

# Mercan Resiflerindeki Patolojik Sendromlar



Bahamalar'da Andros Adası'nın yanındaki yama resifinin üst kısımları tamamen küçük ve düzensiz Porites astreoides kolonilerinden oluşmuştur. Resifin beyaz renkli kısımlarında doku beyazlaması hastalığı (TBL) sonucu ölmüş mercanlar bulunmaktadır.

*Birleşmiş Milletler çevre Örgütü'nün bugüne değin yaptığı çalışmalara göre dünyadaki mercan kayalıklarının yüzde 10'u tamamen ölmüş, yüzde 58'i ise ağır hasarlı durumdadır. Mercan resiflerindeki patolojik sendromlar, kimyasal kirlilik, dinamit, zehir ve trolle yapılan bilinçsiz balık avcılığı ekolojik dengeyi bozmaktadır.*

**Sedef Babayiğit**

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi  
sedef.babayigit@mynet.com

**Sevim Tuzcu**

MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi  
sevim@mta.gov.tr

**M**ercan resiflerindeki patolojik sendromlar iki belirgin kategoride ele alınabilir; patojen olmayan ve patojen hastalıklar. Birinci grupta, hastalık oluşumunda ortaya çıkan hastalık yapıcı etkenler bulunmaktadır; fakat patolojik şartlar yada reaksiyonlar dış etkilerle başlatılır. Doku beyazlaması (Tissue Bleaching-TBL), Kapanma reaksiyonu (Shut Down Reaction-SDR), Beyaz şerit hastalığı (White Band Disease-WBD) patojen olmayan hastalıklardır. İkinci grupta hastalık oluşumu, belirgin bir hastalık yapıcı etkenin bulunmasına bağlıdır. Bu grupta ise; Siyah şerit hastalığı (Black Band Disease-BBD), Siyah aşırı büyüyen mavi-yeşil algler (Black Overgrowing Cyanophyta-BOC), Siyah saldırgan şeritler (Black Aggressive Band-BAB), Bakteri enfeksiyonları (Bacterial Infection-BIN) ve Mantar enfeksiyonları (Fungal Infection-FIN) yer almaktadır. Bu bölümde yeni keşfedilen ve resif yapıcı coralline alglerdeki öldürücü sendromdan da bahsedilmiştir.

Mercan patolojisi, mercan resifi biliminin en küçük ve en yavaş gelişen yan dallarından birisidir. Patolojik sendromlar üzerine ilk çalışmalar son yıllarda yapılmaya başlanmıştır. Bu tarihten itibaren bilinen bazı hastalıkların patojenliği, özellikle beyaz şerit hastalığı (WBD) ve siyah şerit hastalığı (BBD) farkedilen bir oranda artmıştır ve birkaç yeni hastalık bunlara eklenmiştir. WBD ve BBD'nin de yer aldığı eski hastalık listesi, Bakteriyel enfeksiyon (BIN) ve Kapanma reaksiyonu (SDR) hastalıklarını da içermektedir. Mercan beyazlaması yada doku beyazlaması (TBL) olarak adlandırılan yeni sendromlar güncel başlıklar halinde yayınlanmaktadır. Az bilinen mavi-yeşil alglerin aşırı büyümesiyle ilgili ilk yayın 1993 yılında Antonius tarafından yapılmıştır. Siyah saldırgan bant hastalığından da burada bahsedilmiştir. Fakat henüz bu konuda detaylı araştırmalar yapılmamıştır. Nispeten yeni ortaya çıkan diğer bir hastalık; mercan resiflerinin mantar enfeksiyonlarıdır. Diğer taraftan, çok yeni keşfedilen, resif oluşturan coralline alglerdeki portakal rengi ile belirgin öldürücü hastalıklardan da (LOD) bahsedilmiştir.

Mercanlardaki patolojik olmayan hastalıklar dendiğinde akla gelebilecek olan patolojik durumlar ortamsal etkilerle yada bazı bi-

yolojik etkenlerle başlatılır. Doku beyazlaması (Tissue Bleaching, TBL), Kapanma reaksiyonu (Shut Down Reaction, SDR) ve Beyaz bant hastalığı (White Band Disease, WBD) gibi hastalıklar, beyaz sendromlar (White Syndromes, WS) başlığı altında toplanabilir.

Panama'da doku beyazlaması (Tissue Bleaching-TBL) konusundaki ilk yayınları Karayipler'deki araştırmalar izlemiştir ve mercan beyazlamasıyla ilgili onbir makale içeren özel mercan resifleri kitabında toplanmıştır. Bleaching (beyazlama, ağarma) terimi, zooxanthellae sayısındaki azalma ve fotosentetik pigmentlerin kaybolması yada bu iki etmenin kombinasyonu ile mercan dokusundaki renklerin kaybolmasını ifade etmektedir.

Yükselen deniz suyu sıcaklıkları beyazlamanın esas nedenidir. Bu olayların bazıları El Nino olarak bilinen mevsimsel rüzgarların oluşturduğu dalgalara bağlıdır. El Nino ile ilişkili deniz suyu ısınması Panama ve Endonezya kadar uzak coğrafi yörelerde gözlenebilmektedir. Bu olaylar genellikle sığ denizel ortamlarla ilgilidir. Derin denizel ortamlardaki TBL, sıcaklık değişimi olmaksızın açıklanamayacak şekilde geniş yayımlı olarak süreklilik taşır. Atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki genel yükselme, endüstriyel deniz suyu kirlenmesi ve tatlı suların yüzey akıntısı TBL'ye neden olabilir, sedimantasyon stresinin ise doku beyazlaması ve yumuşak mercanlardaki çürüme (nekroz)ye neden olduğu görülmektedir. TBL yeterince öldürücü etkiye sahip değildir ve mercanlar genellikle ortamsal koşullara ayak uydurup (simbiyoz) ortak yaşama tekrar geri dönebilirler. Fakat, beyazlama olayının, dokuların biyolojik kütlelerinin gelişimi ve üreme oranının devamlılığı üzerinde negatif bir etkisi vardır ve eğer bu olayların sonuçlanması yeterince çok zaman alırsa, bu şartlar sonuç olarak numunenin ya da resif alanının tüm kesimlerinin ölümüne neden olabilir.

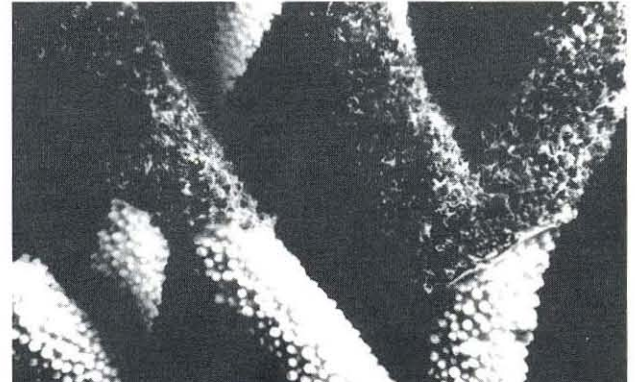
Mercan üzerindeki sürekli stres canlıyı öldürmeyebilir, fakat felaketle sonuçlanacak olaylara sebep olabilir. Akvaryum deneyleri ve arazi gözlemleri, yarı öldürücü

stres (sıcaklık, sedimantasyon, kimyasal kirlilik v.b.) altında bulunan, fakat henüz beyazlamaya başlamamış olan mercanların sağlıklı bir mercana asla zarar vermeden zararsız ek etkilerden dolayı ölümünü nedenliyebilir.

Mercan yüzeyindeki basit bir tahriş (kazıntı, yara) ile başlayan ve mercanı çok hızlı bir şekilde öldürebilen sendrom Shut-Down Reaction; Kapanma Reaksiyonu ya da SDR olarak adlandırılır. Hastalığın oluşumu ve gelişimi, yaranın kenarlarından başlayarak ani ve tam olarak mercan dokusu bozunması olarak açıklanabilir. Kalın su kabarcıkları, iskeletin soyulmasına ve arkasında doku kalıntısı olmayan tamamen aşınmış mercan iskeleti bırakmasına neden olur. Başlangıçta doğal masif mercanlarda genişleyen daireler şeklinde ilerler, ya da dallı formlarda dallar boyunca hareket eder; dalların tüm kenarlarına yayılır ve dalların birleşme yerine ulaşır. İşlemin hızı saatte 10 cm'dir ve gözlenebilecek kadar hızlıdır. SDR'yi tehlikeli yapan onun son derece bulaşıcı olmasıdır. SDR, stres altında bulunan komşu kolonilere temas yoluyla geçebilir. Çözünerek yüzen hastalıklı parçanın dokunması ile doku kirlenebilir ve SDR üretilebilir. Belirgin derecede stres altında bulunan mercan resiflerinde, SDR felaketle sonuçlanabilecek olaylar zincirini başlatabilir.

Üçüncü patojensiz mercan hastalığı Beyaz Bant (White Band Diseases-WBD) hastalığıdır. Bu isim, doku yıkımının önündeki hareketin canlanmasının genellikle görünür olduğu beyaz mercan iskelet bantlarını ifade etmektedir. Bu ön, mercan kolonisinin karşısındaki basit iç yüzdür ve günde birkaç milimetre oranında ilerler. WBD ilk olarak Karayipler Denizi'nde Acropora palmata ve bazı mercan cinsleri üzerinde gözlenmiştir. Fakat daha sonra Indopasifik'te pekçok Sclerectinian mercan üzerinde de WBD gözlemlendiği yayınlanmıştır.

Yıllarca süren gözlemler WBD'nin mercanlar üzerinde gözle görülür şekilde toksik olan mavi-yeşil algler tarafından başlatıldığını kanıtlamıştır. Bu durum WBD'nin daima, mercan dokusunun aşırı büyümüş bentiklere do-



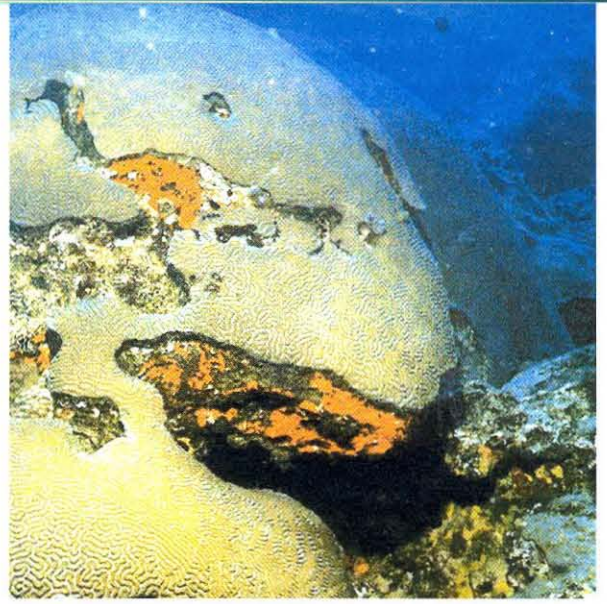
Dallı staghorn Acropora üzerindeki tipik siyah aşırı büyüyen Cynophytha (BOC) örtüsü. Koloninin beyaz alt kısımları henüz canlıdır (Solda). Acropora sp. üzerindeki siyah aşırı büyüyen Cynophytha (BOC) enfeksiyonunun yakından görünüşü. Sağdaki dalda hastalık belirgin şekilde mercanın büyümesini engellemektedir (Üstte).

kunduğu noktalarda veya hatlarda başlamasının bir nedenidir. Bu epibenthoslar, Chlorophyta'da oluşuyorsa ve yeşilse hiçbirşey olmaz, Fakat algal turf (çimen, çim, turba) Cyanophyta içeriyorsa ve koyu renkli ise bu WBD'yi başlatabilir.

Hastalık Yapıcı Etkenlere Bağlı (Patojen) Hastalıklar belirgin bir patojenin bulunmasına dayanan tüm sendromları içine almaktadır. Siyah Bant hastalığı (BBD) detaylı olarak tanımlanmış; siyah aşırı büyüyen mavi-yeşil alg (BOC) ve Siyah Saldırgan Bant (BAB) hastalıklarından ise sadece bahsedilmiştir. Bu hastalıklardaki patojen, genellikle gözle görülür şekilde koyu bant yada koyu aşırı büyüme olduğundan siyah sendrom (BS) terimi her birine uygulanabilir. Bakteriyel enfeksiyon (BIN), daha önceleri biliniyor olmasına karşın; mantar enfeksiyonu (FIN) daha yeni gözlemlenmiştir. Ölümcül portakal rengi hastalığı (LOD) ise resif oluşturan korallin algler üzerinde en yeni keşfedilen hastalıktır.

Black Band Disesae (BBD) tüm mercan hastalıkları içerisinde en iyi bilinenidir. Cyanophyte'in (phormidium corallyticum) neden olduğu Siyah Bant hastalığı Karayipler Denizi'nde keşfedilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda Indopasifik'in pek çok bölümünde de bu hastalığa rastlanılmıştır. Karayiplerde BBD sıklıkla Diploria strigosa ve Montastrea annularis üzerinde bulunmuştur ve Gorgonia'da olduğu gibi diğer scleractinian türlerinde de oluşmuştur.

Indopasifik'te değişik türler üzerinde BBD'nin oluşumu, çok ilginç coğrafik farklılıklar göstermektedir. Kızıldeniz'de bulunan ve en hassas tür olan retiformis, hızlı bozulabilen hassas gruba bağlıdır. Papua Yeni Gine'de, G. retiformis, bu hastalığa karşı daha bağışık olduğunu kanıtlamıştır ve burada karakteristik "immune - (bağışık-ı)" grubuna girmiştir. Bu bölgede BBD octocoral Heliopora coerulea üzerinde de bulunmuştur. Millepora, H. coerulea "Rezistant - (dayanıklı) (R)" grubuna konmuştur.



Birkaç yerden yaralanmış ve ölmüş olan geniş Diploria kolonisi. Öldürücü portakal rengi hastalık (parlak portakal renkli doku - LOC). Bu koloni Meksika körfezinde 20 m su derinliğindeki Flower Garden (Çiçek Bahçesi) Bankı üzerindedir.

Mercanlar üzerindeki patojenlik durumu, mikroskopik algal filamentleri çok özel şartlar altındayken BBD farkedilir. İlk ince algal nokta daha sonra gelişir ve mercan iskeletinin çizgili dokusunun merkezini saran algal yüzeye dönüşür. BBD, pek çok mercan dokusunu öldürerek haftada birkaç santimetre ilerler ve sonuçta aşınmış iskelet alanını oldukça genişletir. Küçük mercanlar, boyutlarına bağlı olarak birkaç gün ile birkaç haftada ölürlere. Daha geniş kolonilerde ise benzer zaman periyodundan sonra enfeksiyon kendiliğinden kaybolma eğilimi gösterir. Bunun nedeni ise algal patojenin bu mercanların düşey kenarları üzerinde yeterli ışığı alabilmesidir.

Görünüşte mercanlar diğer mavi-yeşil alg çeşitleri tarafından öldürülebilirler. Hint Okyanusu'nda Siyah Aşırı Büyüyen Cyanophyta (Black Overgrowing Cyanophyta-BOC) staghorn Acropora, Pocillopora, dallı ve masif porites, Favia stelligera ve diğerleri üzerinde gözlenmiştir. BOC bazen aşırı büyümüş mercanın üzerini kaplayabilir ve onun beslenmesine bile izin vermeden Siyah bant hastalığında olduğu gibi mercanı öldürebilir. Diğer taraftan, BOC aktif bir şekilde sızar ve iskeleti eriterek sonuçta mercanın yapısal olarak çökmesine sebep olur. BOC'nin sonuçlarından birisi de Beyaz bant hastalığını (WBD) başlatabilmesidir.

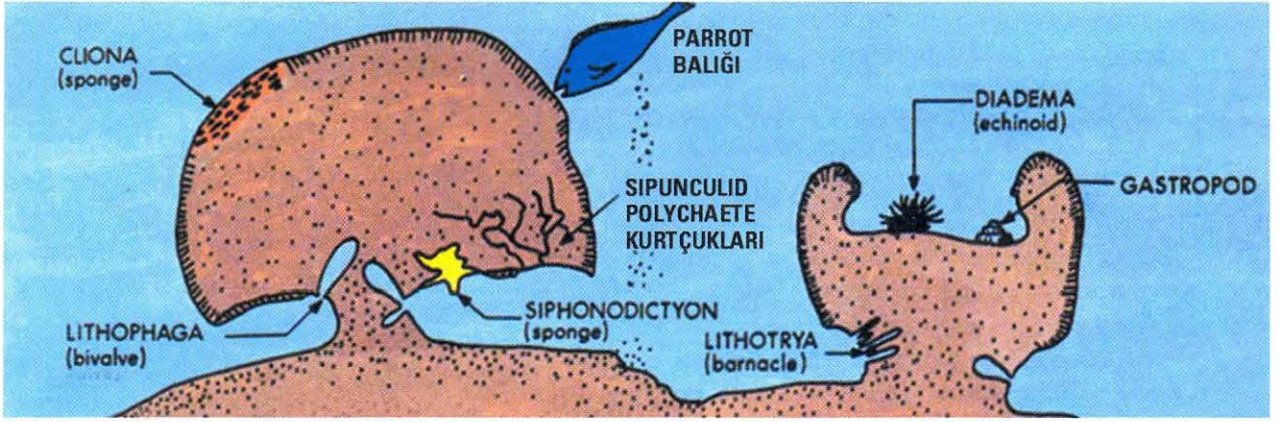
Colothrix crustacea, C. scapulorum, Hormothamnum solutum, Lyngbia confervoides, L. semiplena, Phormidium spongelliae ve Spirulina subtilissima cins ve türlerini de kapsayan Cyanophytic türler, bu BOC örtülerinin içerisinde izole edilmişlerdir.

Arazi gözlemleri, BOC örtülerinin mercanlara neler yapabileceğini açıkça göstermektedir.

Yeni bir hastalık olan Siyah Saldırgan Bant (Black Agressive Band-BAB) hastalığı, Mauritius'daki çalış-



Sağlıklı ve canlı mercan kolonileri. Kızıldeniz'in (Ras Umm Sid-Sinai) yaklaşık 4 m su derinliğinde bulunan Scleractinianlar ve Milleporalar



İki mercan kafası ve bunları biyoerozyona uğratan bazı organizmaların şematik gösterimi

malar sırasında Acroporaların üzerinde keşfedilmiş de- neysel ve tarafsız olarak adlandırılmıştır. Arazide bu has- talık BBD ile benzerlikler göstermektedir. Fakat BAB'de bant materyali daha incedir ve siyahdan çok gri görü- nümlüdür. Mikroskop altında BAB, parlayan beyaz mer- can iskeletiyle (çıplak gözle gri renkte görülmektedir) yo- ğun olarak paketlenmiş, siyah mikrodotlardan oluşmuştur.

Arazi koşullarında, patojenin doğasını tam olarak analiz etmek imkansızdır. İlk gözlemler Cyanophyte spi- rulina'nın türleri üzerindedir. BAB sığ lagünlerde bulunur. Kimyasal analizler deniz suyunda anormal oranda yük- sek fosfat içeriği olduğunu göstermiştir. Bu durum da BAB'ın fosfatla birlikte ilerlediğinin düşünülmesine neden olmaktadır.

Her türlü saldırıda mercanları koruyan esas madde salgılamış oldukları mukus dokusudur. Bu savunma şekli BBD saldırılarına karşı denenmiş ve iyi sonuç vermiştir. Mukus glikopeptit olduğunda ve bakteriler hücumu geçtiğinde, bakteriyel enfeksiyonlar istenmeyen etkilere sebep olur. Bakteriyel enfeksiyon (Bacterial Infection- BIN), bakteri benzeri bir film şeklinde mukus katmanının üzerinde yer alır. Sadece kuvvetli bir akıntı, uzaklara doğru enfekte olmuş dilimi atarak mercanı korur. Karma- şık bakteri silsileleri mukusu karbon ve nitrojen kaynağı olarak kullanırlar. Sonuçta büyük oranda mikrobik aktivi- teye neden olurlar. Mercan yüzeyinde çözülmüş oksijen konsantrasyonu daha sonra sifra indirgenir ve birkaç gün içerisinde mercan ölür. Son aşamada, hastalık mik- robik karışım *Desulfovibrio* ve *Beggiatoa* bakteri türleri ile baskın duruma getirilir.

Mercan resifleri üzerindeki mantar enfeksiyonu (Fun- gal Enfection-FIN) belirgin bir şekilde farklı bir biçimde görünmektedir. Alt phycomycetous mantarı, yıldız mer- canı *Montastraea annularis*'de BBD ile birlikte bulunabi- lir. Bak ve Laane 1987'de, Ascomycetous mantarının mercan resifi iskeletlerindeki yıllık siyah bantlarla birlikteli- ğini göstermiştir.

Andoman Adaları'nda hyphomycetous mantarı (*Scolecobasidium* sp.) Siyah Bant Hastalığı'ndan koru-

namayan mercanların ölü parçalarında bulunmuştur. Bu bölgesel hastalık için "FIN" kısaltması kullanılmıştır. FIN, mercan türlerinin koloni şekilleri olan *Porites lutea*, *Goni- astraea* sp., *Goniopora* sp. ve *Montipora tuberculo- sa*'da olduğu gibi masif yada levhamsıdır; fakat asla dallı değildir. Organizmaların zonlanmasını açıklayan ke- sitler, bazen mantar ile içiçe olan epilistik alglerle birlikte aşırı derecede büyür. Bundan sonra, sarımsı alg içeren yeşil bantlara yol veren ince mantar gelişim zonu yer alır. En aşağıda ise her zaman yoğun mantar gelişim taba- kası yer almaktadır. Yeşil bantın altındaki ve üstündeki zonlar 0.5 cm ile 1.5 cm genişliğinde kahverengimsi siyah renkte görünürler. Yoğun mantar gelişimi korallitterin et- rafında bulunur ve mantar, mercan iskeletinin daha derin kısımlarına doğru geçer.

Andoman Adaları'nda, mantar enfeksiyonu oluşu- mundan sorumlu herhangi bir kirlenme gözlenmemekte- dir. Fakat, siltlenme'nin FIN oluşumunda rol oynadığı dü- şünülmektedir. Birincil enfeksiyonların oluşumunun *Scolecobasidium* sp. ile birlikte sarı organizmalar nedeniyle, mevcut yaralar boyunca kolaylaştırıldığı da gözlenmek- tedir. Patojenin girişi mercan dokusundaki mantarın geli- şimi ve dallanması ile devam eder ve polip ölümü ile so- nuçlanır.

Resif yapıcı korallin algleri (*porolithon oncodes*) yok eden Ölümcül Portakal Hastalığı (Lethal Orange Disease-LOD) , Aitutaki Atolu'nda ve Cook Adaları'nda keşfedilmiştir. Pasifik Okyanusu'nda resif yapıcı korallin algler, özellikle *Porolithon oncodes*, resif tepesinde belli- başlı bir çimentolama ajanıdır. Bu, gelgit dalgalarına da- yanıklı resif tepesi kumsalların ve pek çok sığ deniz resif- lerinin esas korumasıdır. *Porolithon oncodes*'in LOD'den henüz tanımlanamayan bakteriyel patojenlerden dola- yı zarar görmesinin nedenleri araştırılmaktadır.

Öte yandan, diğer biyolojik tahribatlar olarak adlan- dirabileceğimiz olaylarda, çeşitli organizmalar belirli şart- lar altında aşırı büyüyen *Scleractinian*ları aşındırmakta- dir. Bunlar; kahverengi alglerden *Lobophora variegata*, süngerlerden *Terpios hoshinota*, *Cliona*, *Siphonodict-*

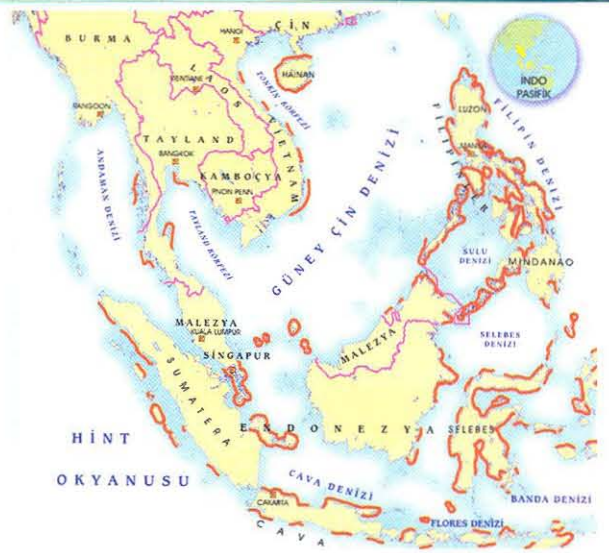
yon, zoantid *Palythoa* sp., oktokoral *Erythropodium caribaeorum* ve *Didemnidae* familyasıdır.

Mercan resifleri üzerinde yağmacılıkla geçinen diğer organizmalar, polychaetelerden *Hermodica corunculata*; gastropodlardan *Turbo*, *Drupella* ve *Cyphonna* cinsleri, birkaç deniz yıldızı, *Lithophaga*, *Lithotrya* ve en yıkıcı olanı ise *Acanthaster Planci*'dir.

Burada bahsedilen bütün hastalıklar ve patolojik sendromlar doğal şartlar altında oluşmaktadır. Görünüşte hastalıklar, sağlıklı resifleri tehdit eder durumda değildir. Buna rağmen anthropogenic etkiler bu senaryoyu değiştirmektedir. Kimyasal kirlilik, termal kirlenme, sedimantasyon ve doğrudan gerçekleşen fiziksel etkiler (deniz dibinin taranması, patlatma, bot çapaları, sürücüler vb.) gibi insanların yaratmış olduğu stresler, mercanların bünyelerinde önemli ölçüde yıkıcı basınçlara neden olmaktadır. Buna ek olarak, bu etkiler doğal hastalıkların etkilerini de büyük ölçüde arttırmaktadır. Her türlü kirlenme, mercanlar üzerindeki bakteriyel enfeksiyonları arttırmaktadır. Eutrophication (oksijen ortamının az, besin miktarının çok olduğu derin su altı ortamı) şartları altında Siyah Bant Hastalığı (BBB) gelişir ve normal şartlar hastalığa karşı bağışıklığı olan mercan türlerini yok eder. Ayrıca, bu etki Beyaz Bant Hastalığı (WBB) için de geçerlidir. Eutrophication, beyaz bant hastalığını da başlatabilen siyah aşırı büyüyen *Cyanophyte* (BOC)'in oluşmasına da neden olmaktadır. Ortamın değişik kombinasyon-



Australya'nın doğusunda ikibin kilometreden daha uzun bir alanda yüzeylenen bu cennet köşe, 2900 mercan ve yüzlerce küçük adacıktan oluşur.



Indopasifik'te tehdit altındaki mercan resiflerini gösteren harita. Atlantik'teki Karayip Denizi'nde yaşayan 67 türe karşı indo-pasifik'te yaşayan mercan türü sayısı 450'nin üzerindedir (Atlas Kartografya Servisi'nden alınmıştır).

ları altında Doku Beyazlaması (TBL) oluşur ve çok zayıf şartlar altında kapanma reaksiyonu (SDR) başlatılabilir.

Avustralya'nın doğusunda bir milyon canlıyı barındıran mercan kayalıklarında atık sular, dinamit ve zehirle yapılan avcılık nedeniyle her gün bir tür yok olmaktadır. Bunun yanısıra dünyada mercan kayalıklarının bulunduğu yerlerde yapılan trol balıkçılığı da deniz dibindeki bitki-hayvan tüm canlıları yok ederek ekolojik dengeyi bozmaktadır. Birleşmiş Milletler Çevre Örgütü'nün yaptığı bir araştırmaya göre dünyadaki mercan kayalıklarının yüzde 10'u tamamen ölmüş, yüzde 58'i ise ağır hasarlı durumdadır.

#### Kaynaklar

- Antonius, A.**, 1995; Pathologic Syndromes on reef corals in coral reefs in the Past, Present and Future. International Society for reef studies Proceedings of the Second European Regional Meeting, page 161-169.
- Bak, R.P.M. & Laane, R.W.**, 1987; Annual black bands in skeleton of reef corals (Scleractinia) Marine Ecology Progress Series, 38: 169-175.
- Ballesteros E.**, 1995; A record of blue-green algae found on coral reefs in Mauritius. Botanica Marina.
- Brown, B.E.**, 1990 (ed.); Coral bleaching. Coral Reefs, Special Issue, 8 (4): 153-232.
- Glynn, P.W.**, 1983; Extensive "bleaching" and death of reef corals on the Pacific coast of Panama. Environmental Conservation, 10 (2): 149-154.
- James, P.N.**, 1983; Reef environment in carbonata depositional environment, AAPG Memoir 33, page 346-462.
- Littler, M.M. & Littler, D.S.**, 1994; A pathogen of reef-building coralline algae discovered in the South Pacific. Coral Reefs, 13 (4): 202.
- Mitchell, R. & Chet, I.**, 1975; Bacterial attack of corals in polluted seawater. Microbial Ecology, 2: 227-233.
- Pecheux, M.**, 1995; CO<sub>2</sub> rise and coral reef bleaching. Second European Regional Meeting ISRS, Luxembourg.
- Raghukumar, C. & Raghukumar, S.**, 1991; Fungal invasion of massive corals. P.S.Z.N.I.: Marine Ecology, 12 (3): 251-260.
- Williams, E.H., Goenaga, C. & Vicente, V.**, 1987; Mass bleachings on Caribbean coral reefs. Science, 238: 877-878.