'i 7. ve 8. kostal kıkırdakların birleşim düzeyinde, sağı arcus costalis'i ise 9. ve 10. kostal kıkırdakların birleşim düzeyinde keser. Daha sonra sağı arcus costalis'in seyrini izleyerek linea axillaris'in biraz posteriorunda 11. kostanın altında arka kenarla birleşir (Arıncı & Elhan, 2014).

Epigastrium bölgesinde margo inferior orta hattı, processus xiphoideus tabanı ile umbilicus arasındaki mesafenin yaklaşık orta noktasında ya da processus xiphoideus'un yaklaşık bir el genişliğı inferiorunda çaprazlar. Bu düzey planum transpyloricum ile uyumludur. Kadınlarda ve çocuklarda bu sınır genellikle biraz daha inferior yerleşimlidir ve sağı tarafta arcus costalis'in hafifçe altında bulunabilir (Arıncı & Elhan, 2014).

4.3. Labbe Üçgeni ve Klinik Önemi

İki arcus costalis arasında kalan margo inferior bölümü yukarıdan Labbe üçgeni'ni sınırlar. Bu üçgenin diğeri sınırlarını sol arcus costalis ve her iki tarafta 9.-10. kostal kıkırdak birleşimlerini birleştiren yatay hat oluşturur. Bu alan, midenin anterior abdominal duvar ile doğrudan komşuluk yaptığı bölgeyi temsil eder. Karaciğer, angulus infrasternalis'in inferiorunda ve

Labbe üçgeni'nin superiorunda anterior abdominal duvar ile doğrudan temas halindedir. Bu nedenle bu bölge perküsyonla değerlendirilebilir; ancak normal koşullarda palpasyonla hissedilmesi mümkün değildir (Arıncı & Elhan, 2014).

4.4. Karaciğerin Üst Sınırının Ön Duvara Projeksiyonu

Karaciğerin superior sınırı anterior abdominal duvara projekte edildiğinde, sağ tarafta linea medioclavicularis üzerinde 4. interkostal aralık düzeyinden başlar. Buradan sola ve hafif inferiora doğru uzanarak 5. kostal kıkırdak hizasını geçer, orta hatta processus xiphoideus tabanını çaprazlar ve sol tarafta 6. kostal kıkırdağın sternum ile birleştii noktayı geçerek orta hattın yaklaşık 7–8 cm soluna kadar ulaşır (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014).

5. KARACİĞERİN ANATOMİK LOBLARI

Karaciğer makroskopik olarak yüzeysel peritoneal yansımalar, bunlarla ilişkili fissürler ve visseral yüzdeki oluklar esas alınarak anatomik loblara ayrılır. Bu sınıflama morfolojik temellidir ve bezlerde kullanılan gerçek lob kavramı ile tam olarak örtüşmez; karaciğerin segmental iç organizasyonu ile yalnızca ikincil düzeyde ilişkilidir (Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Makroskopik olarak iki ana lob tanımlanır: lobus hepatis dexter ve lobus hepatis sinister. Visseral yüzde bunlara ek olarak lobus quadratus ve lobus caudatus olmak üzere iki aksesuar lob ayırt edilir (Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

5.1. Lobus hepatis dexter

Lobus hepatis dexter karaciğerin en büyük bölümüdür ve toplam parankimin yaklaşık beşte dördünü oluşturur. Sağ

hipokondriumda yer alır ve diyafragmatik yüzeyin büyük kısmına katkıda bulunur (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014). Diyafragmatik yüzde sağ ve sol lob arasındaki sınır ligamentum falciforme hepatis ile belirlenirken, visseral yüzde bu sınır fissura sagittalis sinister ile tanımlanır (Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024). Visseral yüzde sulcus sagittalis dexter'in sağında kalan alan sağ lobu oluşturur. Bu oluğun anterior bölümünü fossa vesicae biliaris, posterior bölümünü sulcus venae cavae meydana getirir (Arıncı & Elhan, 2014). Sağ lob üzerinde impressio colica, impressio renalis, impressio suprarenalis ve impressio duodenalis izlenir (Arıncı & Elhan, 2014; Moore, Agur, & Dalley, 2015).

5.2. Lobus hepatis sinister

Lobus hepatis sinister daha küçük olup karaciğer kitlesinin yaklaşık altıda birini oluşturur (Arıncı & Elhan, 2014). Epigastriumda ve kısmen sol hipokondriumda yer alır. Diyafragmatik yüzeyi konveks olup diyafram ile, visseral yüzeyi ise mide ile komşudur. Diyafragmatik yüzde ligamentum falciforme hepatis'in solunda, visseral yüzde ise fissura sagittalis sinister'in solunda kalan parankim bu lobu oluşturur. Sol uç genellikle linea medioclavicularis düzeyinde sonlanır; nadiren laterale doğru uzayabilir ve appendix fibrosa hepatis izlenebilir (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

5.3. Lobus quadratus

Lobus quadratus visseral yüzde porta hepatis'in anteriorunda yer alır. Yüzeyel olarak sağ loba ait kabul edilmekle birlikte vasküler dağılım açısından sol lob ile daha yakın ilişki gösterir. Anteriorunda margo inferior, posteriorunda porta hepatis, sağında fossa vesicae biliaris ve solunda fissura ligamenti teretis ile sınırlanır (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, &

Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

5.4. Lobus caudatus

Lobus caudatus porta hepatis'in posteriorunda yer alır. Sağında sulcus venae cavae, solunda fissura ligamenti venosi bulunur. Anterior sınırını porta hepatis oluşturur. Bu lob iki çıkıntı gösterebilir: medialde processus papillaris, lateralde processus caudatus. Processus caudatus sağ loba doğru uzanarak vena cava inferior ile porta hepatis arasında bağlantı kurar ve foramen omentale'nin anterior-superior sınırına katkıda bulunur (Arıncı & Elhan, 2014; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Standring, Tubbs, & Gray, 2026). Makroskopik olarak sağ loba ait kabul edilmekle birlikte lobus caudatus fonksiyonel açıdan kısmi bağımsızlık gösterebilir (Moore, Agur, & Dalley, 2015).

5.5. Peritoneal Durum

Karaciğerin büyük bölümü peritoneum viscerale ile örtülüdür. Ancak area nuda hepatis, fossa vesicae biliaris, sulcus venae cavae, fissura ligamenti teretis, fissura ligamenti venosi ve porta hepatis peritonsuz alanlardır (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

6. KARACİĞERİN FONKSİYONEL ANATOMİK BÖLÜNMESİ

Makroskopik lob ayrımından farklı olarak karaciğerin fonksiyonel organizasyonu, portal ven dallanması, hepatik arter dağılımı ve intrahepatik safra yollarının segmental seyri temel alınarak tanımlanır. Günümüzde fonksiyonel anatominin temeli Couinaud'nun 1957 yılında tanımladığı segmentasyon sistemine dayanmaktadır. Bu sistem, portal ven dallarının dağılımı ile hepatik venlerin parankim içindeki yerleşimini esas alarak karaciğeri sekiz (daha sonra dokuz olarak genişletilen)

fonksiyonel segmente ayırır (Couinaud, 2000; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Sağ ve sol hepatik kanalların intrahepatik dağılımının anlaşılmasına, özellikle sağ duktal sistemin anatomisinin tanımlanmasına, Hjortsjö (1948) ile Healey ve Schroy'un (1953) çalışmaları önemli katkı sağlamıştır. Bu araştırmalar safra yollarını temel rehber olarak kullanarak fonksiyonel bölünmeyi desteklemiştir (Healey & Schroy, 1953; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

6.1. Ana Portal Fissürler

Fonksiyonel anatominin anlaşılmasında üç ana fissür kritik öneme sahiptir. Bu fissürler yüzeyde görünmez, parankim içinde uzanır ve hepatik venleri içerir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Ana portal fissür, safra kesesi fundusundan vena cava inferior'un orta noktasına uzanır ve vena hepatica media'yı içerir. Bu düzlem karaciğeri sağ ve sol fonksiyonel yarımlara (hemi-hepar) ayırır. Bu düzlemin sağında segment V ve VIII, solunda segment IV yer alır. Diyafragmatik yüzeyde bu düzlem, safra kesesi çentiğinden vena cava inferior'a uzanan ve Cantlie hattı olarak bilinen hayali çizgi ile temsil edilir (Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Sol fissür, sol hemi-karaciğeri medial ve lateral olarak ayırır. Falciform ligament ile sol triangular ligament arasındaki anterior kenarın orta noktasından başlar ve sol ile orta hepatik venlerin birleşim noktasına uzanır. Bu fissür vena hepatica sinistra'yı içerir. Segment III anterior, segment II posterior konumdadır (Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Sağ portal fissür, sağ hemi-karaciğeri medial ve lateral ayırır. Bu düzlem en değişken ana fissürdür ve yaklaşık olarak

sağ lob boyunca oblik bir seyir izler. Vena hepatica dextra'yı içerir. Solunda segment V ve VIII, sağında segment VI ve VII yer alır. Karaciğer rezeksiyonlarında sıklıkla parankim transeksiyonunun yapıldığı en kalın bölge bu düzlemdir (Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

6.2. Küçük Fissürler

Üç küçük fissür yüzeyde izlenebilir: fissura umbilicalis, fissura venosa ve fissura Gans.

Fissura umbilicalis, segment III ile segment IV'ü ayırır ve ligamentum teres hepatis ile sol portal venin umbilikal bölümünü içerir. Bu alan cerrahi girişimlerde önemli bir referans noktasıdır; özellikle hiler kolanjiyokarsinom cerrahisi ve canlı vericili karaciğer naklinde kritik öneme sahiptir (Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Fissura venosa, fissura umbilicalis'in posterior devamı olup ligamentum venosum'u içerir ve lobus caudatus ile segment IV arasında yer alır (Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Fissura Gans, sağ lobun visseral yüzünde, safra kesesi fossasının posteriorunda yer alır ve genellikle sağ posterior portal pedikülü içerir (Drake & Gray, 2007; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

6.3. Karaciğerin Segmentleri

Fonksiyonel olarak karaciğer, segment I'den segment VIII'e kadar numaralandırılmış sekiz cerrahi segmente ayrılır. Segmentler vena portae hepatis etrafında saat yönünün tersine spiral biçimde numaralandırılır (Drake, 2019; Drake & Gray, 2007; Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment I anatomik olarak lobus caudatus'a karşılık gelir. Portal triadın sağ ve sol ana dallarından bağımsız dallar alır ve

vena cava inferior'a doğrudan açılan küçük hepatik venlerle drene olur. Bu nedenle fonksiyonel açıdan kısmi bağımsızlık gösterir ve bazı yazarlar tarafından üçüncü bir fonksiyonel karaciğer olarak kabul edilir (Drake, Paulsen, & Waschke, 2024; Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment II, sol lateralde yer alır ve genellikle tek bir Glisson pedikülü ile beslenir. Venöz drenajı çoğunlukla vena hepatica sinistra'ya olur (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment III, fissura umbilicalis ile sol portal fissür arasında yer alır. Birden fazla Glisson pedikülü alabilir ve vena hepatica sinistra'ya drene olur. Bazen falciform ligament veni alternatif drenaj yolu oluşturabilir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment IV, fissura umbilicalis ile ana portal fissür arasında yer alır. Segment I'in anteriorunda bulunur. Genellikle üç ila beş Glisson pedikülü ile beslenir. Venöz drenajı çoğunlukla vena hepatica media'ya, kısmen vena hepatica sinistra'ya olur (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment V, sağ medial-inferior segmentidir. Vena hepatica media ile vena hepatica dextra arasında yer alır. Venöz drenajı her iki vene olabilir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment VI, sağ lateral-inferior bölümünü oluşturur. Çoğunlukla sağ posterior Glisson pedikülünden dallar alır. Venöz drenajı genellikle vena hepatica dextra'ya, bazen doğrudan vena cava inferior'a olabilir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment VII, sağ lateral-superior bölümüdür ve vena hepatica dextra'nın posteriorunda yer alır. Venöz drenajı genellikle vena hepatica dextra'ya olur (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment VIII, sağ medial-superior bölümüdür. Sağ anterior pedikülleri burada sonlanır. Venöz drenajı vena hepatica

dextra ve vena hepatica media'ya olur (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Segment IX, bazı modern sınıflamalarda segment I'in posterior bölümünü ifade etmek üzere segment IX tanımlanmıştır; ancak bu evrensel kabul görmemiştir (Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

6.4. Karaciğerin Fonksiyonel Bölünmesinin Klinik Önemi

Fonksiyonel sağ ve sol karaciğer, portal triadın primer dallanmasına göre belirlenir ve anatomik loblardan daha dengeli hacimdedir. Sağ ve sol fonksiyonel yarımlar, ana portal fissür düzleminde vena hepatica media'nın yer aldığı düzlemle ayrılır. Diyafragmatik yüzeyde bu ayrım Cantlie hattı ile temsil edilir. Her segment portal triadın sekonder ve tersiyer dalları tarafından bağımsız olarak beslendiğinden cerrahi rezeksiyonlarda segmentektomi ve lobektomi güvenle uygulanabilir. Ancak segmentlerin boyut ve şekilleri bireysel vasküler varyasyonlara bağılı olarak değişkenlik gösterebilir (Moore, Agur, & Dalley, 2015; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

7. KARACİĞERİN BAĞLARI

Karaciğer, üst abdominal kadranda diyaframın alt yüzüne ve anterior abdominal duvara çeşitli peritoneal yansımalar aracılığıyla tutunur. Bu bağlantıların büyük bölümü peritoneum viscerale'nin oluşturduğu plikalardan meydana gelir. Bunlar ligamentum falciforme hepatis, ligamentum coronarium hepatis, ligamentum triangulare dextrum, ligamentum triangulare sinistrum ve ligamentum hepatorenale'dir. Ayrıca embriyolojik kökenli ligamentum teres hepatis de önemli bir yapısal bağıdır. Karaciğer mide ve duodenum ile ise omentum minus aracılığıyla

ilişki kurar; bu yapı ligamentum hepatogastricum ve ligamentum hepatoduodenale b6l6mlerinden oluşur (Arıncı & Elhan, 2014).

Ligamentum falciforme hepatis, karaciğerin diyafragmatik y6z6n6 6rten periton yapraklarının orta hatta yakın bir d6zlemde birleşmesiyle oluşur ve buradan anterior abdominal duvar ile diyaframın alt y6z6ne uzanır. Embriyolojik olarak mesenterium ventrale'nin karaciğer ile anterior abdominal duvar arasında kalan b6l6m6n6n kalıntısıdır. Bağın iki yaprağı posterior ve superior y6nde ayrılarak ligamentum coronarium'un anterior yapraklarını oluşturur. Anterior abdominal duvara tutunan kısmı orta hatta yer alırken, karaciğere tutunduğu b6l6m orta hattın biraz sağındadır. Bu nedenle oblik bir seyir g6sterir. Alt kenarı serbesttir ve bu serbest kenar içinde ligamentum teres hepatis bulunur. Ligamentum falciforme hepatis karaciğerin ağırlığını taşıyan bir yapı değildir; daha çok lateral hareketleri sınırlar (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Ligamentum coronarium hepatis, karaciğer ile diyafram arasındaki peritoneal yansımalarla oluşur. Karaciğerin anterior y6z6n6 6rten periton diyaframa geçerken anterior yaprağı, posterior y6z6 6rten periton ise posterior yaprağı oluşturur. Bu iki yaprak arasında peritonla 6rt6l6 olmayan bir alan kalır; bu b6lge area nuda hepatis olarak adlandırılır. Area nuda gevxek bağ dokusu aracılığıyla diyaframa tutunur ve karaciğerin diyafram ile doğrudan temas ettiği tek b6lgedir. Ligamentum coronarium bu peritonsuz alanı çevreleyen peritoneal yansımalarla oluşur (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Ligamentum coronarium'un anterior ve posterior yaprakları area nuda'nın sağ ucunda birleşerek ligamentum triangulare dextrum'u, sol ucunda birleşerek ligamentum triangulare sinistrum'u oluşturur. Her iki yapı da karaciğeri

diyaframa bağlayan kuvvetli peritoneal yansımalar niteliğindedir. Sol tarafta ligamentum triangulare sinistrum, bazı olgularda appendix fibrosa hepatis ile ilişki gösterebilir (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Standring, Tubbs, & Gray, 2026).

Ligamentum hepatorenale, ligamentum coronarium'un posterior yaprağının diyaframdan sağ bėbrek ve glandula suprarenalis dextra'nın n yüzüne doğru uzanan bölümüdür. Bu yapı karaciğerin sağ posterior bölümünün retroperitoneal yapılarla ilişkisini güçlendirir (Arıncı & Elhan, 2014).

Ligamentum teres hepatis, doğumdan sonra oblitere olan vena umbilicalis'in fibröz kalıntısıdır. Ligamentum falciforme hepatis'in serbest alt kenarı içinde yer alır ve visseral yüzde fissura ligamenti teretis boyunca uzanarak porta hepatis'e ulaşır. Embriyolojik dönemde plasentadan gelen oksijenlenmiş kanı karaciğere taşıyan bu damar, doğum sonrası bağ dokusuna dönüşür (Arıncı & Elhan, 2014).

Karaciğer mide ve duodenum ile omentum minus aracılığıyla bağlantılıdır. Omentum minus iki bölümden oluşur: ligamentum hepatogastricum ve ligamentum hepatoduodenale. Ligamentum hepatoduodenale içinde portal triad (vena portae hepatis, arteria hepatica propria ve ductus choledochus) yer alır. Bu yapı hem anatomik hem cerrahi açıdan kritik öneme sahiptir (Arıncı & Elhan, 2014).

7.1. Karaciğerin Yerinde Tutulmasını Sağlayan Faktörler

Karaciğerin anatomik konumunun korunması yalnızca peritoneal bağlara bağlı değildir. Organın stabilizasyonu statik ve dinamik birçok faktörün birlikte etkisiyle sağlanır. En önemli statik faktörlerden biri, vena cava inferior ve venae hepaticae aracılığıyla posterior abdominal duvara olan bağlantıdır. Özellikle vena hepatica dextra'nın vena cava inferior'a güçlü bağlantısı karaciğerin ağırlığını taşıyan başlıca yapısal unsurdur.

Area nuda hepatis'in diyaframa gevşek bağ dokusu ile tutunması da önemli bir stabilizasyon sağlar. Ligamentum coronarium ve triangular ligamentler bu temas bölgesini destekler. Dinamik faktörler arasında intraabdominal basınç ve diyafram hareketleri yer alır. İnspirasyon sırasında diyaframın inferiora hareketiyle birlikte karaciğer de aşağı doğru yer değiştirir; bu durumda margo inferior palpasyonla hissedilebilir. Normal koşullarda ise karaciğer anterior abdominal duvarın arkasında yer alır ve doğrudan palpe edilemez. Bunlara ek olarak komşu organların mekanik desteği ve abdominal kas tonusu da karaciğerin konumunu korumaya katkıda bulunur. Karaciğer ağır bir organ olduğundan, yalnızca peritoneal bağlantılarla askıda kalmaz; vasküler asıcı etkiler, diyafram temas alanı ve abdominal basınç birlikte stabilizasyon sağlar (Arıncı & Elhan, 2014).

8. KARACİĞERİN DAMARLARI VE SINIRLERİ

Karaciğerin arteriyel beslenmesi arteria hepatica propria aracılığıyla sağlanır. Bu arter, truncus coeliacus'un bir dalı olan arteria hepatica communis'ten köken alır. Arteria hepatica propria, ligamentum hepatoduodenale içinde vena portae hepatis ve ductus choledochus ile birlikte seyrederek ve porta hepatis düzeyinde ramus dexter ve ramus sinister olmak üzere iki ana dala ayrılır. Bu dallar, vena portae hepatis'in sağ ve sol dallarıyla birlikte karaciğer parankimi içine girerek segmental dağılım gösterir. Arteria hepatica propria'nın intrahepatik dalları arasında anlamlı anastomozların bulunmadığı kabul edilir; bu durum segmental cerrahinin güvenli uygulanabilmesinde önem taşır (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2004).

Karaciğerin venöz sistemi iki ana grupta incelenir: vena portae hepatis ve venae hepaticae. Vena portae hepatis, vena mesenterica superior ile vena splenica'nın birleşmesi sonucu oluşur. Portal ven, ligamentum hepatoduodenale içinde arteria

hepatica propria ile birlikte seyreder ve porta hepatis'ten karaciğere girer. Parankim içinde arter dallarıyla paralel bir dağılım gösterir. Portal ven, gastrointestinal sistemden emilen besin maddelerince zengin venöz kanı karaciğere taşır. İntrahepatik düzeyde portal ven dalları sinüzoid ağlara açılır; kan burada hepatositlerle temas ettikten sonra lobulusların merkezinde bulunan vena centralis'lere drene olur. Venae centrales birleşerek venae hepaticae'yi oluşturur. Genellikle üç ana hepatic ven tanımlanır: vena hepatica dextra, vena hepatica media ve vena hepatica sinistra. Bu venler karaciğerin posterior yüzünden çıkarak doğrudan vena cava inferior'a açılır. Venae hepaticae'nin seyri segmental portal dağılım ile örtüşmez; aksine fonksiyonel segmentler arasındaki intersegmental düzlemleri belirlerler. Bu nedenle cerrahi segmentasyon açısından önemli anatomik referanslardır (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2004).

8.1. Lenfatik Drenaj

Karaciğer, lenf üretimi bakımından zengin bir organdır. Derin ve yüzeysel olmak üzere iki ana lenfatik ağ bulunur.

Derin lenfatikler, parankim içinden gelen derin lenf damarlarının büyük kısmı porta hepatis'e ulaşarak buradaki nodi lymphatici hepatici'ye drene olur. Bu nodlardan çıkan efferent damarlar nodi lymphatici coeliaci'ye, oradan da ductus thoracicus'a katılır. Bazı derin lenf damarları venae hepaticae'yi izleyerek diyaframdaki foramen venae cavae'ye ulaşır. Buradan nodi lymphatici phrenici superiores'e, ardından nodi lymphatici parasternales'e drene olabilirler (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2004).

Yüzeyel lenfatikler, karaciğer yüzeyinden kaynaklanan lenf damarlarının çoğu derin sistemle birleşerek porta hepatis yönünde ilerler ve nodi lymphatici hepatici'ye açılır. Area nuda hepatis'ten çıkan lenfatikler diyaframı geçerek toraks boşluğına ulaşır ve nodi lymphatici phrenici superiores ile nodi lymphatici mediastinales anteriores ve posteriores'e drene olur. Bu bölgelerden çıkan lenf damarları truncus lymphaticus dexter veya ductus thoracicus'a katılır (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2004).

8.2. Sinir İnnervasyonu

Karaciğerin otonom innervasyonu plexus coeliacus aracılığıyla sağlanır. Sempatik lifler nn. splanchnici'den, parasempatik lifler ise sağ ve sol nervus vagus'tan gelir. Bu lifler arteria hepatica propria ve vena portae hepatis çevresinde plexus hepaticus'u oluşturur ve parankime eşlik eder. Hepatik arter duvarlarında esas olarak sempatik lifler bulunurken, safra yolları ve safra kesesinde hem sempatik hem parasempatik lifler mevcuttur. Duyusal lifler sempatik liflerle birlikte seyrederek medulla spinalis'in T8–T11 segmentlerine ulaşır. Bu nedenle karaciğer kaynaklı ağrı sıklıkla epigastrium ve 10. interkostal sinirin dağılım alanında hissedilir. Karaciğeri örten peritonun innervasyonunda nervus phrenicus'un sağ dalı rol oynadığından, diyafragmatik periton irritasyonlarında ağrı sağ omuza yansıyabilir (Arifoğlu, 2019; Arıncı & Elhan, 2014; Ozan, 2004).

KAYNAKLAR

- Agur, A. M. R., Dalley, A. F., & Wolters, K. (2024). *Moore's essential clinical anatomy* (Seventh edition ed.). Wolters Kluwer.
- Arifoğlu, Y. (2019). *Her yönüyle anatomi* (İkinci baskı ed.). İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Arıncı, K., & Elhan, A. (2014). *Anatomi : kemikler, eklemler, kaslar, iç organlar* (5.baskı ed.). Güneş Tıp Kitabevleri.
- Couinaud, C. (2000). Liver Anatomy: Portal (and Suprahepatic) or Biliary Segmentation. *Digestive Surgery*, 16(6), 459-467. <https://doi.org/10.1159/000018770>
- Drake, R. L. (2019). *Gray's anatomy for students and Paulsen : Sobotta, Atlas of anatomy* (Fourth edition ed.). Churchill Livingstone.
- Drake, R. L., & Gray, H. (2007). *Gray's atlas of anatomy ; and, Gray's anatomy for students package*. Churchill Livingstone.
- Drake, R. L., Paulsen, F., & Waschke, J. (2024). *Gray's anatomy for students, fifth edition*. Elsevier.
- Healey, J. E., Jr., & Schroy, P. C. (1953). Anatomy of the biliary ducts within the human liver; analysis of the prevailing pattern of branchings and the major variations of the biliary ducts. *AMA Arch Surg*, 66(5), 599-616. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1953.01260030616008>
- Moore, K. L., Agur, A. M. R., & Dalley, A. F. (2015). *Essential clinical anatomy* (Fifth edition ed.). Wolters Kluwer Health.
- Ozan, H. (2004). *Ozan anatomi* (2.baskı ed.). Nobel Tıp Kitabevleri.

- Snell, R. S. (2012). *Clinical anatomy by regions* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Standring, S., Tubbs, R. S., & Gray, H. (2026). *Gray's anatomy : the anatomical basis of clinical practice* (Forty-third edition ed.). Elsevier.

VÜCUDUN İLK SAVUNMA KALKANI WALDEYER'İN LYMPHATIC HALKASI'NIN İNSAN VE VETERİNER ANATOMİSİNDE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Mustafa TAŞTAN¹

Samet TAŞTAN²

1. GİRİŞ

Bağıışıklık sisteminin temel bileşenlerinden biri olan limfatik sistem; vücut homeostazisinin korunmasında merkezi bir rol oynamakta ve organizmayı oluşturan hücre, doku ve organ sistemleriyle doğrudan veya dolaylı bir etkileşim içerisinde bulunmaktadır. Dolaşım sisteminin tamamlayıcı bir unsuru olmasının yanı sıra, immün yanıtın regülasyonunda kritik bir işleve sahiptir. Limfatik sistemin morfolojik yapısını; limf sıvısı, limf damarları, limfositler, pleksuslar ve limfoid organlar (medulla ossium, timus, splen, tonsillalar ve limf düğümleri) oluşturmaktadır. Bu yapılar fonksiyonel açıdan sınıflandırıldığında; medulla ossium ve timus primer limfoid dokular olarak tanımlanırken; limf nodülleri ve mukoza ile bağlantılı limfoid dokular sekonder yapılar kategorisinde yer almaktadır. Limfosit üretimi ve aktivasyonundan sorumlu olan bu oluşumlar, vücut genelinde yaygın bir dağılım göstermekle birlikte, özellikle enfeksiyon riskinin yüksek olduğu stratejik

¹ Kapadokya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Nevşehir, Türkiye. mustafa.tastan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1465-3681.

² Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner Bölümü, Kırıkkale, Türkiye. samet.tastan3838@hotmail.com, ORCID: 0009-0007-7416-7013.

anatomik bölgelerde yoğunlaşmaktadır (Standring, 2016; Null ve ark., 2018; Yakan, 2001; Ross ve Pawlina, 2013; Scadding, 1990).

Limfoid dokular, organizmada iki temel morfolojik formda gözlenmektedir; bu dokular organların stromasına difüz bir şekilde yerleşebileceği gibi, özelleşmiş limf nodülleri şeklinde de organize olabilirler. Limfosit hücrelerinin proliferasyon ve maturasyonundan sorumlu olan medulla ossium ve timus, primer limfoid organlar olarak tanımlanmaktadır. Bu hücrelerin fonksiyonel etkinlik kazandığı ve immün yanıtın şekillendiği dalak, tonsillalar, limf düğümleri ve intestinal sistemdeki limfoid yapılar ise sekonder limfoid organlar kategorisinde değerlendirilmektedir (Plank, 2016; Hoppe, 1978; Jacomo ve ark., 2017; Yakan, 2001; Ross ve Pawlina, 2013).

Pharynx'te limfoid doku organizasyonunu tanımlayan ilk bilim insanı Alman anatomist Heinrich Wilhelm Gottfried von Waldeyer-Hartz'dır. Farenksin farklı anatomik bölgelerinde (radix linguae, tonsiller bölge ve oropharynx çeperi) konumlanan ve yoğun limfoid doku ihtiva eden bu yapıların oluşturduğu halka şeklinde dairesel konfigürasyon, keşfedene izafeten eponim olarak Waldeyer'in Limfatik Halkası olarak adlandırılmaktadır (Plank, 2016; Hoppe, 1978; Jacomo ve ark., 2017; Yakan, 2001; Ross ve Pawlina, 2013; Perry ve Whyte, 1998; Horter ve ark., 2003; Arambula ve ark., 2021).

Limfositlerin ontajenik gelişimi sürecinde, medulla ossium kökenli prekürsör T hücreleri, maturasyonlarını tamamlamak üzere mediastinumda konumlanan timus organına migrasyon göstermektedir. Burada diferansiyasyon süreçlerini tamamlayan hücreler, sistemik dolaşıma ve limfoid sisteme dahil olmadan önce, majör histokompatibilite kompleksi (MHC) çerçevesinde antijen tanıma yetisi kazanarak immünokompetan forma ulaşırlar. Diğer taraftan B hücreleri, doğrudan sekonder

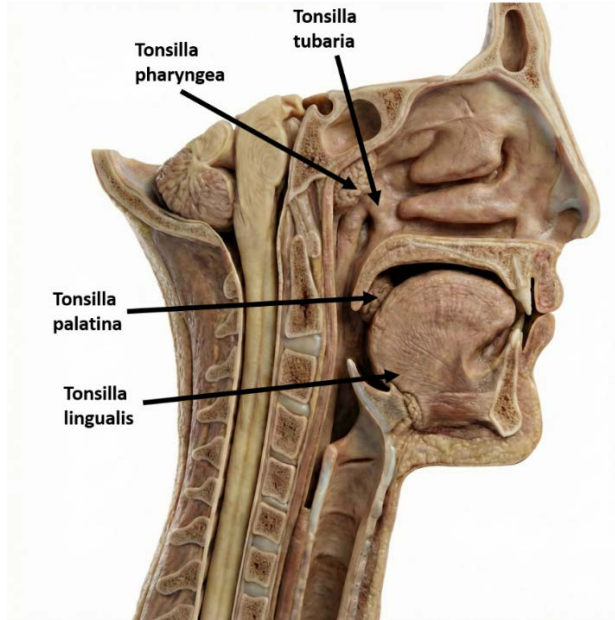
limfoid oluşumlara ve vasküler sisteme geçiş yapmaktadır. Antijenlerin limfositlerle interaksiyona girmesi neticesinde şekillenen spesifik immün yanıtlar, temel olarak sekonder limfoid organlarda realize edilmektedir. Mukoza tabakasında lokalize olan ve mukoza ile ilişkili limfoid dokular (MALT) olarak tanımlanan yapılar, spesifik bir sekonder limfoid doku organizasyonu olarak kabul edilmektedir. MALT kapsamında; bronşlar ile ilişkili limfoid agregatlar (BALT), farenks ve ağız boşluğu çevresinde kümelenen palatinal, lingual ve adenoid tonsiller, intestinal sistemdeki Peyer plakları, bağırsak epiteli ile ilişkili limfoid hücre grupları ve appendix vermiformis yer alabilmektedir (Scadding, 1990).

İnsan ve belirli memeli türleri için kritik bir anatomik bölge olan pharynx; sindirim ve solunum sistemlerinin keşişim noktasını oluşturarak hem hava girişine hem de gıda muhteviyatı geçişine olanak sağlayan bir kavşak niteliğindedir. Pharynx ve komşu anatomik localarda yerleşim gösteren ve genel olarak tonsilla olarak adlandırılan bu limfoid yapıların iki adedi nasopharynx'te, iki adedi ise oropharynx'te konumlanmaktadır (Plank, 2016; Wally ve ark., 2020).

Tonsillaların kendilerine ait afferent limf damarları bulunmamaktadır. Limfositlerin primer üretim merkezi ise medulla ossium rubra (kırmızı kemik iliği) olarak tanımlanır. Tonsillaların, antijenlerle daha önce bir temas olmaksızın doğrudan etkileşime girebilme yetisi, bu yapıların immünite ağıısından taşıdığı kritik önemi ortaya koymaktadır. Bu bağlamda tonsillalar, patojen mikroorganizmaların konakçı vücudunda ilk temas kurduğu ve immün yanıtın başlatıldığı stratejik bölgelerdir (Palmer, 2011; Ross ve Pawlina, 2013).

Tonsiller epitel; limfoid foliküllerle ilişkili epitel ile yalancı çok katlı kolumnar (prizmatik) veya skuamöz (yassı) epitel olmak üzere iki morfolojik sınıfa ayrılmaktadır (Palmer,

2011; Ross ve Pawlina, 2013). Anatomik tabii pozisyonları gereği mikrobiyal bileşenlere sürekli maruz kalan bu yapılar, savunma hattının öncül kademelerinde görev alarak antijenlerin limfoid hücrelere translokasyonunu sağlarlar. Tonsillaların dış yüzeyini örten çok katlı yassı epitel dokusunun parankime doğru yaptığı invajinasyonlar (ie çökmeler), cryptae tonsillares yapılarını oluşturur; bu kısımlar epitelyal ve non-epitelyal hücrelerin fonksiyonel birlikteliğine zemin hazırlar. Bu kompleks yapıların temel işlevi immün savunma olup, sergiledikleri histofizyolojik özellikler anatomik lokalizasyonlarına göre varyasyon gösterebilmektedir (Kumar ve Timoney, 2005a; Ogra, 2000; Kumar ve Timoney, 2005b).



şekil 1. İnsanda Bulunan Waldeyer'in Lymphatic Halkasına Ait Oluşumlar

Primer savunma bariyeri olarak vücudun koruyucu kalkanı rolünü üstlenen Waldeyer'in Limfatik Halkası'na ait anatomik bileşenler; nasopharynx'in superodorsalinde tonsilla pharyngea, superolateralinde tonsilla tubaria; oropharynx'in

inferomedian hattında tonsilla lingualis ve inferolateralinde tonsilla palatina olarak lokalize olmuştur (Jacomino ve ark., 2017). Bu oluşumlar, insanlarda morfolojik varyasyonlar gösterebildiği gibi, farklı hayvan türleri arasında da belirgin filogenetik farklılıklar sergilemektedir. Ağız ve pharynx mukozasında konumlanan tonsillalar, bazı türlerde rudimenter bir formda komşu anatomik yapılara da yayılım gösterebilmektedir. Hayvanlarda tonsiller yapılar arasındaki en ehemmiyetli limf grubu, oropharynx'te arcus palatoglossus ile arcus palatopharyngeus arasında ve isthmus faucium çevresinde kümelenen yapılardır. Bu grup içerisinde tonsilla palatina, tonsilla lingualis ve tonsilla veli palatini yer almaktadır. Evcil memeli hayvanlarda (domuz hariç), tonsilla palatina dil kökünde söz konusu iki kavisli yapı arasında yerleşmiştir. İki ark arasında oluşan bu anatomik boşluk fossa tonsillaris olarak adlandırılır. Bu fossanın dorsal sınırı, plica semilunaris adı verilen yarımay şeklindeki mukozal bir katlantı ile belirlenmiştir. Fossa tonsillaris içerisinde konumlanan tonsilla palatina; cryptae tonsillaris adı verilen derin çıkmazlar ve fossulae tonsillaris olarak tanımlanan küçük  ukurcukları ihtiva eder. Yapının dış periferi ise capsula tonsillaris adı verilen fibröz bir bağ dokusu kılıfı ile kuşatılmıştır. Literatürde, esneme davranışının tonsiller fossaları ve tonsillayı çevreleyen bağ dokusunu dekomprese etmek (boşaltmak) adına sergilenen en g   l  refleks mekanizması olduğu bildirilmiştir. İnsan ve çoğu memeli türünde Waldeyer'in Limfatik Halkası'nın dominant bir bileşeni olan tonsilla palatina çok sayıda cryptae tonsillaris barındırırken, köpeklerde bu kript yapılarının bulunmadığı gözlenmiştir (Mckenzie, 1994; Dursun, 1994; Zidan ve Pabst, 2011).

Tek veya bilateral ( ift) bir organizasyon sergileyebilen tonsilla lingualis, dil kökünün (radix linguae) kaudal bölgesinde lokalize olmuştur. Bu tonsiller yapı, folliculi linguales olarak tanımlanan mikro-kabartıların kümelenmesi neticesinde teşekkül

eder. Yumuşak damak (palatum molle) üzerinde konumlanan tonsilla veli palatini ise atgiller ve yabani domuzlarda belirgin bir morfolojik gelişim göstermektedir. Bu yapı, cavum oris (ağız boşluğu) tavanı ile yumuşak damağın rostral mukozal yüzeyinde yerleşim sergiler. Nasopharynx bölgesinde konumlanan diğerkritik limfoid yapılar ise tonsilla pharyngea ve tonsilla tubaria'dır. Bu iki tonsilla, sağ ve sol tuba auditiva'nın pharynx'e açıldığı açıklıklar olan ostium pharyngeum tubae auditivae'lar arasında, dorsalde veya fornix pharyngis düzeyinde yer almaktadır. Söz konusu anatomik bölge, orta kulak boşluğu basıncı ile atmosferik basıncın dengelenmesinde fonksiyonel bir rol üstlenmekle birlikte; nasopharynx ile orta kulak arasında çift yönlü bir enfeksiyon yayılım hattı oluşturabilme potansiyeline sahiptir. Bir diğerspesifik limf oluşumu olan tonsilla paraepiglottica ise temel olarak küçük ruminantlarda ve domuzlarda gözlenmektedir (Dursun, 1994; Zidan ve Pabst, 2011).

Limfoid doku ve oluşumların gelişmişlik düzeyleri türler arasında belirgin varyasyonlar arz edebilmekte; bir türde gelişmiş olan bir yapı, bir diğesinde rudimenter kalabilmektedir. Bu bölümde, insanda tanımlanan Waldeyer'in Limfatik Halkası'na dahil olan organ ve oluşumların, hayvan türlerindeki topografik lokalizasyonları ve yapısal karakteristikleri karşılaştırmalı olarak tetkik edilmiştir.

2. İNSANDA WALDEYER'İN LYMPHATIC HALKASINA AİT OLUŞUMLAR

2.1. Tonsilla Palatina

İnsan vücudunda anatomik olarak en kolay erişilebilen ve morfolojik olarak badem formuna benzeyen limf yapısı tonsilla palatina'dır. Aerodijestif kanal girişinde, pharynx'in orta bölümünde oropharynx'te bilateral (sağ ve sol) olarak konumlanmıştır (Şekil 1). Eksternal projeksiyonu, mandibulada

angulus mandibulae bölgesine tekabül etmektedir (Nave, 2001; Ogra, 2000; Geißler, 2017). Isthmus faucium'u muhafaza eden ve primer savunma bariyerini oluşturan, epitel ile entegre haldeki bu yapı bir limfoepitelyal organ olarak tanımlanır. Boyutsal açıdan en yüksek hacmine çocukluk döneminde ve antijenik stimülasyon (enfeksiyon) süreçlerinde ulaşmakta; ileri yaşlarda ise tonsiller involüsyon neticesinde en küçük formuna gerilemektedir. Enfeksiyon durumunda dokudaki B ve T limfosit popülasyonu, immün yanıtla doğru orantılı olarak artış göstermektedir (Nave, 2001; Ogra, 2000; Perry, 1994).

İnsanda tonsilla palatina, uvula palatina'nın lateralinde uzanan iki mukozal kavis —arcus palatoglossus ve arcus palatopharyngeus arasında kalan fossa tonsillaris içerisinde yerleşim gösterir. Fossa tonsillaris, tonsilla palatina hacminden daha geniş bir alan kapladığı için organın üzerinde fossa supratonsillaris olarak adlandırılan dar bir boşluk kalmaktadır. Arcus palatoglossus içerisinde yerleşim gösteren m. palatoglossus fossayı anterior yönden; arcus palatopharyngeus içerisinde yerleşim gösteren m. palatopharyngeus ise posterior yönden sınırlandırmaktadır. Bu musküler yapıların derininde, parafaringeal alanı sınırlayan fascia buccopharyngea ve areoler (gevşek) bağ dokusu yer alır (Standring S, 2016; Arambula ve ark., 2021, Arıncı & Elhan, 2005).

Anatomik katlantılar incelendiğinde; her iki arkı superior yönde birleştiren semilunar formdaki mukoza katlantısına plica semilunaris, m. palatoglossus ile tonsilla palatina'nın inferior'u arasında kalan üçgen formdaki katlantıya ise plica triangularis adı verilmektedir. Tonsilla palatina'nın morfolojisi ve boyutları yaş ve cinsiyete bağlı olarak varyasyon sergileyebilir; nitekim yetişkinlerde plica triangularis belirginliğini yitirebilmektedir. Organın a. facialis ile olan yakın komşuluğu cerrahi açıdan kritik öneme sahip olup, tonsillektomi gibi invaziv girişimlerde bu

vasküler ilişkiler titizlikle gözetilmelidir (Standring S, 2016; Arambula ve ark., 2021, Arıncı & Elhan, 2005).

Isthmus faucium'un lateralinde konumlanan bu yapı, Waldeyer'in Limfatik Halkası'nın temel bir bileşenidir. Komşuluk ilişkileri bağlamında; inferomedian bölümünde tonsilla lingualis, superodorsalinde tonsilla pharyngea ve superolateralinde tonsilla tubaria ile ilişkili haldedir (Standring, 2016; Arambula ve ark., 2021; Arıncı ve Elhan, 2005).

2.2. Tonsilla Pharyngea

Aerodijestif kanalın girişinde lokalize olan tonsilla pharyngea, nasopharynx'in tavanında (fornix pharyngis) posteromedian bir konumunda yer almaktadır; bu yapı literatürde adenoid tonsil (adenoidea) olarak da tanımlanmaktadır (şekil 1). Ontajenik süreçte gelişimini sürdüren bu limfoid yapı, genellikle 14-15 yaş civarında nihai formuna ulaşmakta ve yavaş bir proliferasyon karakteri sergilemektedir. Post-pubertal dönemde involüsyon sürecine giren yapı, 25 yaşlarında küçük bir doku kitlesine dönüşür. Pediyatrik pop lasyonda bazı patolojik durumlarda gözlenen anormal proliferasyon, adenoid hipertrofiye yol a arak nasopharynx pasajını daraltabilmekte ve üst solunum yolu obstrüksiyonuna (tıkanıklığına) neden olabilmektedir. Bu klinik tablo adenoids (veya vejetasyon) olarak adlandırılır. Tonsilla pharyngea'nın superior segmentinde bazen irregüler bir    nt  gözlenebilir; bu    nt  oksipital kemik yönünde uzandığı vakalarda oluşan anatomik formasyon bursa pharyngealis olarak isimlendirilir (Arambula ve ark., 2021; Arıncı ve Elhan, 2005).

Solunum sisteminin başlangıç bölümünde, cavitas nasi ile nasopharynx arasındaki geçişi sağlayan choanae'nın superodorsalinde konumlanan bu yapı, komşuluk ilişkileri bakımından stratejik bir noktadadır. Tonsilla pharyngea'nın lateralinde tonsilla tubaria, anteroinferiorunda tonsilla lingualis

ve inferolateralinde tonsilla palatina yer almaktadır (Arıncı ve Elhan, 2005).

2.3. Tonsilla Tubaria

Tuba auditiva'nın nasopharynx'e açıldığı ostiumun (ostium pharyngeum tuba auditivae) hemen posteriorunda, torus tubarius kabarıklığı üzerinde konumlanan tonsilla tubaria, literatürde Gerlach tonsili olarak da bilinmektedir (Şekil 1). Bu yapı; anterior yerleşimli plica salpingopalatina ile posterior yerleşimli plica salpingopharyngea adlı iki mukozal katlantı arasında lokalize olmuştur. Söz konusu katlantılardan plica salpingopalatina içerisinde yerleşim gösteren m. salpingopalatinus, plica salpingopharyngea içerisinde yerleşim gösteren m. salpingopharyngeus yer almaktadır. Plica salpingopharyngea ve ostium pharyngeum tubae auditivae'nın posteriorunda, tonsilla pharyngea ile arasında recessus pharyngeus (Rosenmüller çıkmazı) olarak tanımlanan anatomik boşluk bulunmaktadır (Arambula ve ark., 2021).

Pediyatrik popölasyonda bazen patolojik proliferasyon (hipertrofi) eğilimi gösteren bu limfoid doku, çevrelediğı ostium pharyngeum tubae auditivae üzerinde obstrüksiyona (tıkanıklığa) neden olabilmektedir. Bu durum, orta kulak ventilasyonunu bozarak klinik olarak işitme kaybı (sağırlık) ile sonuçlanabilmektedir (Arıncı ve Elhan, 2005).

Solunum sisteminin giriş segmentinde, cavitas nasi ile nasopharynx arasındaki bağlantıyı sağlayan choanae'nın laterodorsalinde konumlanan bu yapının komşuluk ilişkileri şu şekildedir: Medialinde (orta hatta doğru) tonsilla pharyngea, anteroinferiorunda tonsilla lingualis ve inferolateralinde tonsilla palatina yer almaktadır (Arıncı ve Elhan, 2005).

2.4. Tonsilla Lingualis

Dilde radix linguae (dil kökü) ile corpus linguae (dil gövdesi) arasındaki sınırı belirleyen ve ters "V" morfolojisi sergileyen sulcus terminalis'in posteriorunda kalan tunica mucosa, daha kalın ve hareketli bir yapı arz etmektedir (Şekil 1). Bu bölgede konumlanan ve folliculi linguales olarak adlandırılan lenfoid agregatların (kabarıklıkların) oluşturduğu kolektif yapıya tonsilla lingualis adı verilmektedir. Tonsilla lingualis, radix linguae üzerinde lokalize olup, morfolojik olarak tek veya bilateral (çift) bir organizasyon sergileyebilmektedir. Sulcus terminalis'in anteriorunda, corpus linguae üzerinde ise gustatuar fonksiyonu üstlenen papillae linguales (tat tomurcukları) yer almaktadır (Dursun, 1994; Arıncı ve Elhan, 2005).

Dilin radix linguae (dil kökü) bölgesinde lokalize olan tonsilla lingualis; Waldeyer'in Limfatik Halkası içerisindeki diğer bileşenlerle stratejik bir komşuluğu kapsamında; lateralde tonsilla palatina, superodorsal hatta tonsilla pharyngea ve superolateral projeksiyonda ise tonsilla tubaria ile anatomik olarak ilişkilidir (Arıncı ve Elhan, 2005).

Ancak karşılaştırmalı anatomi perspektifinden incelendiğinde; velum palatinum'un (yumuşak damak) oral kaviteye bakan yüzeyinde, atgiller ve domuzlarda belirgin bir tonsilla veli palatini yerleşimi gözlenmektedir. Bu yapılara ek olarak domuzlarda ve küçük ruminantlarda, epiglottis kökünün lateral kısımlarında konumlanan tonsilla paraepiglottica'lar mevcuttur (Dursun, 1994).

3. TONSİLLER DOKU VE YAPILARININ EMBRYOLOJİSİ

Limf sisteminde kritik fonksiyonlar üstlenen tonsiller yapıların immünolojik mekanizmalarını konu alan bilimsel

araştırmalar, son yıllarda ivme kazanmıştır. Antijenik stimölasyondan sorumlu olmaları ve mikrobiyal patojenlere karşı immün yanıtın başlatıldığı primer periferik organlar arasında yer almaları, tonsillaların biyolojik ehemmiyetini ortaya koymaktadır (Noussios ve ark., 2003; Isaacson ve Parikh, 2008; Moore ve ark., 2016; Başaklar, 2011; Wingle, 1999; Null, 2018). Literatürde uzun süre kabul gören Stöhr (1891) hipotezine göre; limf damarları, limf nodülleri ve vasküler yapılar dışındaki limfosit agregatları, tam veya parsiyel regresyona uğramış rezorptif süreçlerin ürünleridir. Bu durumun; pronefrozu aşamasındaki ilkel organizmalarda, amfibilerin solungaçlarında, appendix ve timusta gözlenen dejeneratif süreçler ile ikinci yutak kavsinden köken aldığına inanılan tonsillalardaki limfosit infiltrasyonu arasında bir korelasyon sunduğu düşünölmüştür. Ancak kedi ve tavşanlar üzerinde yapılan çalışmalar, membrana nictitans'ın regrese olan bir yapı olmasına rağmen limfoid doku ile fonksiyonel bir ilişki içinde olduğunu göstermiştir (Snook, 1934).

Embriyolojik perspektiften, limf sisteminde yer alan primer limfoid dokular, gelişimsel süreçlerini sekonder limfoid dokulara kıyasla daha erken fetal evrelerde tamamlamaktadır. Temel olarak ikinci yutak kavsinden (pharyngeal arch) köken alan tonsillalar, gestasyonun 4. haftasında baş-boyun bölgesinin lateralinde pharyngeal yarık olarak belirginleşmeye başlasa da, morfolojik olarak ilk ortaya çıkışları ortalama 14-15. haftalara tekaböl eder. Faringeal organlar, dışta ektoderm ve içte endoderm kökenli merkezlerden köken alır. Dil kökünde lokalize olan arkusların eksternal yüzeyinde yarık (clefts), internal yüzeyinde ise kesecikler (pouches) bulunur; bu faringeal kesecikler limfoepitelyal organların primordiyal formunu teşkil eder. Tonsilla palatina, diğer limfoid organ ve dokuları takiben gelişimini sürdürürken, bu süreç T ve B limfositlerinin maturasyonu ile eř zamanlı olarak devam eder. İnsan tonsillalarında, foliküler bölgede yerleşen büyük B hücreleri ile

parafoliküler alanda konumlanan küçük T hücreleri tanımlanmıştır. Post-natal araştırmalar, tonsillalardaki T ve B hücrelerinin sayısal dağılımında B hücrelerinin anlamlı bir üstünlüğe sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu durumun aksine, standart bir yetişkin limf nodülünde T hücre popülasyonu, B hücre sayısının yaklaşık iki katı düzeyinde seyretmektedir (Noussios ve ark., 2003; Isaacson ve Parikh, 2008; Moore ve ark., 2016; Başaklar, 2011; Wingle, 1999; Null, 2018; von Gaudecker ve Müller-Hermelink, 1982; Mühlbach, 1977; Alexopoulos ve ark., 1976; Sesterhenn ve ark., 1979).

4. HAYVANLARDA WALDEYER'İN LYMPHATIC HALKASI

Fonksiyonel spektrumu yalnızca enfeksiyonlara karşı koruma ile sınırlı olmayan tonsillalar; hayvan türlerinde de insan morfolojisine benzer şekilde, oral kavite ve pharynx boşluklarının duvar yapılarında lokalize olmuşlardır. Rudimenter formda veya kendilerine özgü komşu anatomik boşluklarda ve fossa tonsillaris yapılarında yerleşen bu limfoid oluşumların üçü (tonsilla palatina, tonsilla veli palatini ve tonsilla lingualis), isthmus faucium proksimalinde, arcus palatoglossus ile arcus palatopharyngeus arasında konumlanmaktadır. Bu yapısal organizasyonun devamında; tonsilla lingualis radix linguae ve çevresindeki dokularda yer alırken; diğer iki tonsiller bileşen (tonsilla pharyngea ve tonsilla tubaria) ise nasopharynx bölgesinde, pharynx reseslerine ve tuba auditiva'ya komşu lokalizasyonda yerleşim göstermektedir (Dursun, 1994; Casteleyn, 2011).

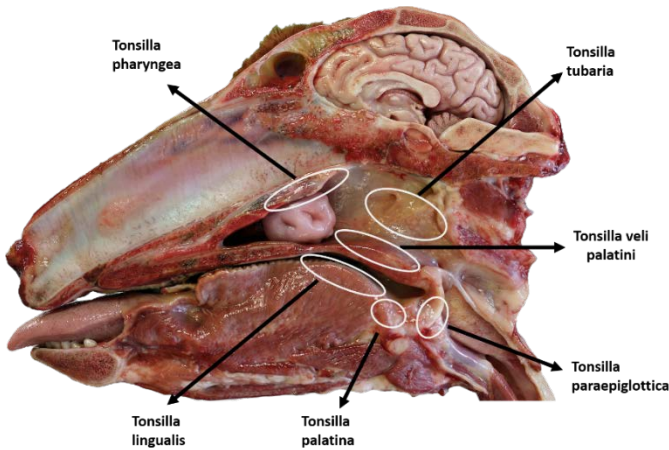
Morfolojik açıdan Hammar tarafından geliştirilen tonsilla sınıflandırmasında temel kriter, tuberculum tonsillare'nin tonsilla formasyonuna katılım düzeyidir. Bu taksonomik yaklaşıma göre; tuberculum tonsillare tonsilla yapısının oluşumuna dahil oluyorsa

bu yapılar primer tonsilla, dahil olmuyorsa sekonder tonsilla olarak tanımlanmaktadır. Hammar'ın sınıflandırması uyarınca; tavşan, sincap, kedi ve köpeklerde gözlenen yapılar primer tonsillalara örnek teşkil ederken; koyun, sığır ve insanlardaki tonsiller yapılar sekonder tonsillalar kategorisinde değeriendirilmektedir (Hett, 1928).

5. FARKLI HAYVANLARDA GÖZLENEN LİMF DÜĞÜMLERİNİN TABİİ POZİSYONLARI

5.1. Koyun

İnsan anatomisinde tanımlanan Waldeyer'in Limfatik Halkası bileşenlerine ek olarak koyunlarda; tonsilla lingualis, tonsilla palatina, tonsilla paraepiglottica, tonsilla pharyngea, tonsilla tubaria ve tonsilla veli palatini olmak üzere toplam altı tonsiller yapı tanımlanmıştır (Casteleyn, 2011)(Tablo 1)(Şekil 2). Bu yapılar anatomik lokalizasyonlarına göre; oropharynx bölgesinde tonsilla palatina, tonsilla lingualis ve tonsilla veli palatini; nasopharynx bölgesinde tonsilla pharyngea ve tonsilla tubaria; laryngopharynx bölgesinde ise tonsilla paraepiglottica (epiglottica) şeklinde konumlanmıştır (Cocquyt, 2005).



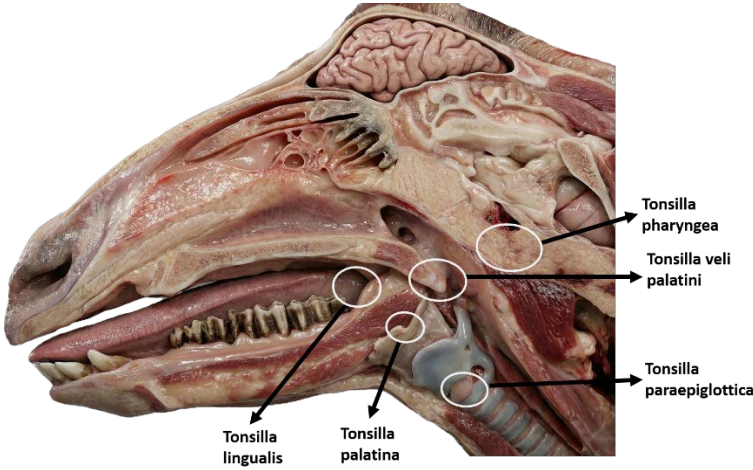
Şekil 2. Koyunda Yer Alan Tonsilla Oluşumları

Limfosit agregasyonundan mütēşekkil olan tonsilla lingualis, koyunlarda gelişim düzeyi en düşük olan tonsilladır. Tonsilla veli palatini, tonsilla tubaria ve tonsilla paraepiglottica'nın gelişimsel maturasyonu tonsilla lingualis'e oranla daha belirgin olsa da, türün en gelişmiş tonsiller yapıları tonsilla palatina ve tonsilla pharyngea'dır (Kumar, 2014). Pharynx lateral duvarında sayıları 40 ile 60 arasında değişen limf oluşumları şeklinde gözlenen tonsilla tubaria, yaygın bir dağılım sergiler. Tonsilla palatina ise insan morfolojisine benzer bir topografik yerleşimle, aerodijestif kanalın giriş segmentinde oropharynx'te lokalize olmuş, mukoza ile ilişkili bir limfoid yapıdır (Cesta, 2006; Liebler-Tenorio ve Reinhard, 2006; Girish ve ark., 2020). Morfometrik araştırmalar, koyun tonsilleri içerisinde hacimsel olarak en büyüğünün tonsilla pharyngea olduğunu; bunu sırasıyla tonsilla palatina, tonsilla veli palatini, tonsilla tubaria ve tonsilla paraepiglottica'nın izlediğini ortaya koymuştur (Casteleyn ve ark., 2007).

5.2. Keçi

Arkeozoolojik verilerin ışığında yaklaşık 10.000 yıldır insanlarla simbiyotik bir etkileşim içerisinde olduğu bilinen keçilerde (*Capra hircus*), anatomik olarak düzensiz bir huni morfolojisine benzetilen pharynx içerisinde altı farklı tonsiller yapı (tonsilla lingualis, tonsilla palatina, tonsilla paraepiglottica, tonsilla pharyngea, tonsilla tubaria ve tonsilla veli palatini) tanımlanmıştır (Tablo 1). Keçilerdeki limf yapılarının hacimsel özellikleri ve topografik lokalizasyonları, filogenetik yakınlık nedeniyle koyunlarla büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Nasopharynx tavanında, vomer üzerinde tonsilla pharyngea; oropharynx'in lateral duvarının distal 1/3'lük segmentinde ise tonsilla palatina konumlanmıştır. Tonsilla tubaria ve tonsilla pharyngea, tuba auditiva'nın yer aldığı nasopharynx'in posterior ve distal bölgelerinde mikroskobik düzeyde organize olmuş yapılar olarak bildirilmektedir. Tonsilla paraepiglottica ise lamina

propria içerisinde limf nodu agregatları şeklinde gözlenmektedir. Tonsilla veli palatini, palatum molle'nin posterior mukoza tabakasına gömülü, morfolojik olarak iğne başı büyüklüğündeki limf kümeleri ve nodüllerinden müteşekkildir; ancak palatum molle'nin en kaudal segmentinde bu formasyonlara rastlanmamaktadır (Casteleyn, 2011; Abdaljabar ve Sultan, 2025; Wally ve ark., 2020; Farid ve ark., 2019; Girish ve ark., 2020).



Şekil 3. Keçide Yer Alan Tonsilla Oluşumları

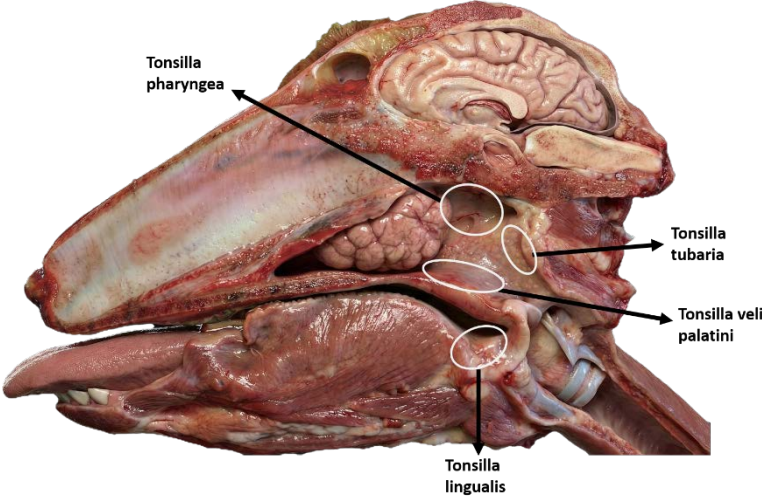
Tablo 1. Farklı türler arasında tonsiller yapıların lokalizasyonu (Casteleyn, 2011)

Türler	Tonsilla Lingualis	Tonsilla Palatina	Tonsilla paraepiglottica	Tonsilla pharyngea	Tonsilla veli palatini	Tonsilla tubaria
Kedigiller	+	+	+	+	-	-
Köpek	+	+	-	+	-	-
Keçi	+	+	+	+	+	+
At	+	+	-	+	+	+
Sığır	+	+	-	+	+	+
Domuz	+	-	+	+	+	+
Tavşan	-	+	-	-	-	-
Koyun	+	+	+	+	+	+
Kemirgenler	-	-	-	-	-	-

+: Organın bulunduğunu gösterir, -: Organın bulunmadığını gösterir.

5.3. Sığır

Sığırlarda; tonsilla lingualis, tonsilla palatina, tonsilla pharyngea, tonsilla tubaria ve tonsilla veli palatini olmak üzere beř temel tonsiller yapı tanımlanmıştır (Tablo 1)(şekil 3). Bu oluşumların bir kısmı makroskopik olarak doğırudan gözlemlenebilirken, tonsilla lingualis'in tespiti için diseksiyon düzeyinde makroskopik inceleme gerekmektedir. Kųçık ruminantlarda (koyun ve keçi) saptanan tonsilla paraepiglottica, sığır anatomisinde yer almamaktadır; diğıer tonsiller yapılar ise kųçıkbař hayvanlar ile benzer topografik lokalizasyon sergilemektedir (Casteleyn, 2011; Kato ve Sawada, 2008). Klinik perspektiften sığırlarda tonsillalar; viral etkenlere bağılı gelişen diyare ve pnömoni gibi sistemik enfeksiyonların patogeneğinde ve immün yanıtın şekillenmesinde aktif rol oynamaktadır (Palmer, 2011).



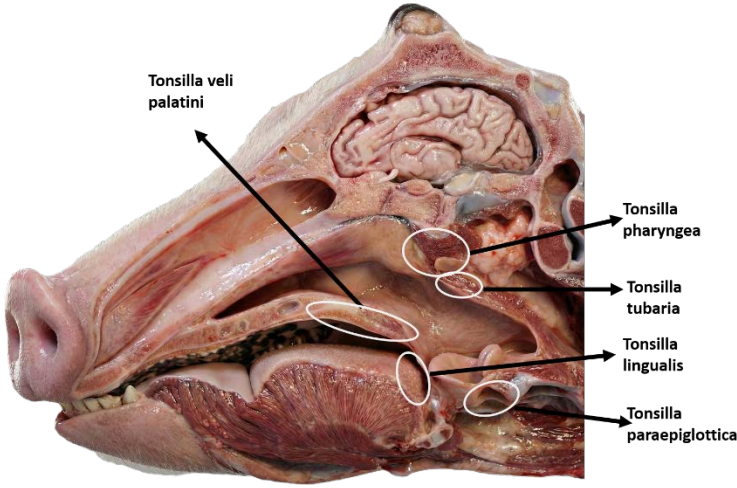
şekil 3. Sığırda Yer Alan Tonsilla Oluşumları

Asya mandasında ise; tonsilla lingualis, tonsilla palatina, tonsilla pharyngea, tonsilla tubaria ve tonsilla veli palatini bileşenleri Waldeyer'in Limfatik Halkasını meydana getirir (Pabst ve Brandzaeg, 2013; Gigiri ve Kumar, 2019). Mandanın

sindirim kanalının en proksimal segmentinde konumlanan tonsilla palatina, morfolojik olarak reniform (böbrek) bir yapıya sahip olup, ince bir fibröz bağ dokusu kapsülü ile çevrelenmiştir. Tonsilla tubaria; ekide, ruminant, suid ve develerdeki morfolojiye benzer şekilde, solunum tipi epitel (yalancı çok katlı prizmatik silli epitel) ile döşelidir (Zidan ve Pabst, 2011; Girgiri ve Kumar, 2020).

5.4. Domuz

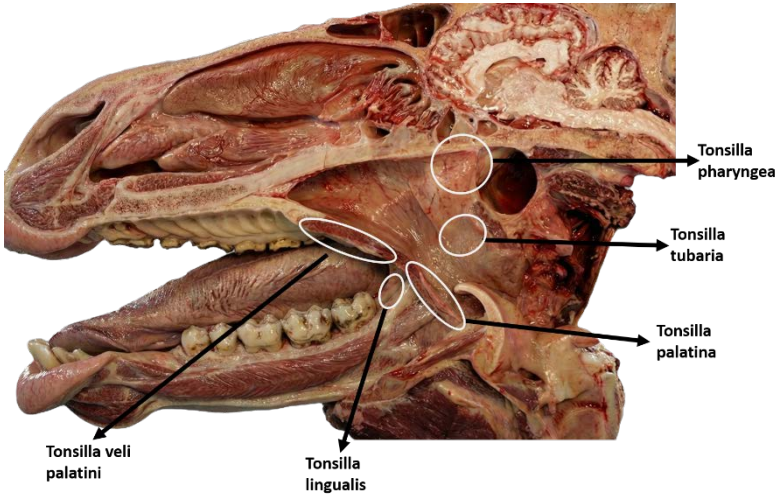
Domuzlarda, tonsilla palatina istisnası dışında sığır anatomisiyle benzerlik gösteren beş temel tonsiller yapı tanımlanmıştır (Tablo 1)(Şekil 4). Bu yapılar; tonsilla lingualis, tonsilla pharyngea, tonsilla tubaria, tonsilla paraepiglottica ve tonsilla veli palatini'den oluşmaktadır. Sığır morfolojisi ile mukayese edildiğinde daha rudimenter bir gelişim sergileyen bu yapılar, küçük ruminantlara oranla daha belirgin bir makroskobik formdadır. Domuzda lokalize olan tonsilla lingualis, radix linguae üzerinde sınırlı sayıdaki folliculi tonsillaris kümelenmesinden meydana gelmektedir. Tonsilla paraepiglottica, radix linguae ile epiglottis arasında bilateral (çift taraflı) bir yerleşim sergiler. Nasopharynx tavanında (fornix pharyngis) konumlanan tonsilla pharyngea, irregüler morfolojiye sahip bir limfoid doku kütlesi karakterindedir. Tonsilla tubaria ise tuba auditiva'nın pharynx açıklığı (ostium pharyngeum) çevresinde yassılaştırmış bir limfoid doku formasyonudur. Tonsilla veli palatini, yapısal olarak tonsilla tubaria'ya benzer şekilde yassı ve yumuşak bir doku mimarisine sahip olup, palatum molle'nin (yumuşak damak) ventral yüzeyinde lokalize olmuştur. Literatürde, domuzdaki bu tonsiller yapı zaman zaman tonsilla palatina eponimiyle de tanımlanabilmektedir (Casteleyn, 2011; Horter ve ark., 2003).



şekil 4. Domuzda Yer Alan Tonsilla Oluşumları

5.5. At

Atlarda, sığır ve domuz anatomisine benzer şekilde; tonsilla lingualis, tonsilla tubaria, tonsilla pharyngea, tonsilla palatina ve tonsilla veli palatini olmak üzere beş temel tonsiller yapı tanımlanmıştır (Casteleyn, 2011) (Tablo 1)(şekil 5). Waldeyer'in Limfatik Halkası'nın merkezi bileşenlerinden biri olan tonsilla palatina; glossoepiglottik plikadan epiglottis'e doğru uzanım gsteren ve diğer memeli türlerinden farklı olarak, cryptae tonsillares çevresinde kümelenmiş agregat limf nodüllerinden müteşekkil bir doku mimarisine sahiptir. Bu yapısal özgünlüğü nedeniyle literatürde tonsilla folliculata aggregata disjuncta impressa olarak kategorize edilmiştir. Atları diğer türlerden ayıran en radikal özellikler ise; tonsilla palatina'nın hemolimfatik bir organ karakteri sergilemesi ve tunica propria katmanının yerini lameller bir doku organizasyonunun almasıdır (Kleinschmidt, 1839; Kumar ve Timoney, 2005a; Mair ve ark., 1987; Mair ve ark., 1988).



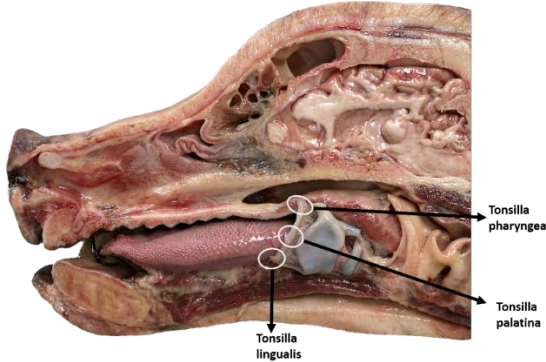
şekil 5. Atlarda Yer Alan Tonsilla Oluşumları

Atların nasopharyngeal tonsilleri ile tonsilla tubaria yapılarında tanımlanan M hücreleri, antijenlerin epitel boyunca aktif translokasyonunu sağlayarak hem sistemik hem de mukozal immünitenin tesis edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Indu, 2005). Tonsilla tubaria ise diğeri memeli türleriyle benzerlik gösterecek şekilde, tuba auditiva'nın nasopharynx açıklığı çevresinde lokalize olmuştur (Kumar ve Timoney, 2005c).

Radix linguae üzerinde konumlanan tonsilla lingualis, cryptae tonsillares ile olan yapısal bütünlüğü ve diğeri limfoid dokularla olan morfolojik benzerliği nedeniyle literatürde "foliküler bezler" olarak da tanımlanmaktadır. Spesifik immünositlerin üretiminde ve mukozal yüzeyin korunmasında aktif görev alan tonsilla lingualis, atlarda adeta bir limfoid kompartman işlevi görmektedir (Kumar ve Timoney, 2005b). Tonsilla veli palatini (yumuşak damak tonsillası) ise atlarda palatum molle'nin santral ve rostral segmentinde yer alan, oval ve yassı morfolojiye sahip bir oluşumdur (Kumar ve Timoney, 2006).

5.6. Köpek

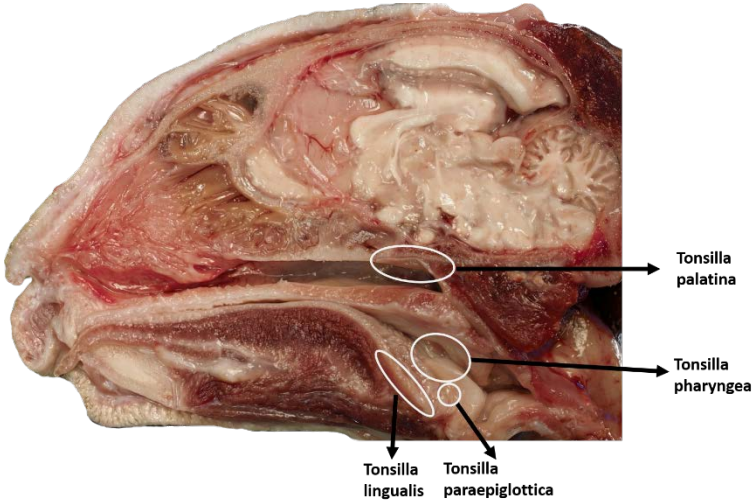
Köpeklerde, ruminantlardan ve insan anatomisinden farklı olarak yalnızca üç temel tonsiller yapı tanımlanmıştır (Tablo 1)(Şekil 6). Bunlar; tonsilla lingualis, tonsilla palatina ve tonsilla pharyngea'dır. Diğer evcil memelilerde gözlenen tonsilla tubaria, tonsilla paraepiglottica ve tonsilla veli palatini (yumuşak damak tonsillası) köpeklerde bulunmamaktadır (Casteleyn ve ark., 2011). Bu yapılar içerisinde, diğer türlerde olduğu gibi, makroskopik olarak en belirgin ve kolay gözlemlenebilen oluşum tonsilla palatina'dır. Köpeklerde tonsilla palatina, radix linguae'nin yüzeysel segmentinde ve arcus palatoglossus'un kaudal bölümünde, isthmus faucium'un her iki yanında bilateral olarak yerleşmiştir. Tonsilla pharyngea ise nasopharynx'in superoposterior (üst-arka) bölgesinde, ostium pharyngeum tubae auditivae'nın distalinde konumlanmıştır. Tonsilla lingualis ise morfolojik açıdan tonsilla pharyngea'ya benzer şekilde yassı bir doku formuna sahiptir. Ayrıca köpeklerde varyatif bir özellik olarak, cavitas oris propria içerisinde carunculae sublinguales bölgesinde ek bir tonsilla sublingualis formasyonu yer alabilmektedir. Ancak bu yapı, topografik ve fonksiyonel açıdan Waldeyer'in Limfatik Halkası'na dahil olan bir bileşen olarak kabul edilmemektedir (Gezici, 1994; Billen ve ark., 2006; Mickelson ve ark., 2020; Casteleyn ve ark., 2011; Gille, 2005).



Şekil 6. Köpeklerde Yer Alan Tonsilla Oluşumları

5.7. Kedigiller

Kedilerde, köpeklerden farklı olarak tonsilla paraepiglottica'nın da formasyona dahil olmasıyla; tonsilla lingualis, tonsilla palatina ve tonsilla pharyngea'dan müteşekkil dört temel tonsiller yapı tanımlanmıştır (Casteleyn, 2011)(Tablo 1)(Şekil 7). Vahşi kedigillerde tonsilla palatina, morfolojik açıdan elongasyon gösteren tübüler bir yapı sergilemektedir (Luckhaus, 1969; Weissengruber, 2008).

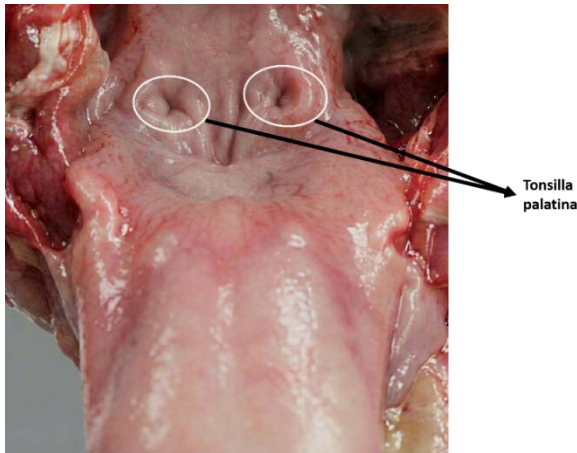


Şekil 7. Kedilerde Yer Alan Tonsilla Oluşumları

Tonsilla lingualis, diğer tonsiller bileşenlere oranla daha rudimenter bir gelişim göstermekte olup makroskopik olarak gözlemlenememektedir. Buna karşın tonsilla palatina, insan anatomisiyle benzer bir topografik lokalizasyon sergileyerek fossa tonsillaris içerisinde konumlanmıştır. Nasopharynx bölgesinde lokalize olan tonsilla pharyngea, diğer iki tonsiller yapıya kıyasla daha basit bir organizasyonel yapıya sahiptir. Bu yapının embriyolojik ve post-natal gelişiminin bursa pharyngealis varlığından etkilendiği ve bölgedeki fiziksel büyüme faktörlerinin bu gelişimsel süreçte belirleyici rol oynadığı bildirilmektedir (Rosto, 2023; Kingsbury, 1932).

5.8. Laboratuvar Hayvanları

Kemirgenlerde, tavşanlar haricindeki türlerde tipik tonsiller yapılar bulunmamaktadır (Tablo 1). Rat ve fare gibi kemirgenlerde bu yapıların yerini, nasopharynx mukoza savunmasından sorumlu özelleşmiş immün-bağışıklık dokuları almaktadır. Literatürde bu formasyonlar, nasopharynx ile ilişkili limfoid dokular (NALT) veya organize nasopharynx ile ilişkili limfoid dokular (O-NALT) olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu yapılar, işlevsel açıdan insanda tanımlanan Waldeyer'in Limfatik Halkası ile benzerlik göstermektedir. Topografik olarak palatum molle'nin rostral segmentine yakın bir bölgede lokalize olan bu limfoid dokular, kapsülsüz bir morfolojiye sahip olup bünyelerinde T ve B lenfosit popölasyonlarını barındırırlar. Karnivor ve omnivorlardan farklı olarak herbivor bir beslenme karakterine sahip olan tavşanlarda, tonsiller bileşenlerden yalnızca tonsilla palatina mevcuttur. Tavşanlarda tonsilla palatina, oropharynx bölgesinde fossa tonsillaris içerisinde yerleşim sergilemektedir (Casteleyn, 2011; Godrick ve Patt, 1971; Harrison ve ark., 2025; Eichelberger, 2007; Casadei ve Salinas, 2019). Sıçanlarda ise baş-boyun bölgesine ait herhangi bir tonsiller yapının bulunmadığı bildirilmektedir (Casteleyn, 2011).



şekil 8. Tavşanlarda Yer Alan Tonsilla Oluşumları

5.9. Kuşlar

Memelilerin büyük bir kısmında, cryptae tonsillares ihtiva eden veya yoğun limfoid doku barındıran Waldeyer'in limfatik halkasına ait tonsillalar, nasopharynx ve oropharynx'te konumlanmaktadır. Buna karşın kuşlarda, oropharynx içerisindeki palatum üzerinde cryptae tonsillares yapısından yoksun, ancak bol miktarda limfoid doku mevcuttur. Literatürde tam olarak organize olmamış bu limf dokuları, kuşlarda tonsilla pharyngea olarak tanımlanabilmektedir (Crole ve Soley, 2012; Casteleyn, 2011). Tavuklarda ise özofagusun mide girişine yakın segmentinde, mukoza ile ilişkili ve cryptae tonsillares olarak adlandırılan yeni bir tonsilla türü bildirilmiştir (Nagy ve ark., 2005).

Kanatlılarda sindirim kanalı boyunca proksimalden distale doğru limfoid organizasyon şu şekildedir: Tonsilla pharyngea, özofagusun servikal ve torakal bölümlerinde lokalize olan diffüz limfoid oluşumlar, tonsilla oesophagealis, proventrikulus bölgesinde özofagustakine benzer diffüz limfoid dokular ve mide girişine yakın konumlanan pilorik tonsil yer almaktadır. Sistemin devamında Peyer plakları ve Meckel divertikülü, sekum bölgesinde tonsilla caecalis, rektum üzerinde diffüz limfoid dokular ve son olarak bursa fabricius ile proktodeum çeperindeki diffüz limfoid yapılar gözlenmektedir (Casteleyn ve ark., 2010).

Memelilerde rastlanan karmaşık ve ileri derecede gelişmiş tonsilla yapıları, kuşlarda aynı kompleksitede olmasa da ördek, kaz ve kuğu gibi türlerde mevcudiyetini korumaktadır. Diğer kuş türlerinde ise genellikle limf damarları ile bağlantılı küçük limfoid nodüllerin yaygın bir dağılım gösterdiği saptanmıştır (Barone, 1996; Hodges, 1974).

6. SONUÇ

Organizmanın ilk savunma hattını oluşturan Waldeyer'in limfatik halkası, aynı tür içerisindeki farklı gelişimsel dönemlerde varyasyon gösterdiği gibi, farklı taksonomik gruplar arasında da morfolojik benzerlik ve farklılıklar arz etmektedir. Bu çalışmada, anatomi pratik derslerinde ayrıntılı morfolojik analizine imkan tanınmayan tonsiller yapılar, karşılaştırılmalı anatomi metodu ile açıklanmaya çalışılmıştır. İnsanda, ikisi solunum ve ikisi sindirim sistemine ait olmak üzere toplam dört ana tonsiller yapı aerodigestif kanal girişinde konumlanmıştır; ancak bu organizasyon diğerk hayvan türlerinde farklılık göstermektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında; tonsilla tubaria ve tonsilla pharyngea nasopharynx'te yerleşim gösterirken, tonsilla lingualis dil kökünde, tonsilla palatina ise oropharynx'te iki kavis arasında lokalize olmuştur. Hayvanlarda bu yapılara ek olarak, palatum molle üzerinde ve çevresinde konumlanan tonsilla veli palatini ve tonsilla paraepiglottica gibi oluşumlara da rastlanmaktadır. Bazı türlerde ise belirgin tonsiller yapılar yerine, limfoid hücrelerin kümelendiğı spesifik bölgeler mevcuttur. Bu alanda yapılacak yeni araştırmalara duyulan ihtiyaç açık bir gerçektir; özellikle literatürde yaban hayatına dair verilerin kısıtlı olması, bu konudaki bilimsel boşluğu ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Abdaljbar, A. Z., & Sultan, G. A. (2025). Morphological, Immunohistochemical, and Ultrastructure Description of Pharyngeal Tonsil in Adult Indigenous Sheep (*Ovis aries*) and Goat (*Capra aegagrus hircus*). *Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences*, 18(1), 13-18.
- Alexopoulos C, Papayannis AG, Gardikas C (1976) Increased proportion of B-lymphocytes in human tonsils and appendices. *Acta Haematol* 55:95-98
- Arambula, A., Brown, J. R., & Neff, L. (2021). Anatomy and physiology of the palatine tonsils, adenoids, and lingual tonsils. *World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*, 7(03), 155-160.
- Arıncı K, Elhan A. (2005). Anatomi (4.baskı). 2. Cilt Güneş Tıp Kitapevleri, Ankara 2005
- Barone R. (1996). Angiologie. In R. Barone (Ed.). *Anatomie Compare'e des Mammife`res Domestiques tome cinquieme* (p. 687). Paris: Editions Vigot
- Başaklar A. (2011). Baş ve Boyun. Langman Medikal Embriyoloji, Palme Yayıncılık. Ankara, 265-272.
- Casadei, E., & Salinas, I. (2019). Comparative models for human nasal infections and immunity. *Developmental & Comparative Immunology*, 92, 212-222.
- Casteleyn, C., Breugelmans, S., Simoens, P., & Van den Broeck, W. (2011). The tonsils revisited: review of the anatomical localization and histological characteristics of the tonsils of domestic and laboratory animals. *Journal of Immunology Research*, 2011(1), 472460.
- Casteleyn, C., Doom, M., Lambrechts, E., Van Den Broeck, W., Simoens, P., & Cornillie, P. (2010). Locations of gut-

- associated lymphoid tissue in the 3-month-old chicken: a review. *Avian Pathology*, 39(3), 143-150.
- Casteleyn, C., Van den Broeck, W., & Simoens, P. (2007). Histological characteristics and stereological volume assessment of the ovine tonsils. *Veterinary immunology and immunopathology*, 120(3-4), 124-135.
- Cesta MF, 2006. Normal structure, function, and histology of mucosa-associated lymphoid tissue. *Toxicol Pathol*, 34: 599-608
- Cocquyt, G., Baten, T., Simoens, P., & Van Den Broeck, W. (2005). Anatomical localisation and histology of the ovine tonsils. *Veterinary immunology and immunopathology*, 107(1-2), 79-86.
- Crole, M. R., & Soley, J. T. (2012). Evidence of a true pharyngeal tonsil in birds: a novel lymphoid organ in *Dromaius novaehollandiae* and *Struthio camelus* (Palaeognathae). *Frontiers in zoology*, 9(1), 21.
- Dursun, N. (1994). Veteriner Anatomi I (Medisan Yayın Serisi: 11). Medisan Yayınevi. Ankara, s. 24-25.
- Eichelberger, M. C. (2007). The cotton rat as a model to study influenza pathogenesis and immunity. *Viral Immunology*, 20(2), 243-249.
- Farid, M., Hussein, S., El-Karmouty, A., & Wally, Y. (2019). Some anatomical and histological studies on the pharynx of the Goat (*Capra-Hircus*). *Veterinary Medical Journal (Giza)*, 65(1), 22-37.
- Geißler, K., Markwart, R., Requardt, R. P., Weigel, C., Schubert, K., Scherag, A., ... & Guntinas-Lichius, O. (2017). Functional characterization of T-cells from palatine tonsils in patients with chronic tonsillitis. *Plos one*, 12(9), e0183214.

- Gezici, M. (1994). The macroanatomical studies on the Palatine tonsil of the mongrel dog. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 10(1), 113-117.
- Gille, U., 2005: Herz, Kreislauf- und Abwehrsystem, Angiologia. In: Anatomie für die Tiermedizin (F.-V. Salomon, H. Geyer and U. Gille, eds). Stuttgart: Enke Verlag. pp. 404–463.
- Girish, M. H., Jamuna, K. V., Prasad, R. V., Manjunatha, K., Bharathkumar, M. L., & Ganganaik, S. (2020). Anatomical localisation of the tonsils in oropharynx and nasopharynx of sheep. *Int J Chem Stud*, 8, 1658-61.
- Girgiri, I. A., & Kumar, P. (2019). Histological and histochemical studies on the lingual tonsil of the buffalo (*Bubalus bubalis*). *J. Buffalo Sci*, 8(3), 68-76.
- Girgiri, I. A., & Kumar, P. (2020). Light and electron-microscopic studies on the tubal tonsil of the buffalo (*Bubalus bubalis*). *Journal of Buffalo Science*, 9, 60-70.
- Godrick, E. A., & Patt, G. R. (1971). A comparison of the immune response of tonsils with the appendix and spleen in neonatal rabbits. *Acta Oto-laryngologica*, 71(1-6), 357-364.
- Harrison, K. S., Cowan, S. R., & Jones, C. (2025). Murine nasal-associated lymphoid tissue (NALT) harbors human alphaherpesvirus 1 (HSV-1) DNA during latency, and dexamethasone triggers viral replication. *Journal of Virology*, 99(4), e02251-24.
- Hett, M. L. (1928, January). The Comparative Anatomy of the Palatine Tonsil. In *Proceedings of the Zoological Society of London* (Vol. 98, No. 4, pp. 843-916). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

- Hodges, R.D. (1974). The Histology of the Fowl (pp. 84, 180-187). London: Academic Press
- Hoppe, R. T., Burke, J. S., Glatstein, E., & Kaplan, H. S. (1978). Non-Hodgkin's lymphoma. Involvement of Waldeyer's ring. *Cancer*, 42(3), 1096-1104.
- Horter, D. C., Yoon, K. J., & Zimmerman, J. J. (2003). A review of porcine tonsils in immunity and disease. *Animal Health Research Reviews*, 4(2), 143-155.
- Indu, V. R., Lucy, K. M., Chungath, J. J., Ashok, N., & Maya, S. (2015). Histology and scanning electron microscopy of the tubal tonsil of goats. *Veterinary world*, 8(8), 1011.
- Isaacson, G., & Parikh, T. (2008). Developmental anatomy of the tonsil and its implications for intracapsular tonsillectomy. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 72(1), 89-96.
- Jácomo, A. L., Akamatsu, F. E., Andrade, M., & NF, M. (2017). Pharyngeal lymphatic ring: anatomical review. *Journal of Morphological Sciences*, 27(1), 0-0.
- Kato, K., & Sawada, Y. (2008). Distribution of the lingual tonsils of cattle designated as specified risk materials. *Journal of Veterinary Medical Science*, 70(3), 251-254.
- Kingsbury, B. F. (1932). The development of the pharyngeal tonsil (cat): cell types. *American Journal of Anatomy*, 51(2), 269-305.
- Kumar, P., & Singh, G. (2014). Histology and histochemistry of tonsil of soft palate of the sheep (*Ovis aries*). *Indian Journal of Veterinary Anatomy*, 26(1), 36-39.
- Kumar, P., & Timoney, J. F. (2005a). Histology, immunohistochemistry and ultrastructure of the equine

- palatine tonsil. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 34(3), 192-198.
- Kumar, P., and J. F. Timoney, (2005b): Histology and ultrastructure of the equine lingual tonsil; I. Crypt epithelium and associated structures. *Anat. Histol. Embryol.* 34, 27–33.
- Kumar, P., & Timoney, J. F. (2005c). Histology, immunohistochemistry and ultrastructure of the equine tubal tonsil. *Anatomia, histologia, embryologia*, 34(3), 141-148.
- Kumar, P., & Timoney, J. F. (2006). Histology, immunohistochemistry and ultrastructure of the tonsil of the soft palate of the horse. *Anatomia, histologia, embryologia*, 35(1), 1-6.
- Liebler-Tenorio EM, Reinhard P, 2006. MALT structure and function in farm animals. *Vet Res*, 37: 257-280.
- Mair, T. S., E. H. Batten, C. R. Stokes, and F. J. Bourne, 1987: The histological features of the immune system of the equine respiratory tract. *J. Comp. Path.* 97, 575–586.
- Mair, T. S., E. H. Batten, C. R. Stokes, and F. J. Bourne, 1988: The distribution of mucosal lymphoid nodules in the equine respiratory tract. *J. Comp. Path.* 99, 159–168.
- Mckenzie, A. A. (1994). The tonsillar evacuation hypothesis of yawning behaviour. *South African Journal of Science*, 90(2), 64-66.
- Mickelson, M. A., Regan, D., Randall, E. K., Worley, D., & Seguin, B. (2020). Canine tonsillar neoplasia and tonsillar metastasis from various primary neoplasms. *Veterinary and comparative oncology*, 18(4), 770-777.

- Moore K. L., Persaud T. V. N. & Torchia M. G. (2016). Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi. (Dalçık H.) İstanbul; Nobel Tıp Kitabevi.
- Mühlbach, H. (1977). Histochemische Darstellung der alkalischen Phosphatase und der 5'-Nucleotidase in der menschlichen Gaumentonsile. Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Med Fak, Kiel
- Nagy, N., Igyarto, B., Magyar, A., Gazdag, E., Palya, V., & Olah, I. (2005). Oesophageal tonsil of the chicken. *Acta Veterinaria Hungarica*, 53(2), 173-188.
- Nave, H., Gebert, A., & Pabst, R. (2001). Morphology and immunology of the human palatine tonsil. *Anatomy and embryology*, 204(5), 367-373.
- Noussios, G., Xanthopoulos, J., Zaraboukas, T., Vital, V., & Konstantinidis, I. (2003). Morphological study of development and functional activity of palatine tonsils in embryonic age. *Acta otorhinolaryngologica italica*, 23(2), 98-101.
- Null, M., & Agarwal, M. (2018). Anatomy, lymphatic system.
- Wigle JT, Oliver G. Prox1 function is required for the development of the murine lymphatic system. *Cell*. 1999 Sep 17;98(6):769-78.
- Ogra, P. L., (2000): Mucosal immune response in the ear, nose and throat. *Pediatr. Infect. Dis. J.* 19, 4–8.
- Pabst, R., & Brandzaeg, P. (2013). Overview of the mucosal immune system structure. In P. D. Smith, T. T. Mac Donald, & R. S. Blumberg (Eds.), *Principles of mucosal immunology* (pp. 1–37). London, UK: Garland Sciences.
- Palmer, M. V., Stasko, J., Waters, W. R., & Thacker, T. C. (2011). Examination of the reticular epithelium of the bovine

- pharyngeal tonsil. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 294(11), 1939-1950.
- Perry, M. (1994). The specialised structure of crypt epithelium in the human palatine tonsil and its functional significance. *Journal of anatomy*, 185(Pt 1), 111.
- Perry M, Whyte A (1998) Immunology of the tonsils. *Immunol Today* 19:414–421
- Plank, L. (2016). Waldeyer’s ring. In *Head and Neck Pathology* (pp. 515-518). Springer, Cham.
- Ross MH, Pawlina W. (2013). Histology: A text and atlas 6/E (Histoloji konu anlatımı ve atlas). Çevirmen: BAYKAL B, 6. baskı, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Rosto, M., Del Signore, F., Bernabò, N., De Bonis, A., Canal, S., Paolini, A., ... & Vignoli, M. (2023). Evaluation of Presumptive Normal Feline Tonsils with Low-Field Magnetic Resonance Imaging: A Preliminary Retrospective Study. *Veterinary Sciences*, 10(10), 619.
- Scadding G. K. (1990). Immunology of the tonsil: a review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 83(2), 104–107. <https://doi.org/10.1177/014107689008300216>
- Standring S. Gray’s Anatomy: Anatomical Basis of Clinical Practice (41th. ed). Elsevier , London 2016; p.: 1-169.
- Standring S. Gray’s Anatomy: Anatomical Basis of Clinical Practice (41th. ed). Elsevier , London 2016; p.:575.
- Sesterhenn K, Krueger GRF, Uhlmann Ch (1979) Percent distribution of T- and B-cells in tonsils of children, juvenils and adults. *Arch Otorhinolaryngol* (NY) 218:37-44

- Snook, T. (1934). The development of the human pharyngeal tonsil. *American Journal of Anatomy*, 55(2), 323-341.
- Von Gaudecker, B., & Müller-Hermelink, H. K. (1982). The development of the human tonsilla palatina. *Cell and Tissue Research*, 224(3), 579-600.
- Yakan B. (2001). Dolaşım Sistemi, Hemapoez, Lenfoid Organlar. E.Ü.T.F. Yayınları No: 43; 2002. s: 27-30
- Zidan, M., & Pabst, R. (2011). The microanatomy of the palatine tonsils of the buffalo (*Bos bubalus*). *Veterinary immunology and immunopathology*, 139(2-4), 83-89.
- Wally, Y. R., Hussein, S. H., El-Karmouty, A. F., & Farid, M. F. (2020). Morphological studies and arterial supply of the pharynx in the goat (*Capra hiracus*).
- Weissengruber, G. E., Forstenpointner, G., Petzhold, S., Zacha, C., & Kneissl, S. (2008). Anatomical peculiarities of the vocal tract in felids. In *Anatomical Imaging: Towards a New Morphology* (pp. 15-21). Tokyo: Springer Japan.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Tonsil#/media/File:Blausen_0861_Tonsils&Throat_Anatomy2.png , Erişim tarihi: 22.02.2026

“Bu bölümde kullanılan görsellerde yapay zeka (Gemini nano banana pro) desteği alınmıştır.”

ANATOMİ ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com