

TERMAL KİRLENME VE SU ALTI HAYATI (*)

Yazan: John R. CLARK

Çev.: Ergun GÜRPINAR (**)

Ekoloji uzmanları ısıyı dünyadaki hayatı kontrol eden bir olay olarak düşünürler. Balıklar soğuk kanlı hayvanlar olarak vücut sıcaklıklarını kontrol edemediklerinden ısı değişikliklerinden çok etkilenirler. Su altı bitkileri ve hayvanları, su içindeki mevsimsel değişikliklere uyum sağlaması pek kolay olmamaktadır. Bu yüzden ekolojistler arasında gündün güne büyüyen ilgi ile su altı canlılarının insan eli ile ısıtılması tedirginliği vardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde nehir, göl ve körfez ağzı sularını kullanarak endüstriyel soğutmaya girişmek ileride o kadar yaygınlaşacağına benzer ki, bu durum su altı hayatı ve balıklar bakımından hakikaten bir tehlikedir. Doğa sularına salınan artık ısıya termal kirlenme adı verilmektedir. Bu ısıyı çıkaran esas kaynak üretim endüstrisidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1968 senesinde endüstriyel soğutma için kullanılan 60 000 Milyar galon suyun takriben dörtte üçü buhar kondansatörlerinin soğutulması için kullanılmıştır. Nükleer enerji ile işleyecek fabrikaların planlanmasında ise %60 daha fazla buhar çıkar. Tahminen 30 se-

(*) «Thermal Pollution and Aquatic Life», SCIENTIFIC AMERICA, Vol. 220, No. 3'den alınmıştır. E. G.

(**) Ergun Gürpınar, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Öğretim görevlisidir.

ne içerisinde elektrik enerjisi üretimi günde yaklaşık iki milyon megavat olacak ve 20 milyar B.T.U. ısı çıkaracaktır.

Federal su kirlenmesi kontrolü idari makamlarına göre 93° F dan daha sıcak sularda bazı güney cinsleri dışında balıkların yaşamları imkânsızdır. Birçok ABD. nehirleri halen 90° F'ye erişmiştir. Gelecek için planlanan (1000 megavatlık) bir fabrikanın çıkardığı artık ısı saniyede 3000 feet³ lük debisi olan bir nehrin suyunun ısı derecesini 10° F çoğalttığına göre birçok fabrikaya izin verilirse kenar sahillerin yaşanmaz ve kirli bir hale geleceğini düşünmek gerekmektedir.

Isının metabolizma üzerinde yaptığı etkiler ısı çoğalması metabolizmayı hızlandırır ki Van't Hoff prensibine göre ısının yükselmesi ile kimyasal reaksiyonlara ve ısı derecelerine göre değişmesine karşılık genellikle metabolizma hızı her yükselen derecenin iki katına çıkmaktadır.

Metabolizma yükselmesi neticesinde hayvanın oksijen ihtiyacını arttırmakta ve solunum hızı yükselmektedir. Toronto Üniversitesinden F. B. J. som balığı türü ile yaptığı deneylerde, bu balıkların yaşayabileceği su ısısının maksimuma çıkarıldığında bunların oksijen tüketimlerinin dört öldürücü 79° F ısıya çıkıldığında oksijen ihtiyacı durmadan artmıştır. Göl alabalıkları türünde ise 60° F de maksimum bulunmuş, 77° F de ise ölmüşlerdir. Her iki deneyde de balıklar öldürücü noktaya gelinceye kadar bazal metabolizmalarında durmadan yükselme görülmüştür. Kalp atışı genellikle organizma üzerindeki metabolik veya solunum zorlukları hususunda bir indeks vazifesi görür. İstakoz ve benzerleri ile yapılan deneylerde, bunların kalp atışları (su ısısı 39° F de) dakikada 30 vuruş, 72° F de 125 vuruşa ve 95° F de gene düşerek 65 vuruşa, sonunda da öldürücü noktaya varmıştır. Sona doğru kalp vuruşlarında düşme ısısının verdiği baskı altında hayvandaki zayıflamaya işaretler.

Yüksek ısı sularda balıkların solunum zorlukları karındaki hemoglobinin oksijene karşı isteksizliği daha etkisiz oksijene

jen taşınması ile ortaya çıkar. Aslında oksijen ihtiyacının artmış olması buna mukabil artan ısı ile oksijen almadaki yetersizlik balıkları az bir oksijen miktarı ile yaşamaya alışmışlardır. Mesela, sazan balığı 33° F de her litre suda 1/2 miligram kadar düşük oksijenle yaşayabilirken, su ısısı 95° F çıkarıldığında en az 1.5 mlgr. oksijene ihtiyaç gösterir. Diğer balıklar 39° F de 1'den 2 mg. arası oksijen sarfederlerken 65° F de yaşamak için 3-4 mlgr. hatta 5 mlgr. sarfetme ihtiyacını gösterirler.

Suyun ısısı balığın iştahı hazım cihazı büyümesi ile çok ilgilidir. Isının iştahı ayarlaması ve yiyeceklerin vücut ağırlığına dönüştürülmesi ve vücut ağırlığının artması yumurtlama gücünü çoğaltır. Örneğin, kahverengi alabalığın yiyecek tüketme gücü 50 ilâ 60° F de en yüksek noktasındadır. Bu noktada balık o kadar faaldir ki, aldığı yiyeceğin büyük bir oranı vücut fonksiyonlarının yapılması için harcanır.

Balığın hareketlerinin özellikle su ısısı ile ilişkili olduğu ortadadır. Örneğin som balığının bir cinsi 60° F da, 35° F de yüzdüğü hızdan 2 misli daha fazla ve daha hızlı yüzer. Fakat bu ısı derecesi 60° F'in üstüne çıktığı zaman hızı düşer. Dere alabalığı ise daha karmaşık bir tepki gösterir, suyun derecesine göre paralel bir aktivite görülür. 49 ilâ 66° F de aktivitesi en aza düşer ve yine 66° F üstünde 77° F'e kadar gene bir aktivite yükselmesi ve ölüm gelir. Laboratuvar araştırmaları yüksek ısı noktalarında balığın yüzmeye hızında düşme ile beslenme kabiliyeti de azalmaktadır. 63° F de küçük balıkların takip etmesi zayıflamasına 70° F'de ise hiçbir yiyecek yakalayamamaktadır.

Isının su altı hayvanları üreme olayında da çok kritik rol oynadığı bir gerçektir. Birçok balık türü sonbaharda ısı düşerken diğer türler ise ilkbaharda yumurtladıkları bilinir. Yükselen ısı ile hormonları mevsimsel gelişmeye uğrar ve kritik derecede dişi balığın yumurta dökmesini sağlar. Kabuklu deniz hayvanlarında bu yumurta dökme çok dramatik olmakta, hayvan, suyun kritik dereceye ulaşması ile birkaç sa-

at içinde yumurtlamaktadır. Isı aynı zamanda balığın yumurtlama süresinde de kesin kontrol sahibi olmaktadır. Örneğin Atlantik som balığı 360° F de 114 gün içinde yumurta dökmesine karşı, 458° F de bu süre 90 güne inmekte. Ringa balığı 37° F de 47 gün içinde yumurtlar, 58° F de ise bu süre 8 gün düşer. Alabalık 37° F de 165 gün içinde yumurtlar, ısı 54° F ye çıkınca bu süre 32 güne düşer. Buna rağmen yüksek ısı yumurtaların normal gelişmelerine mani olabilir.

Yale Üniversitesinden Grace E. Pickford'un gözlemlerine göre «Bazı kritik ısı noktalarının altında veya üstündeki derecelerde bazı balık türleri hiçbir üreme yapmayabilir.» Örneğin: 72° F de veya daha üstünde kırmızı alabalık yumurta geliştiremez. Sazan balığında ise 68° ile 75° F deki ısı noktaları yumurtalarda hücre çoğalmasını önlemekte Neomysis, ısı 45° F'ye çıkınca yumurta dökme olayı kesilmekte, çok enteresan bir durum küçük kabuklu hayvanlarda (gammarus) 46° F'in üstündeki ısılarda sadece dişi yavru çıkmakta.

Isı balıkların ömürlerine olduğu kadar üremelerine de etki yapmakta, yüksek ısı kısa, yorucu ve çok hızlı büyüme sağlarken, düşük ısı ağır fakat en iyi neticeyi sağlar.

Thompson'un prensibi kabuklu hayvanlarla yapılan deneylerle kanıtlanmıştır. Örneğin; Daphnia 46° F'de 108 gün yaşarken 82° F de 29 gün yaşayabilmiştir. **Su sineği Moina'nın** 55° F de 14 günlük ömrü olurken, 91° F'de sadece 5 gün yaşayabilmiştir.

Ne mutludur ki balıklar çok fazla su ısısının insafına kalmış değillerdir. Daha henüz bilinmeyen bir nedenle su ısısının değişmelerine (eğer çok ani olmamışsa) kendilerini adapte etmeyi başarırlar. Genellikle su altı hayvanları yavaş yavaş yükselen ısıya düşen ısıdan daha çabuk alışmaktadırlar.

Isı şartlarına alışma maksimum devresi 20 gün içerisinde olmalıdır. Kuzey Amerika'da birçok balığın tolere edebildiği en yüksek ısı derecesi 77° — 97° F'dir. **Isının sebep ol-**

duđu direk ölümün nedenleri bilinmemekte, birçok arařtır-
macıya göre yüksek ısı sinir sistemi, yahut solunum sistemi,
hücre protoplazmasının durması ve enzimlerin etkisiz hale
gelmesine tesir ederek ölüme yol açmaktadır.

ABD. sularında artık buhar kirlenmesi ile olan direk
ölümlere rastlanmıştır. 1968 yazında Cape Cod kanalında ye-
ni tamamlanmış bir elektrik gücü üreten fabrikanın deney
çalışmaları sırasında 80° F alışımsız Ringa balıkları suyun bir-
den 93 — 95° F çıkması ile sürüler halinde telef olmuşlardır.
Aynı şekilde 1963 kışında Hudson nehri üstündeki Indian Po-
int nükleer güç üreten tesis çok miktarda balığın ölmesine
yol açmıştır.

Kışlayan balıkların fabrikadan birden çıkan ısının cazibi-
lesi ile motorların gücüne kapılıp ölmesi ile neticelenmiştir.
Çok sıcak yaz günlerinde bu sular çok fazla plankton üre-
tir. Bu planktonlar solunumları ve ölünce de çürümeleri ile
suyun oksijenini tüketirler. Nehir ağızlarındaki sıcak sularda
tomurcuklanan alga nebatları kabuklu hayvanların (midye —
istiridye) gibi filtre organlarını kapayarak ölümlerine yol açar-
lar. Aynı şekilde de deniz anaları fevkalâde büyüyerek bu tip
suları yüzme ve diğer sporlarda kullanılmaz durumda bırak-
makta, nebatların büyümesi ve çoğalması sığ suları tıkamak-
tadır. Isı ve lağım pisliklerinin olduğu sularda balıklar mik-
rop saçar.

Balıkların duyarlılığı ve su altı ekosistemin yüksek ısı ile
zarar görmesi biyologları bu konuda düşündürmektedir. 14
nükleer güç üreten fabrika (2.728 megavat yekün kapasitede)
çalışmaya başlamış olup, 39'u inşâ halinde diğer 47'si ise plan
safhasındadır. 2000 senesine kadar nükleer güç istasyonları
1.2 milyon megavat üretecekleri ve total elektrik üretim 1.8
milyon megavat civarında olacağı tahmin edilmekte, kondan-
satörlerin soğutulması için A.B.D. akar sularının 3'te birinin
kullanılması gerekecektir. Şüphesiz ki bu şekilde suların kir-
letilmesine mantıki neden ekonomiktir. Artık ısının dışarıya
atılması için muhakkak başka yollar aranmalıdır.

Isının dağılması, soğutma suyunun kondansatörlerden geçerken kontrol altına alınması yoluyla daha kolaylaştırılabilir. Bu da suyun nehir veya nehir ağzında veya gölden bir kere buhar kondanse cihazından pompalanması olayıdır ki, 500 megavatlık bir fabrika için 400 millik 1 inchlik bakır tüp gerekmektedir. Cihazdan çıkan su 10 ila 30° F ye yükseltilmiş olur. (Suyun akış hızına göre ayarlanabilir). Bu ısınmış dışarıya akan su bir kanal vasıtası ile gene geriye su kütlesine bırakılır. Bu bırakılan su ısınmış olduğundan da hafiftir ve su üzerinde akıntılarla uzaklara kadar yayılabilirler.

Isının tekrar su kütlesine ve atmosfere döndürülmesi işleminin birçok doğal olaylara dayanır. **Akıntı hızı, su kütlesinin cecreyanı** (karışma hızına etke yapar) **su ile havadaki ısı farkı havadaki rutubet ve rüzgarın yönü gibi**, en değişken ve önemli faktör **rüzgardır**. Diğer şeyler eşit olunca, **ısının sudan havaya uçuşması**, saatte 20 mil hızla esen rüzgarda saatte 5 mil hızla esen rüzgardan 3 defa daha hızlı olacaktır.

Kondansatörlerden çıkan suyun hızını ayarlarken iki karşıt durum ortaya çıkmakta, **hızlı akış temposu ısıyı daha geniş su hacmine dağıtırken çıkan suyun ısınımsı düşürmekte**, buna karşılık **yavaş hız temposu ısıyı daha küçük bir hacimde kesifletmektedir**. Çıkan su ile alınan suyun iyi karışması eğer avantajlı ise, suyun sathından ziyade sıcak suyu derine boşaltmaktadır. Su kütlesinin fiziksel ve ekolojik durumu yukarıdaki iki strajedien hangisinin seçileceğini tayin etmede yardımcı olur. Eğer su alınan kütle tatlı akışlı bir kütle ise kondansatörden hızlı bir tempoyla suyu atmak ve böylece düşük ısılı artık suyun su sathından kolayca havaya karışması işleminin en etkili olmalıdır. **Durgun göl kütlesinde ise yavaş tempo ile kondansatörden suyu dışarıya atma metodu daha etkili olmalıdır**. Böylece yüksek ısılı küçük hacimli artık su gölde küçük bir sahaya yayılacak ve yüksek ısı farkı ile gene ısınır havaya çabucak dağıtacaktır.

Bazı su cinsleri var ki, ne tür boşaltma stratejileri kullanılırsa kullanılsın, hiçbir su altı hayatı için emniyetli olma-

maktadır. Bunlarda bir su kütlesinin birkaç fabrika tarafından kullanılanlardır. Bunun için en münasibi **sunî göller** meydana getirmektir.

Sunî göller için planlar ve bunlara uygun fabrika projeleri yapılmıştır. 1000 megavat üreten bir fabrika için 1000 ila 2000 acrelik saha gereklidir (acre 4.39 dönüm) İngiltere'de nehirlerin suyu az ve sualtı yaşam izlenimi fazl olması dolayısıyla artık buharın atılması işinde soğutma kuleleri kullanılmaktadır. Bu kulelerin bazı sınıfları sıcaklığın buharlaşma yoluyla atılması prensibiyle çalışır. Sıcak olan artık su (iki yanı meyilli) yüksek kulenin (330-450 feet) alçak kısmına boşaltılır. İnce şerit halinde dökülürken kuleden yükselen havaya maruz kalır. Veya su kulenin içine püskürtülür ve kolayca buharlaşması sağlanır. Her iki durumda da atmosferde su kaybı olur, çoğu bir çukurda toplanır ve bir su yoluna pompalanır ve kondansatörlere geri sirküle edilir. Böylece suyun 20° F kadar soğutulması mümkün olur.

Bu projedeki en mühim engel atmosferde çok büyük su kaybı olmasıdır. 1000 megavatlık güç üreten bir fabrika dakikada **20.000 — 25.000 galon** buharlaşmış su çıkarır ki, bu global olarak **2 mil karelik** bir alana düşen günlük yağmura eşittir. Bu durum soğuk havalarda fabrika civarını sis barmasına sebep olur. Bu yüzden «yaş» tip soğutma kuleleri **soğuk iklimlere** göre değildir. Soğutucu olarak **tuzlu suyun** kullanılması da **civardaki tarlaları kavuracağından** makbul olmamıştır. (160 mil kare) «kuru» kule metodunda artık sıcaklık otomobil radyatörüne benzeyen bir sıcaklık değiştiricisi vasıtası ile buharlaşma olmadan doğrudan doğruya havaya verilmektedir. Ama bu «kuru» sistem «yaş» sistemden 2.5 — 3 misli daha pahalıdır. Vermonda kurulması planlanan nükleer güç istasyonunda «kuru» sistem maliye ve amorti fiyatı 2.1 milyon dolar tahmin edilirken «yaş» sistem 800 bin dolar civarındadır. Tüketici için elektrik faturası da aynı oranda % 2.6'ya % 1'dir.

Kamu hizmeti gören endüstri dalları, yaptıkları hizmet-

tin ve ürettiklerinin maliyetine tesir edecek büyük yatırımlar yapmaya isteksiz görünmektedirler. Buna rağmen halk, hükümet ve endüstri sektörleri tarafından da günden güne çevreyi koruma gereksinmesi daha fazla tanınmaktadır.

Sıcaklık kirlenmesi meselesi diğer bütün doğal su ve hazinelerimizin bozulması için de düşünölmeli, **lağım sularının boşaltılması, tarama, kanal açma, sulak alanların doldurulması** gibi işlemler suların doğal durumunu bozucu niteliktedir. Tek tek fazla zararlı olmamakla beraber, toplu olarak hepsi birden çok zararlı olmaktadır.

Gordon Gunter (Gulf-Codst araştırma laboratuvarından) «ısı yaşam davranışlara hükmeden tek ve en önemli bir faktördür.» Ne mutlu ki şu anda daha artık ısı kirlenmesi çok korkunç boyutlara ulaşmamıştır. Dahası diğer kirlenme faktörlerinden başka olarak sulardaki fazla ısınma uygun önlemlerle kısa zamanda durdurulabilir.