

Hırçın Erkekleri, Barışçıl Dişileri ile Kemikli Balıklar

"Balıkların bir çoğunda olduğu gibi, dikenli balıkgillerden *Gasterosteus leurus*'un erkeği, dişisini elde etmek için kıyasıya bir mücadele verir. Dişi gizlendiği yerden çıkıp, erkeğin kendisi için yaptığı yuvayı incelerken, erkek dikenli balığın "sevinçten deliye döndüğü" anlatılmaktadır. Dişinin çevresinde her yöne, sonra yuva için topladığı gereçlere ve sonra gene bir anda geriye doğru ok gibi atılır; dişi ilerlemediği için onu burnuyla itmeye çabalar; ardından onu kuyruğu ve yan dikenleriyle yuvaya çekmeyi dener. Erkeklerin çok dişli, olağanüstü atak ve hırçın, dişilerinse gerçekten barışçıl olduğu söylenmektedir. Dövüşleri zaman zaman korkunçtur; bu çelimsiz dövüşçüler saniyelerce birbirine sıkı sıkıya sarılır; güçleri bütünüyle tükenene kadar paldır küldür yuvarlanırlar. Kuyruğu pürüzlü dikenli balığın erkekleri, dövüşürken birbirini ısırarak ve dikilmiş yan dikenleriyle yaralamaya çalışarak, birbirinin çevresinde yüzerler. Bu küçük çılgınlar yan dikenlerini öylesine öldürücü bir tarzda kullanırlar ki, bazen dövüş sırasında biri diğerini boydan boya yarar ve balık sonunda dibe çökerek ölür. Yenilen balık ne yapar? Olabildiğince yumuşak davranmaya çalışır, arkadaşları arasında utancını gizler; ama bir süre sonra kendini yenenin sürekli ezasına hedef olacaktır". Anlaşılabileceği üzere balıkların da, diğer hayvanlarda olduğu gibi kendilerine özgü yaşamları, sevgi dünyaları, kavgaları var. Onlar kendilerine has bir dille konuşurlar; ıslak gözlerine baktığımızda ya da vücutlarını ellediğimizde, Thales'in tüm nesnelere sudan ya da denizden kaynaklandığı savını ileri sürüşü ister istemez aklınıza gelir. Sonra Anaximander'in canlıların kökenine ilişkin görüşünü düşünürsünüz. Evrimden bilimsel anlamda ilk kez söz eden bu insanların savlarını, yüzyıllar sonra yazılmış bir şiirin dizeleri ile bağdaştırır ve sorarsınız kendi kendinize: Yosun taşına başını yaslayıp ağlayan ve göz yaşları mavi olan balık niçin ağlıyordu?



BALIKLAR üstsınıfının kemikli balıklar sınıfına geçmeden önce evrim konusunda ilginç, ama bir o kadar da önemli olabilecek bir haberle başlayalım sözlerimize. Evrim düşüncesi hangi çağın ürünüdür sorusu, çoğumuzun aklına Darwin'i getirir; oysa evrim düşüncesi Darwin'le başlamaz; kökü, eski çağ kültürlerine kadar uzanır. Darwin sahneye çıktığında evrim düşüncesi bir ölçüde de olsa yaygınlık kazanmış, kimi biyologların benimsediği kuramsal bir açıklama niteliği kazanmıştı.

Geriyeye dönecek olursak, evrimden bilimsel anlamda ilk söz edenlerin İÖ 6. yüzyılda yaşayan

İyonyalı filozoflar, Thales ve onu izleyen Anaximander olduğunu görüyoruz. Thales'e göre varlıkların hepsi değişik formları olan bir ilk tözden kaynaklanmıştı. İnsan yavrusunun doğuşu sırasındaki çaresizliği gözleminden hareketle filozof, atalarının başlangıçta balık olduğunu ileri sürüyordu. Açıklaması ise oldukça basitti: "Bir zamanlar denizlerin çekilmesiyle yaşamlarını karada sürdürmek zorunda kalan kimi balıklar, insana kadar uzanan pek çok hayvan türüne kaynak olmuştur". Aynı dönemin bir başka filozofu Heraklitus, daha da ileri giderek canlılar arasında süren bir çatışmadan söz eder. Bu, bir anlamda Darwin'in yaklaşık 2500 yıl sonra oluşturduğu doğal seleksiyon kuramının öncelenişi demektir.

Darwin ve sonraki dönemler hep birbirini izler. Gerçekleştirilen pek çok araştırma, inceleme sonunda Darwin'in kuramı hâlâ geçerliğini koruyorsa da, şimdilerde yeni kuramlar geliştirenler de yok değil. İşte bunlardan biri, John Long'un Balıkların Yükselişi (The Rise of the Fishes) adlı kitabında değindiği kuram. Batı Avustralya Müzesi, Omurgalı Paleontolojisi Bölümü Müdürü olan Long'a göre Homo sapiens, balıklar üstsınıfından, Tükelagızlılar'a dahil. Long'un iskelet oluşumunu gerçekleştiren ilk canlılar olan balıklarla ilgili de-

ğerlendirmesi, köpekbalığından, zırlı ya da koruyucu uzva sahip olanlara ve hava soluyan balıklara kadar uzanıyor. Amacı, balıkların son 500 milyon yıl içerisindeki evrimini ve bu evrim sürecinin Gondwanaland kıtasındaki ilk balıktan, kara omurgalılarına değin uzandığını göstermek.

Sırt iplikleri dolayısıyla balıklar kordata şubesine dahildirler. İleri omurgalılarda bunun yerini omurilik almıştır. Örneğin gömlekliler (deniz fiskiyesi gibi) dışı selülozla kaplı halkasız gövdeye sahip, ilkel deniz canlılarıdır. Yalnızca larvaları sırtipliklidir. Long, gövdesi balık görünümünde olmasına karşın, omurgası bulunmayan kafatasızlara da değiniyor. Yazar bunları neotenî kuramı ile birleştiriyor. Bu kurama göre, larvanın özellikleri yetişkinlerde de devam ediyor.

Kendisi, omurgalılarda kemik yapısı üzerinde fazlaca durarak çenesiz balıkların, ilk çeneli türlerle ilişkili olduğunu savıyor.



Kemikli balıkların iki modern grubu olan Tükelagızlılar ve akciğerli balıklar, akciğerin ve dört bacaklı hareketin kökeni hakkında bazı sorular getiriyor aklı. Bu konuda kabul gören yaygın görüşler varsa da, bunlara tam anlamıyla kesinlik atfetmek henüz pek mümkün değil.

New Scientist dergisinin 5 Ağustos 1995 tarihli sayısından özetle alıntı yapılan bu haberdense sonra gelelim kemikli balıklara ve özelliklerine.

Sınıflandırmada Pisces üstsınıfı üç sınıfa ayrılır, bunlar; *Placodermi*, *Chondrichthyes* (kıkırdaklı balıklar) ve *Osteichthyes*'tir (kemikli balıklar).

Placodermi, fosil balıklar olarak da adlandırılır; iskeletleri kemikten oluşan bu balıkların kıkırdaklı, kemikli ve akciğerli balıklara köken verdiği, daha doğru bir ifade ile *Placodermi* benzeri bir atadan üç ayrı kol halinde oluştuğu ileri sürülmektedir.

Kemikli balıklar, balıklar üstsınıfı içerisinde en büyük grubu oluşturur. İskeletlerinin az veya çok kemikleşmesi nedeniyle bunlara kemikli balık anlamına gelen *Osteichthyes* adı verilmiştir. Bu balıkların birinci zamanın üçüncü döneminde, yani Silürien devrinde, *Placodermi* benzeri ilkel kemikli balıklardan evrimleştiği ve Devonien'den, yani birinci zamanın dördüncü döneminden bu yana tuzlu, acı ve tatlı sulara yaşadığı öne sürülmektedir. Burada bir parantez açarak, kısaca fosillerden ve Devonien devrinden söz edelim. Fosillerin çeşitli tabakalar arasında bulunuşunu, bir kitabın sayfaları üzerindeki numaralara benzetebiliriz. Kitabın sayfaları katışsa bile, numaralar sayesinde sayfaların sırasını bulabilmek nasıl olarsa, fosiller sayesinde de altüst olmuş tabakaların sırası saptanabilir. İşte bu fosillerden yola çıkarak, Devonien devrinde balıkların oldukça fazla gelişme gösterdiklerini söyleyebiliriz. Ancak bu balıklar, günümüzün balıklarından hayli değişik görünüme sahipti. Örneğin zıtlı balık adı verilen balıkların vücutları genellikle kabuklu pullarla örtülüydü. Mersin balığı ailesine mensup birçoklarının kuyruklarını oluşturan parçalar, günümüzde yaşayanların tersine, iki değişik parçadan ibaretti ve bu parçalardan üstteki, alttakine oranla daha büyüktü. Şimdilerde Afrika ve Amerika'daki nehirlerde bunlara benzer balıklar bulunuyor.

Günümüzde kemikli balıklar, Mersin balıkları, alabalıklar, levrekler gibi tatlı su balıkları, akciğerli balıklar, soyu tükenmiş birçok balık türü ve kurlangıç, kefal, barbunya gibi birçok denizel balık türünü kapsayan 19.000'den fazla türü ile, çok geniş bir sınıftır. Kemikli balıkların üç alt sınıfı vardır; bunlardan biri, kısa yüzgeçli balıklar dediğimiz *Brachiopterygii*'dir ve bu alt sınıfındaki balıklar ilkel ve çoğunlukla fosil olan balıklardır, *Brachioptery-*



gi'nin günümüzde yaşayan bir takımı ve bir de familyası vardır. İkinci alt sınıfa *Actinopterygii*, yani ışınlı yüzgeçli balıklar, bir başka isimlendirme ile modern balıklar girer.

Bunların her bir yüzgeci birden fazla ışınla desteklenir. Orta devronienden zamanımıza kadar yaşamışlardır ve üç üsttakımları vardır. Mersin balıkları, sardalya balıkları, Karadeniz'in meşhur hamssisi, alabalıklar, sombalıkları, turna balıkları sazangiller, yılan balıkları, uskumru, iskorpit balıkları, vs., hep bu alt sınıfın balıklarıdır. Üçüncü alt sınıfa ise *Sarcopterygii* ya da *Choarichthyes* adı verilmektedir. Bu alt sınıfta bulunan balıklar, birçok özellikleri ile kurbagalara benzerler. Hatta bu yüzdenden Tetrapodaların (dört üyeliler) atası olarak da kabul edilirler. Günümüzden 350-400 milyon yıl önce dünyanın her yanına yayılan bu balıkların, bugün yaşayan 4 cinsi kalmış olması nedeniyle bu balıklara yaşayan fosiller de denir.

Bu özet açıklamadan da anlaşılacağı gibi kemikli balıkların *Brachiopterygii* ve *Sarcopterygii* alt sınıfına ait formları başlangıçta geniş bir yayılış göstermişler ve daha sonra *Actinopterygii* alt sınıfına ait formlar ortaya çıkmıştır.



Özellikleri İle Kemikli Balıklar

Kemikli balıkların belli başlı beş özelliği vardır: İskeletin hakiki kemikten oluşması; kafanın iki tarafında kemik komplekslerinden solungaç deliği ve solungaç kapağının olması; bazı familyaların haricinde derilerinin pullarla kaplı olması; üst çenenin iki kemikten oluşması ve kuyruk yüzgecinin genelde simetrik olması. İşte bu beş özellik onların kıkırdaklı balıklardan ayırt edilmesini sağlar. Hatta kemik iskeleti, pulları, bazı kemik plakaları, yüzme keseleri ve daha gelişmiş bir beyne sahip olmaları nedeniyle, kıkırdaklı balıklardan daha evrimleşmiş bir grup olarak kabul edilirler.

Deri ve Renk

Kemikli balıkların vücutları oldukça dayanıklı bir deri ile örtülü olup; bu deri diğer yüksek yapılmış omurgalıların olduğu gibi alt deri ve üst deri olmak üzere iki tabakadan oluşmuştur.

Üst deri içerisinde mukus salgılayan çok sayıda bez bulunmaktadır. Mukus, kaygan ya da ya-



Latimeria chalumnae, ilk kez 1938 yılında İngiltere araştırmacı Latimer tarafından, Güney Afrika kıyılarında Chalumnae nehri ağzında yakalandı. 1.5 m. boyunda ve 52 kg ağırlığında olan bu örnekte renk çelik mavimsi, pullar büyük ve alt çene oldukça kuvvetliydi. 1952 yılına değin bir daha yakalanamayan balık, o yıl Madagaskar yakınlarındaki Cormora adaları civarında, 200 m. derinlikte bulundu. 60 milyon yıl boyunca hemen hiç değişikliğe uğramayan bu balık adeta bir yaşayan fosildir.



ışkan bir yapıda olup, balığın sudaki hareketini kolaylaştırdığı gibi, düşmanları tarafından yakalanmasını zorlaştırır ve hayvanı hastalık yapan mikroorganizmalara karşı korur. Bu balıklarda, üst derinin keratinleşmesiyle oluşmuş bir de tabaka vardır. Bu tabaka da suyun vücuda girmesini engellereyerek, osmotik basıncın düzenlenmesinde yardımcı olur.

Vücutları üzerinde dermis kökenli ince, yuvarlak ve kemik yapısında çeşitli pullar bulundurlar. Örneğin, kenarları tırnak biçiminde olan ya da tatlısu levreğinde (*Perca*) olduğu gibi, diğer birçok balıkta, pulların arka kenarında çok ince diken şeklinde dişçikler bulunur; bu pullara ktenoid pul; dişçikler içermeyen pullara sikloid pul denir. Diş yüzeyi mine tabakası ile örtülü olan pullara da ganoid pul adı verilir.

Bu pulların serbest olan arka uçları diğerlerinin üzerine aşarak çatılardaki kiremit örtüyü andıran bir yapı oluşturur. Bazı kemikli balıklarda vücut bütünüyle pulsuzken (yayın balığı), bazılarında pullar küçüktür ve vücut üzerinde seyrek halde bulunur. Dil balıklarındaki pullar küçük kabarcıklar halinde, kirpi balıklarında da yuvarlak ve uzun dikenler şeklindedir. Ringa balıkları-





ından bazılarında üst üste aşan pulların boyu 5 cm kadar olabilir.

Pullar, balığın yaşam süresi boyunca düzensiz olarak büyümeye devam eder. Birçok balıkta pulların büyümesi sonucu içiçe geçmiş halkalar meydana gelir. Kış mevsiminde büyümesi duran bu pullar, kalın bir kış halkası oluşturur. Bazı pullu balıkların yaş tayininde pullardaki bu halkalardan yararlanılabilir.

Her bir pulun deri dışında kalan kısımlarında yer alan kromatoforlar yıldız şeklinde hücreler olup, pigment içermektedir.

Balıklara göz alıcı canlı renklerini veren ve yaşam ortamına uyum sağlamayı kolaylaştıran kromatoforlardır. Örneğin çeşitli türlerde değişik renklerde (sarı, siyah, turuncu, kırmızı) pigment bulunur. Siyah ve sarı pigmentler bir araya gelerek yeşil, kırmızı ve sarı ya da kırmızı ve siyah bir araya gelerek kahverenginin oluşmasına yol açar. Bu yolla birçok renk meydana getirilir. Irodocyet hücrelerde bulunan guanin kristalleri ise gümüş parlaklığında veya beyaz renklerin oluşmasını sağlar. Beyaz ya da gümüşü renkli balıklarda herhangi bir pigment bulunmaz.

Bazı balıklarda ışığın vücut yüzeyinde dağılımı, kırınımı ve saçılımı gibi fiziksel olaylara uğraması sonucu çok parlak renkler de oluşur. Örneğin mavikafa lapin, tropikal suların sığ kayalıklarında gezinen, dişisi civciv sarısı, erkeği ise koyu mavi renkli ve sırtında zebra gibi değişik renkli şeritler bulduran bir balıktır. Stop lambası papağan balığının (stoplight parrotfish) dişisi ise aşağı kısmı kırmızı, yukarıya doğru gri zemin üzerine basılmış beyaz benekleri ile adeta ekoseli kumaş giymiş gibidir. Erkeğinin renkleri ise yeşil, pembe, kavuniçidir ve kuyruğunda limon sarısı bir benek bulundurur.

Bu renk cümbüşü, kemikli balıklarda, birkaç sinir kökü ile sağlanır. Bu mekanizma şöyle işler. Pigment içeren balığın kromatofor hücrelerindeki pigmentler hücrenin ortasında bir araya toplanarak rengin açılması, dağılımı da kolaylaşmasını sağlar. Bunu sağlayan, burada bulunan post-ganglionik sempatik sinirlerdir. Bu sinirler, beynin ve omuriliğin ramus communicans kısımlarından çıkar. Bunları kontrol eden preganglionik sinirler, vücudun orta kısmında yer alan birkaç segmentte az miktarda bulunur.

Kromatoforların açılmasında hipofizin arka lo-

bunun da etken olduğu saptanmıştır. Buradan salgılanan bir madde ile, hayvanın koyu renkli olmasını sağlayan uyarılar düzenlenmektedir.

Bazı balıklarda ise hiç renk değişikliğine rastlanmaz; her zaman karanlık olan derin deniz ortamında yaşayan balıklarda renk genellikle siyahtır. Bazı balıklar, örneğin pisi balığı ise bulunduğu ortamın taban rengine uyum gösterir ve bu uyum gözlerle sağlanır. Eğer balığın gözü herhangi bir nedenle göremez duruma gelirse, ortamın rengine uyum gösteremez.

Balıkların parlaklığı cinsiyete göre değişir. Erkek balık dişisinden daha parlak renklidir.

İskelet Yapısı

Kemikli balıklarda pullar, kemik plakaları ve yüzgeç ışınları dış iskeleti oluşturur. İç iskelet ise vücutta destek olan ve vücut çatısını oluşturan eksen iskeleti ile yüzgeç ışınlarını destekleyen ve vücuda bağlanmasını sağlayan ekstremite iskeletinden meydana gelmiştir.

Eksen iskeleti baş, omurga, notokord (sırt ipliği) ve kaburgalardan meydana gelmiştir. Baş iskeleti köken bakımından birbirinden farklı üç kısımdan; neurocranium, dermatocranium ve viscerocraniumdan oluşur.

Neurocranium, baş iskeletinin beyni kuşatan kısmının yan taraflarındaki kemikler, koklama, görme, işitme kapsülleri ile notokordun ön tarafını koruyan kemiklerden oluşur. Burada oluşan kemiklerin hepsi kıkırdak kemikleri yapısındadır. Baş iskeletinin beyni kuşatan kısmının çatısını oluşturan, yüze şekil veren ve ağız boşluğu içinde yer alan kemiklerden meydana gelmiş kısım ise dermatocraniumdur. Dermatocraniuma ait olan kemikler dermal kemik, yani hiçbir zaman kıkırdak halde bulunmayıp, kemik yapısındaki kemiklerdir. Viscerocranium ise, ağız, dil ve solungaçları destekleyen yedi çift yaddan meydana gelmiştir. Bu kemiklerden bazıları dermal, bazıları ise kıkırdak kemik yapısındadır.

Balıklarda kafatası omurgaya sıkı bir şekilde bağlı olduğundan hiçbir yöne hareket ettirilemez.

Omurga, eksen iskeletinin en ilkel bölümüdür. Başın arkasından kuyruğun sonuna kadar uzanır ve genelde birbirine çok benzeyen, notokordun etrafını kuşatan birçok omurdan meydana gelir; vücudun dik durmasını sağlamak için başka, yüzgeçler ile istemli hareket eden kasların bağlanmasını da sağlayarak hareket etmeye yarar; kuyruğun son kısmını destekleyen, yelpaze şeklindeki kemiklerle sona erer.

Kemikli balıklarda, buldukları yere göre iki çeşit kaburga görülür: Dorsal ve ventral kaburgalar. Dorsal kaburgalar, genellikle düz olmakla beraber, bazı balıklarda C harfi, bazılarında da Y harfi şeklinde olabilir. Bu kaburgalar ligamentlerle kaburgaya bağlanır ve kılıçlı bir görünüm verir.

Kas Sistemi

Vücut ve kuyruk bölgesinde segmentli bir diziliş gösteren ve miyotom adı verilen kaslar bulunur. Bu kaslara şematik kaslar da denir. Kas segmentleri, her bir omura bir tane gelecek şekilde sıralanarak, balıkların hareketini kolaylaştırmıştır.

Balıkların ileriye doğru hareketi, genellikle vücut üzerinde segmental bir diziliş gösteren kasların ardi ardına kasılıp, omurganın uzayıp kısalmasıyla sağlanır. Bazı balıklarda, ileriye doğru hareketin yüzgeçlerle sağlanmasına karşın, çoğunda yüzgeçler yüzme sırasında değişik amaçlarla kullanılır. Örneğin dorsal anal yüzgeçler balığın yönünü saptamasında, kaval yüzgeç ise sağa sola hareket ettirilecek ileriye doğru harekette görev alır. Bu nedenle kaval

yüzgecin şekli, balığın hareket yeteneği konusunda bilgi verir. Yüzgeci ay şeklinde olan balıklar, uzun süre ve hızlı bir şekilde yüzebilir. Yüzgecin yuvarlak veya sivri olması, balığın yavaş hareket ettiğini gösterir.

Pektoral ve ventral yüzgeçler ise balığın su yüzüne çıkmasında ve derinlere inmesinde görev alır. Bu yüzgeçlerin dengede kalmada etkin görevleri vardır. Balıklar hareketsiz oldukları zaman bu yüzgeçlerini kullanarak dengede kalırlar. Bazı balıklar da dorsal, anal ve hatta bazan pektoral yüzgeçlerini kullanarak hareketi sağlarlar. Balıkların çoğunda görülen mekik şeklindeki vücut yapısı hızlı hareket edebilmede rol oynar. Mukus maddesi de su içerisinde hareket esnasında sürtünmeyi en alt düzeye indirir.

Balıklarda "motor" arkada bulunur. Kuyruktaki dalgalanmalar sayesinde hayvan ilerler. Ama bu hareket yüzünden balık yalpalama eğilimindedir. Vücutun stabilitesi ve üçüncü boyuttaki yönelimi her iki yanda bulunan yüzgeç çiftleri tarafından sağlanır. Hareket doğrultusunu ayarlamak ve hızlı azaltmak için de yan yüzgeçler kullanılır (yanda).

Dalgasız devinimle sonu olmayan bir vidaymış izlenimi uyandıran sırt yüzgeci balığın hareketinde önemli yer tutar. Ama hepsi bu değil; yurttalara karşı savunmada, balığın dikeni bir çabaya denizmesini sağlayarak etkin rol alır (altta).



Balıkların kırmızı kaslar normal tempolu yüzme hızlarında işlev görürken, beyaz kasları ani kasılmalar gibi hızlı hareketlerde kullanılır.



Balıkların ağırlık merkezleri genellikle hava keseleri içinden geçer. Balıkta dengenin bozulması halinde çift yüzgeçlerin çok küçük hareketleriyle balık yeniden dengeyi sağlar veya herhangi bir pozisyonda tutulur. Çeşitli derinliklere uyum sağlama ise hava kesesindeki gazın azaltılıp, çoğaltılmasıyla olasıdır.

Sindirim Sistemi

Sindirim ağızda başlar, ağız dudaklı ya da dudaksız olabilir. Bu konum beslenme alışkanlığına göre değişim gösterir. Su yüzeyinde beslenenlerde ağız dorsal, tabanda beslenenlerde ventral ve farklı derinliklerde beslenenlerde terminaldir. Büyük çoğunluğunda besinleri yakalayabilmek için çenede çok sayıda konik diş bulunur. Bunların dışında ağız boşluğunda ve dil üzerinde de dişler bulunabilir. Dişlerde, orta kısımda dentin maddesinden yapılmış bir öz ve bunu kuşatan mine örtüsü bulunmaktadır. Çoğunda besin bütün halde yutulduğundan yutak bölgesinde geçişi kolaylaştırmak amacıyla çok sayıda mukus bezi vardır. Bu mukus salgısı herhangi bir sindirim enzimi içermez. Dil, yapı olarak küçüktür ve ağız boşluğunun tabanına yapışmıştır; solunum suyunun hareket ettirilmesinde görev alır. Yutağın her bir yanında solungaçlar bulunur. Yutaktan sonra kısa bir özofagus ve sonra mide yer alır. Bazı balıklarda mide ile ince bağırsak arasında bir kapakçık daha bulunur. Midenin son kısmında pyloric uzantılar denen kör bağırsak yer alır. Bu uzantıların bazı salgılar salarak sindirime yardımcı oldukları ve fazla besin maddesinin emilmesinde görev aldıkları sanılmaktadır.



Vücut boşluğunun ön kısmında büyük bir karaciğer, bunun içine gömülü safra kesesi ve bir safra kanalı vardır. Pankreas az gelişmiş olup, genellikle belirgin değildir. Bazılarında ise sadece endokrin kısmı gelişmiş ve sindirim enzimlerini salgılayan kısım tümüyle körelmiştir.

İnce bağırsak ise değişik uzunlukta olup, uzunluğu balığın beslenme biçimine göre değişiklik gösterir. Örneğin, etobur türlerde düz ve kısa, otobur türlerde ise oldukça uzun, kıvrımlı ve aynı zamanda jolbudur. İnce bağırsağı kalın bağırsak izler ve kalın bağırsağın kalınlaşmış son kısmı rektumdur.

Dolaşım Sistemi

Kemikli balıklarda dolaşım sistemi kıkırdaklı balıklara benzerlik gösterir. Besin, su ve oksijenin metabolizma süreçlerinin yıkım ürünü olan CO₂ ile diğer atık maddelerin ve hormonların dokulara taşınması kan aracılığıyla olur. Kanın vücuttaki dolaşımı ise kaslı yapıdaki kalbe yüklenmiştir. Kalp, sinus venosus, bir kulakçık ve bir de karıncık içermektedir.

Balıkların dolaşım sistemi, diğer omurgalılarda olduğu gibi, kan ve lenf dolaşımı olmak üzere

iki ayrı dolaşımından ibarettir. Kemikli balıklarda kan dolaşımının, sürüngenler, kuşlar ve memelilerden başlıca farkı, solungaçlarda temizlenen kanın vücuda dağılmadan önce kalbe geri dönmemesidir.

İşlevi ve dağılışı açısından toplardamarlara benzeyen lenf sistemi ise, hücreler arasında kapalı bir uçla son bulan lenf kılcal damarları ve bunların birleşiminden oluşur.

Balıkların kanı, karada yaşayanlara (omurgalı) göre daha donuk renkli ve miktar bakımından da daha azdır. Kanda, oval yapıda çekirdekli alyuvarlar ile, değişik şekiller gösteren akyuvarlar bulunur. Midenin yakınında bulunan büyük ve kırmızı renkli dalak, dolaşım sisteminin bir parçasıdır.

Solunum Sistemi

Balıklar solungaçlarıyla solunum yapar. Temel olarak bir solungaç, çok sayıda kılcal damar ve ince bir hücre tabakasından meydana gelen ipliklerden ibarettir. Solungaçlardaki gaz değişimi, solungaç çeviren su ile solungaç iplikleri üzerinde dolaşan kan arasında olur. Balıklarda solungaçlar, yutağın her bir yanında ve operkulumların (solungaç kapağı) altında dörder çift solungaç yayı üzerinde yer almıştır. Solungaç yayının iç kısmında solungaç dikenleri vardır. Bu dikenler, balığın yutduğu sert cisimlere karşı solungaçları korur. Aynı zamanda yutulan besinlerin solungaç yarıklarına girmesini önler. Solunum sırasında operkulum kapatılır, ağız açılır ve su

açık halde bulunan ağıza girer. Sonra ağız kapatılır, operkulum açılır ve bu sayede su solungaç yarıklarına geçer. Bu sırada, solungaç ipliklerindeki kılcal damarlarda bulunan kirli kan, içerisindeki CO₂'i suya vererek, yerine suda ki erimiş O₂'i alır.

Özetle balıklar suyu ağızdan içeri alır, solungaç iplikleri üzerinden geçirir ve vücut yüzeyindeki bir açıklıktan dışarı atar. Böylelikle solungaçlar üzerinden fazla miktarda su geçer ve bu su ne kadar fazla olursa, balık da o kadar fazla oksijen almış olur.

Bazı balıklar su dışında da yaşayabilir. Örneğin yılan balığı, bazen ıslak çayırda, geceleri kurbağa avlarlar. Hindistan'da yaşayan tırmanıcı levreklerden *Anabas*'ın yaşamının büyük çoğunluğu, ağaçlara tırmanmakla geçer. *Anabas*'ın bir gölden diğer bir göle karadan geçtiği de gözlenmiştir.

Boşaltım Sistemi

Balıkların temel boşaltım organı böbrektir. Salgıların bir bölümü de deri, solungaçlar ve sindirim yolu ile vücuttan atılır.

Balıklarda iç ortamın dengesini korumada çok büyük katkısı olan böbreğin ve diğer boşaltım



sistemi elemanlarının özel bir önemi vardır. Buldukları ortamın tuz yoğunluğu, vücudun tuz yoğunluğundan fazla olduğundan, su dengelerini korumaları, yani çok su kaybetmemeleri gerekir. İşte bu nedenle, oldukça fazla deniz suyu içen tuzlu su balıkları, böbrekleri sayesinde suyun büyük bölümünü vücutta tutarak tuzun çoğunu dışarı atarlar.

Tatlı su balıklarında ise durum farklıdır. Buldukları ortamın tuz yoğunluğu kendilerine gerekenden azdır; bu nedenle çok az su içer ve alınan suyun büyük bölümünü boşaltırlar. Kendilerine gerekli olan tuzu ise besinlerinden ve solungaçları ile ağzın içindeki deride bulunan özel hücrelerden sağlarlar.

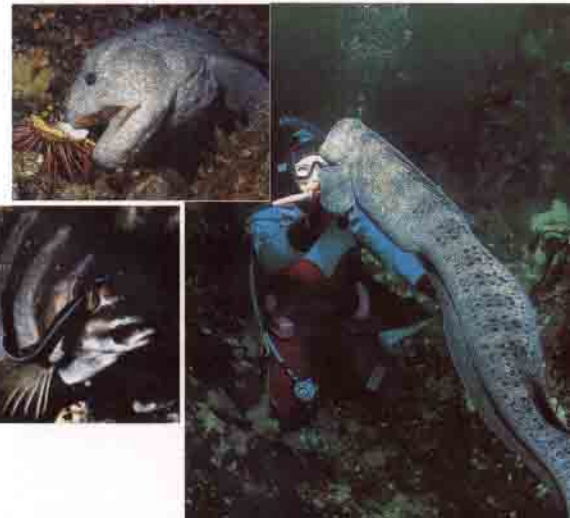
Sinir Sistemi

Balıklarda da vücut etkinliklerinin eşgüdümünden ve bu etkinliklerin çevreden gelen uyarılarla bütünleştirilmesinden sorumlu temel mekanizma sinir sistemidir. Bu sistemin birleştirici ögesi de beyin ve omurilikten oluşan merkezî sinir sistemidir.

Kemikli balıkların beyinde, bazı özel duyu organlarına ait bağımsız merkezler gelişmiştir.

Koku alma merkezi de denilen ön beyin genellikle büyüktür ve tümüyle koku alma sinirleriyle kuşatılmıştır. Bazı balıklarda ön beyin, diğer davranışların düzenlenmesinde de etkindir. Örneğin, *Tilapia*'da ön beyin çıkartıldığında, yavru bakımı davranışlarında dengesizlikler ortaya çıkmıştır.

Kemikli balıklarda ara beyin iyi gelişmemiş olup, optik sinirlerin çoğu burada değil, orta beyinde son bulur. Bu bölgenin dorsalında yer alan pineal cisim, göz benzeri bir yapı gösterir. Ara beyin ışığa karşı duyarlıdır. Burada, gözleri oluşturan bölgelerin dışında, ışığa karşı duyarlı hücreler bu-





lunmaktadır. Hipotalamus ise oldukça gelişmiştir. Orta beyin, beynin en gelişmiş bölgesidir. Çeperleri çok kalın olup, bu bölge görme sinirlerinin beynine bağlandığı kısımdır. Yine omuriliğin duysal kısımlarından, yan çizgi sisteminden ve tat alma organından gelen sinirler orta beyinde beyine bağlanır ve orta beyinin öğrenme ile de ilgisi vardır. Arka beyin elektrik uyarıların almında, dengeyi sağlamada ve yön saptamada görev alır. Son beyin ise, beyin ile omurilik arasındaki bağlantıyı sağlar. Ayrıca solunum, vücut renginin ortama göre değişmesini ve osmotik basıncın düzenlenmesini sağlayan bir merkez olarak çalışır.

Sinir sisteminin bir kolu olan otonom sistem, salgı bezi ve organ etkinliklerinin düzenlenmesine yardımcı olur.

Dokunma Duyusu

Kemikli balıklarda dokunma duyusu çok iyi gelişmiştir. Vücudun değişik kısımlarında bulunan serbest sinir uçları veya primer duyu hücreleriyle dokunma ve basıncın hissedilmesi sağlanır. Bıyıklarda, baş ve yüzgeçlerde, sıcaklık ve basınç değişimlerini algılamaya, besini ve düşmanları hissetmeye yarayan sinir tomurcukları bulunur.

Koku Alma Duyusu

Koku alma duyusu hemen tüm balıklar için büyük önem taşır. Örneğin çok küçük gözleri olan bazı yılan balıkları, besinlerinin yerini tespit etmede koku alma duyularına çok güvenirlir.

Kemikli balıklarda, burunda genellikle iki delik bulunur, öndeki burun deliğinden giren su arka delikten çıkarken içerisinde erimiş halde bulunan kimyasal maddelerin kokuları koku alma epiteli tarafından alınır ve koku alma sinirleriyle beyin ön beyin bölgesine iletilir. Böylece burun çok uzaktaki besinlerin bulunmasına yardımcı olur; ancak, burun deliklerinin solunumda bir işlevi yoktur, dolayısıyla yutak ile bağlantısı da bulunmaz.

Görme Duyusu

Kemikli balıklarda kornea tabakası daha düzdür ve merceği küre şeklindedir. Mercekler birtakım kaslarla yassılaştırılarak göz uyumu sağlanmıştır. Karaya çıkan balıklarda gözler, suda olduğu ka-

Méran (Fr.), balıklar dünyasında az rastlanan bir özelliğe sahiptir: Üç boyutlu görebilme. Gözlerini arkaya doğru oynatarak elde ettiği bu rölüf algı, balığın yıldırım gibi saldıracığı avına olan uzaklığı hassas olarak anlayabilmesini sağlar.



dar görebilir. Bazı türlerde gözler yatay siyah bir bant ile iki bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerin üst kısmı havada, alt kısmı ise suda görmeye uyum sağlamıştır. Bazı balıklarda ise gözler belli bir yöne doğru çevrilmiştir. Örneğin teleskop gözlü balıklarda gözler yukarı doğrudur ve başka bir tarafa yönlendirilemez. Bazı mağara balıklarında da göz bulunmaz.

İşitme ve Ses Çıkarma

Balıklarda en önemli ses üretim mekanizmalarının başında yüzgeçler, çenedeki parçalayıcı ve öğütücü dişler, kemikler, iskelet, yüzme kesesi solungaçlar ve kaslar gelir.

Aslında uzun yıllardan beri balıkların duyma hissinin işleyişinin ve bazı cinslerde bu hissin şaşılacak derecede gelişmiş olduğunun bilinmesine rağmen, balıkların dilsiz olduğu sanılıyordu. Oysa ki Charles Darwin bile Seksüel Seçme adlı yapıtında yıllar önce bu konuyu şu şekilde değerlendiriyor: "Dikkate alınması gereken bir nokta da, balıkların bazılarının müziksel olduğu söylenen çeşitli gürtlütler çıkardığının bilindiğidir. Bu konuyla özellikle uğraşmış olan Dr. Dufossé farklı balıkların şu birkaç yoldan isteyerek sesler çıkardığını söylemektedir: Yutak dolayındaki kemikleri sürterek bir davul gibi iş gören yüzme (hava) kesesine bağlı belirli kasların titreşimiyle, yüzme kesesinin ana kaslarının titreşimiyle. Trigla, bu sonucu yoldan yararlanarak, boğuk ve hemen hemen bir oktav içinde değişen kusursuz sesler çıkarmaktadır... Avrupa denizlerindeki gölge balıklarının, bir davulunkini andıran seslerinin yirmi kulaç derinden işitilebildiği söylenmektedir; ve Rochelle'li balıklar, 'yumurtlama zamanında yalnız erkekler gürtlütü eder ve bu gürtlütüyü yansıtılarak onları olumsuz tutmak da olanaklıdır', demekteler".

1970'li yıllarda biyoakustikçiler, yaptıkları çalışmalarla çok sayıda balık türünün ses çıkartabildiğini saptamışlardır. Örneğin, Amazon bölgesinde yaşayan 2000 balık türünden 700-1000 kadarı ses çıkartma yetisine sahiptir. Bunlar arasında, özellikle yayıncılar ve som balığı türleri önde gelir. *Phraoctcephalus hemiliopterus*, Amazon yerlileri arasında Pirara olarak adlandırılan bir balıktır. Bu balık yaklaşık 1 metre boyundadır ve bazen 100 kg. ağırlığa kadar ulaşabilir; özellikle gelişmiş solungaç sistemine sahiptir. Balık, su ve havayı, sıkı durumda olan solungaç kapaklarına doğru büyük bir basınçla üflendiğinde, bir filin bağrışını andıran trompet sesleri oluşur. Eğer bir Pirara balığı oltasına takılırsa, nehrin yüzlerce metre ötesinden dahi trompet sesleri duyulabilir.

Çıkan sesler aynı insan sesi gibi frekanslara sahiptir. Piraralar çok yüksek tonda trompet sesini çıkartırken, sadece solungaç kapaklarından yararlanırlar.



Zargana bir denizaltı gibi aşağıdan saldırarak avlarını gafli avlar. Kafatasının tepesinde bulunan, periskopa benzeyen gözlerin konumu bu avlanma biçimini kolaylaştırır.



Bu pisi balığında olduğu gibi yassı balıklarda gözler, larvının gelişimi sırasında tek tarafa göç eder. Zamanlarının çoğunu dipte kamufle olmuş biçimde tek tarafları üzerine yatarak geçiren bu balıklar için iki gözün de aynı yanda olması kendilerine özgü bu yaşam biçimleriyle doğrudan ilişkilidir.

Yine Amazonların yenilen balık türlerinin başında gelen, som balığı familyasından Jaraqui (*Prochilodus insignis*)nin sadece erkekleri ses çıkartma yetisine sahiptir. Üreme zamanlarında yüzlerce km.'ye varan yumurtlama gezisine çıkan ve belli bir yumurta yatağına varan erkekler, yılın birkaç akşamını kıyı boyunca şahane konserler verecek geçirirler.

Prof. Schaller'e göre bu balıkların vücutlarının sağında ve solunda yüzme kesesi bölgesinde değişken kaslar bulunuyor. Bu kasların değişkenliği ise yalnız yumurtlama zamanında kendini gösteriyor ve ancak mikroskopta fark ediliyor. Bu kaslar çok seri olarak kasılıp, saniyede 100 titreşimi bulan sallanma frekansına erişiyorlar. Bu nedenle de yüzme kesesinde güçlenen ve bütün vücuda yayılıp su yüzüne çıkan bir homurdanma sesi oluşuyor. Bu ses durduğu yerde çalışan ve devamlı gaz verilen bir motorsikletin gürtlütüne benziyor. Aynı anda yüzlerce balık bu sesi çıkarırsa büyük bir gürtlütü meydana geliyor. Ancak ses titreşimleri su yüzeyine dağıldığında, sesin nereden geldiği anlaşılabilir.

Kuş seslerini andıran güzel civıltılar ise, Amazon yerlilerince Mandim olarak adlandırılan toplu olarak yaşayan, yayıncılardan küçük boylu bir balığa ait. Mandimlerin göğüs yüzgeçleriyle çıkardıkları kuş civıltıları, kendilerini yaklaşan tehlikeden korumak ve düşmanı tehdit etmek içindir. Bu sesler göğüs yüzgecinin öne arkaya hareket ettirmesiyle oluşur.

Tat Alma Duyusu

Kemikli balıklarda en iyi gelişmiş duyu organlarından biri de tat alma organıdır. Tat duyusu ağız boşluğunda, başın ve vücudun bazı bölümlerinde bulunur. Yine bazı balıklarda bıyığa benzer uzantılar, yardımcı bir tat organıdır. Tat alma organlarının, koku alma organı üzerinde bir denetim görevi de vardır.

Yan Çizgi

Balıkların bir diğer duyu sistemi de, ilkel kurbağa ve gelişmiş kurbağa larvaları dışında sadece balıklara özgü olan yan çizgidir. Bu sistem, vücudun her iki yanında boyuna uzanan noktalar veya kesik çizgiler şeklinde olup, sistemin duyu hücreleri, deri altındaki bir kanal içerisinde yer alır. Dış ortamda olabilecek çok küçük basınç değişimleri ve su dalgalanmaları, bu organlarla saptanır.

Üreme Sistemi

Kemikli balıklarda biseksüel, hermafroditik ve partenogenetik olmak üzere üç çeşit üreme görülür.

Biseksüel çoğalmada erkek ve dişi olmak üzere iki ayrı birey bulunur ve döllenme için, erkek birey spermeleri, dişi birey ise yumurtaları taşır. Erkeklerinde, testisler genellikle çift; bazı türlerde ise arka kısımda birbiri ile birleşmiş durumdadır. Testislerin büyüklüğü türe, üreme mevsimine bağlı olarak değişiklik gösterir.

Ovariumlar da genelde çifttir. Bazı türlerde birbiri ile birleşip tek hale gelmiş olabilir. Yumurtalar yumurta kanalı ile taşınır.

Hermafroditik çoğalmada ise gerek testisler gerekse ovariumlar aynı birey üzerinde bulunur ve kendi kendini döllenme görülür. Örneğin hanigiller (*Serranidae*) türlerinden bazılarında gerçek bir hermafroditlik görülür. Alabalıkların (*Salmonidae*) bazı türlerinde de hermafroditlik vardır.

Partenogenetik çoğalmada ise, yumurta döllenmeden bir birey meydana getirebilir. Yine partenogenetik çoğalma içinde anabileceğimiz ginogenezis türü üremede ise dişiler üremek için erkeğe gereksinim duyar; ancak bu gereksinim sadece segmentasyon, yani bölünme (embriyonu meydana getirmek üzere zigotun parçalara bölünmesidir. Zigot önce ikiye, sonra dörde sonra sekize bölünür. Bölünmeler devam eder ve sonunda embriyo oluşur) için uyanılmak amacıyla olur. Spermiler yumurtayı döller ve oluşan yavruların cinsiyeti tamamen dişidir. Örneğin Amazon'da yaşayan *Poecilia formosa*'nın dişileri bu yolla çoğalır ve meydana gelen yavrular yalnızca annelerine benzer.

Balıklar genellikle ovipardır; yani çok sayıda yumurta üretirler. Ancak bu durum türe, yaşa ve büyüklüğe bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin deniz iğnesi 200 yumurta bırakırken, pervane balıkları 300 milyon kadar yumurta bırakabilir. Ne var ki, bırakılan bu yumurtaların ancak % 15 kadar gelişebilir.



Fotoğrafın flansında kırmızı gözükten dev sincap balığı, gerçekte avına görünmezdir. Bunun nedeni, mağaraların kuytularında ya da alacakaranlığın gölgesinde kırmızı rengin farkedilmemesidir ve balık bir hayalet gibi süzülür.



Belirli bir alanı sahiplenen türlerde, bu melek balığındaki mavi ve turuncu gibi canlı tamamlayıcı renkler, balığın kendini göstermesi için mükemmel bir araçtır.

Vivipar ya da ovovivipar balıklar ise her defasında birkaç yavru yumurtlar. Vivipar balıklarda yumurta, gelişimini, balığın ovariumunda tamamlarken, ovovivipar balıklarda döllenme ovariumunda olur; ancak yumurta gelişimi ovarium dışında bir yerde gerçekleşir. Yine bu balıklarda yavru, gelişimini vücut içinde tamamlar ve yumurta açılmadan, kabuklu olarak dış ortama bırakılır. Yumurta dış ortamda kabuğunu çatlatır. Viviparlarda ise yumurta dişi hayvanın vücudunda açılır ve yavru canlı olarak vücut dışına bırakılır. Ovipar balıklarda ise, yumurta gelişimini vücut dışında, uzun bir sürede tamamlar.

Korunma Mekanizmaları

Balıkların, kendilerini avlayanlara, yani düşmanlarına karşı korunma mekanizmalarını harekete geçirmeleri kaçınılmazdır. Bu mekanizmaların başında hızlı yüzmeleri, kuvvetli çeneleri, iyi gelişmiş duyu organları ve beyinleri gelir. Bunların yanında pulları üzerinde bulunan diken şeklindeki uzantıları, zehir bezleri, elektrik organları, ışık organları, vs., ile korunanlar da vardır. Bu tür balıkların zehirleri genelde vücutlarının belli yerlerindeki dikenlerde, kaslarda, cinsiyet organlarında ve onlara yakın organ (karaciğer, dalak, bağırsak, mide) ve kanallarında bulunur. Bu zehirlerin etkisi, özellikle yumurtlama mevsiminde daha da artar. Zehir etkisi buldukları yere, boyuna göre de farklılık gösterir.

Balık zehrinin bileşimi, tıpkı bitkisel koloidlere benzer; alkali reaksiyonlu, azotlu, kristalize olabilen maddeler içerir.

Balıklardan zehirlenme, besin olarak tüketilmesi, zehirli salgılarının, kan ya da serumlarının bulaşması ve zehirli dikenlerinin batması ile olur.



Kaynaşmış dişleri yetmiyormuş gibi papağan balığının farinksi bitkileri ve mercanları kesmek, ezmek ve öğütme için kullanılır ve böylece ikinci bir çene işlevi görür.

Keskin dişlerle bezeli leyrek gagasıyla zargana avını yüzeye yakın yerlerde arar.



Pusudaki meron avının üzerine saldırr: Uzayabilen üst çene emme etkisi yaratarak öne doğru uzanırken içe dönük küçük dişler ve büyük köpek dişleri kurbannı kurtulma olanaklarını tamamen ortadan kaldırır.

Örneğin Türkiye sularında da yaşayan *Trachinidae* familyasına mensup balıklar, kışı 100 m.'ye kadar olan derinliklerde geçirip, ilkbahar ve yaz aylarında üremek üzere sığ sahillere gelirler. Ağustos ve eylül aylarında da yumurtlar. Bu sırada da yaşamlarının önemli bir kısmını kumda gömülü olarak geçirirler. Kumda gömülükken, başları ile zehir taşıyan sırt yüzgeçlerinin ilk dikenini dışarda bırakırlar. Bu balığın üzerine basarlarda ya da avlanan balıkçılarda ciddi yaralanmalar olabilir.

Zehirin, hem sinir sistemine, hem de kalbe yönelik etkisi vardır. Zehirli diken, doğrudan toplar damara batarsa durum daha da ciddileşir, hatta ani ölüme bile sebebiyet verebilir.

Elektrik organlar da korunma ve av yakalama amacıyla kullanılır. Örneğin Amazon'da yaşayan ve boyu 2.5 m. olan elektrikli yılan balığı, karn tarafının arkasındaki tüm kasları jelatinimsi bir kütle haline dönmüş olup, birkaç yüz volt elektrik üretebilir. Sığ bataklıklarda yaşayan bu balıklar, insanları da çarpabilir.

Balıklar ışık organları ile ani ışın çıkararak düşmanını korkutur. Işık organları derideki mukus bezlerinin değişmesiyle meydana gelmiştir. Örneğin, derin deniz balıklarından *Ceratias* dorsal yüzgecinin uç kısmından ışık çıkarır ve avlarını bu tuzak sayesinde yakalar.

Düşmanı korkutmak amacıyla kullanılan renkler genelde siyah bir leke şeklinde olup, hayvanın da tehlikeli olduğunu işaretidir. Örneğin Trokonya balığının birinci dorsal yüzgecinde siyah bir leke bulunur. Bu balığın zehirli olduğunu dorsal yüzgecindeki lekeden fark eden diğer canlılar, herhangi başka bir balıkta böyle bir leke görünce, zehirli olmasa bile ona kesinlikle yaklaşmazlar.

Gülgun Akbaba

Kaynaklar

Brock I. "When Once We were Fish", New Scientist 5 Ağustos 1995.
Darwin C. Seksüel Seçme, Onur Yayınları, 1. Baskı 1977.
Forey L.P. "Coelacanth", Kasım 1989.
Kandiller B. "Cinsiyet Değişiren Balıklar", Bilim ve Teknik Dergisi, s.187, 1983.
Karol S. Zooloji Terimleri Sözlüğü.
Kuru M. Omurgalı Hayvanlar, Erzurum, 1977.
Rosson P.P., Pilorge T. "Resifteki Festival", Science and Vie, Temmuz 1995.
Yıldırım C. Evrim Kuramı ve Bağnazlık, İstanbul, 1989.



Fener balığı kamuflaj yöntemi olarak kendisini renk değiştirmeyi seçmiştir. Derisi, üzerinde bulunduğu zeminin rengini alır. Pigmentlerin yoğunluğundaki değişimlere dayanan bu etki, iskorbit balığında, balığın dış çizgilerinin algılanmasını zorlaştıran düzensiz deri tümörleriyle daha da güçlenir.