

SUNUŞ

İnsanoğlu tarih boyunca büyük afetler, savaşlar, kıtlıklar, salgınlarla mücadele ederken uygarlıklar yeşertmeyi de sürdürdü. Uzayın derinliklerine araçlar gönderebilecek, atomdan daha küçük parçacıkları inceleyebilecek teknolojiler geliştirdi. Öte yandan bize bütün yaşamı sunan biricik gezegenimizi son on yıllarda artan bir hızla yıprattı. “Dünya Gemisi” hiç bu kadar büyük kalabalıkların yükünü taşımadı, doğada bulunmayan yapay maddelerle bu kadar kirlenmedi, yeryüzü sistemlerine insanoğlu kadar zarar veren bir canlı türü barındırmadı.

Günümüzde iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, azot dengesinin bozulması, okyanus asitleşmesi, ormanların azalması gibi sorunlar insanlığın değilse bile uygarlığın sonunu getirebilecek düzeylere ulaşmakta. Üstelik, bu karmaşık sistemler henüz tam olarak anlayamadığımız mekanizmalar içeriyor. Yani, “Dünya Gemisi” bugün tehlikeli ve bilinmez sulara yelken açmakta... Geminin yükünü zaman kaybetmeden hafifletmemiz, yapısını güçlendirmemiz gerekiyor. İnsan etkinliklerini karşımızdaki riskleri azaltacak güvenli sınırlar içine çekebilirsek, sürdürülebilir bir uygarlık geliştirmeyi başarabileceğiz. Bu da ancak hepimizin katkılarıyla mümkün.

Kitap, birçok bilim dalını ilgilendiren bu karmaşık konuları kolay anlaşılır şekilde basitleştirip bir roman havasında sunarken, başta gençler olmak üzere tüm okurları yaşam tarzlarıyla birlikte uygarlığımızı daha dayanıklı ve sürdürülebilir şekilde değiştirmeye davet ediyor. Küresel toplumun çok geç olmadan bu dönüşümü başarması umuduyla...

Nükhet Barlas

SARMAL

— Anne daha hızlı sür, yakalanacağız, diye bağırdı Dylan.

Yüzü korkudan bembeyaz olmuş, güneybatıdan yaklaşmakta olan kapkara bulutlara bakıyordu. Etraf hızla gece karanlığına dönüyor, peş peşe çakan şimşekleri gök gürültülerinin derin uğultusu takip ediyordu. Dylan, annesiyle birlikte Cincinnati Havaalanı'na gidiyordu. Norveç'e yaptıkları geziden dönen anneannesine dedesini karşılayacaklardı. Ama bölgede *fırtına uyarısı* vardı. Dylan, elini kıpır kıpır huzursuzlanan karnına bastırarak annesine döndü. Hazel direksiyona sımsıkı yapışmış dikkatle önüne bakıyordu. Narin kollarındaki şaşırtıcı adaleler iyice belirginleşmişti. Umulmadık derecede sakin bir sesle mırıldandı:

— Bu fırtına sertleşiyor. Uçağı herhalde başka havaalanına yönlendirmişlerdir.

Dylan uzanıp radyoyu açtı. Yerel istasyonun spikeri yeni

uyarayı tekrarlayıp duruyordu: “DİKKAT! Cincinnati’ye yaklaşmakta olan fırtına sistemi hızla güçlenmektedir. Meteoroloji merkezi şehrin güney ve doğu bölgeleri için HORTUM ALARMI vermiştir. DİKKAT! Bu bir ALARM durumudur. Bölgede hortumların görüldüğü bildirilmiştir. Tekrar ediyorum, bu bir ALARM durumudur.”

— Anne! Hortum alarmı verilmiş, duydun mu, dedi Dylan sesi titreyerek. Bunun ne demek olduğunu iyi biliyordu.

Yıkıcı bir hava olayı olan *hortum*, bulutlardan yere doğru uzanan ve silindirik şeklinde dönerek ilerleyen bir rüzgâr türüdür. Hortumlar genellikle, hızlı ilerleyen bir soğuk hava sisteminin sıcak ve nemli havayla karşılaşması sonucunda oluşur. Yüksekliği ve hızı değişen rüzgârlar havada bir sarmal yaratır. Hızla yükselen sıcak ve nemli hava yükseltilerdeki çok soğuk ve kuru hava tarafından çekilirken bu sarmalı dikleştirir. Hava yukarı emildikçe aşağıdaki basınç ve sıcaklık düşer, rüzgâr şiddetlenir. Hızla buharlaşan su, bulutun altında sarmal şeklinde belirerek hortumu besler. Emilen hava yükseldikçe soğur ve taşıdığı nem şiddetli yağmur veya doluya dönüşür. ABD’nin orta-batısında sıklıkla ortaya çıkan bu durum dünyanın birçok bölgesinde de görülür. Hortum oluşturacak koşullar oluştuğunda meteoroloji merkezi UYARI yayınlar. Gerçekten hortum görüldüğünde ise ALARM verilir ve açık alanda kalmak çok tehlikelidir.

Şiddetli rüzgâr arabayı sarsmaya başlamıştı. Sanki hemen yanbaşılarında bombalar patlıyor, gök çatırtılarla

yarılıyordu. Hazel garip bir sessizlik içindeydi. “Belki de korkudan,” diye düşündü Dylan, kalbi küt küt atarak. Nihayet, Hazel direksiyonu yeraltı otoparkına doğru kırdı. Araba otoparka girer girmez hortumlar havaalanını vurdu. Şiddetle dönen rüzgâr, uçakları ve arabaları oradan oraya savurarak havaalanının altını üstüne getiriyor, pencerelere vuran iri taneli dolu, camları çatır çatır patlatıyordu.

— Kıl payı kurtulmak diye buna denir, dedi Dylan, derin bir nefes alarak.

Arabayı park eder etmez dışarı fırlayan Hazel, minyon yapısından beklenmeyecek bir hızla koşmaya başlamıştı. Ona yetişmeye çalışan Dylan nefes nefese kaldı. Yolcu karşılama salonuna ulaştıklarında havaalanı tam bir kargaşa içindeydi. Elektrik ve internet kesilmişti, yedek sistemler sayesinde sınırlı bir aydınlatma sağlanabiliyordu. Görevliler herkesi havaalanının alt katına yönlendiriyordu ama Hazel, bekledikleri uçağa ne olduğunu öğrenmeden ayrılmak istemiyordu. O sırada neşeli bir ses duydular:

— Hazel! Dylan! Buradayız.

Dylan sese döndüğünde anneannesi Grace’in gülümseyen yüzüyle karşılaştı. Bluzunun leylak rengi gri saçlarına yansımış gibiydi. Hemen arkasında da dedesi Frank dimdik duruyordu. Neşeyle bağırarak onlara doğru koştular. Hazel babasının boynuna atıldı. Anneannesi Dylan’ı kucaklarken mırıldandı:

— Aynen söyledikleri gibi, hayatım film şeridi gibi gözümün önünden geçti.

Uçak, fırtına patlamadan birkaç dakika önce ürkütücü gıcirtılar çıkartarak piste inebilmişti. Dedesi Frank, Dy-

lan'ın saçlarını karıştırırken, en çok da onları bir daha göremeyecek olmaktan korktuğunu söyledi. Dylan'ın babası annesinden ayrılıp Atlanta'ya taşındıktan sonra dedesi ona ikinci bir baba olmuştu. İki yıl önce üniversitedeki görevinden emekli olduğundan beri Grace'le el ele vermiş dünyayı gezip duruyorlardı.

— Hanımlar, beyler! Lütfen çabuk olun! diye seslendi havaalanı görevlisi, onları merdivenlere yönlendirirken.

Diğer yolcularla birlikte alt kattaki güvenli salona indiler. Burada fırtınanın geçmesini beklemekten başka yapacak bir şey yoktu. Yer bulup oturduklarında Frank, Kuzey Yarıküre'deki fırtınaların saatin ters yönünde döndüğünü, Güney Yarıküre'de ise dönmenin saat yönünde olduğunu anlattı. Bunun nedeni, dünyanın dönme hareketi yüzünden akış halindeki su ve havanın düz gidemeyip sapmasıydı.

Yolculardan biri kısa dalga radyosunda yerel haber kanalını yakalamıştı. Herkes onun etrafını sarıp dikkat kesildi. Haberler kötüydü. Bölge uzun yıllardır görmediği yıkıcı hortumlarla dövülüyordu. Çatılar uçmuş, evler yıkılmış, havaalanında onlarca uçak hasar görmüştü. En kötüsü de ölü ve yaralıların olmasıydı. Hazel, endişelendiğinde hep yaptığı gibi bacak bacak üstüne attığı ayağını hızlı hızlı sallıyordu. Dylan eliyle havada daire çizerek mırıldandı:

— Televizyonda görmüştüm de, hortum hop diye ineği içine çekmişti. Ona ne olmuştur dede?

— Bir yere fırlatıp atmıştır.

— Belki de düşene kadar uçmak hoşuna gitmiştir ha! diye zoraki güldü Dylan.

Bu güçlü hortumlar koskoca kamyonları bile oyuncak

gibi havaya savurup konserve kutusu gibi bükabiliyor, güçlü binaları yıkabiliyordu. Ne kadar şiddetli olursa olsun rüzgârın bu kadar yıkıcı olmasına şaşırıyordu Dylan. Esas yıkıcı etkiyi rüzgârın savurduğu şeylerin yaptığını anlattı Frank. Bir tonluk bir arabayı kaldırıp 100 kilometre hızla bir eve fırlatsan... Buna hangi yapı dayanabilirdi?

“Acaba dünyanın iklimi değiştikçe rüzgârlar da şiddetlenecek mi?” diye düşünerek endişelendi Dylan. Elindeki tablete baktı, internet çalışmaya başlamıştı. Bilgi almak için sıklıkla danıştığı askgaia.com adlı internet sitesine bağlandı. İsmi mitolojik yeryüzü tanrıçası GAİA’dan alan sitede dünyamızla ilgili bilgiler sunulduğu gibi sitenin yapay zekâ robotu “AVANİ” de bilgi ağını tarayıp sorulara yanıt verebiliyordu. Robotun ismi Hint/Sanskrit dillerinde “yeryüzü” anlamına geliyordu.

Dylan, yaşadıklarını sitenin forumunda tanışıp arkadaş olduğu Ufuk ve Sora’ya anlatmak için sabırsızlanıyordu. Ufuk İstanbul’da, Sora Tokyo’da yaşıyordu. Doğa tutkunu bu üç genç, farklı ülkelerden ve farklı kültürlerden oldukları halde çok iyi anlaşmışlardı. Aralarında bilgi alışverişi yapar, askgaia.com’da çıkan bazı yazıları değerlendirir, ayrıca küresel çevre sorunları, uygarlığın nereye gittiği gibi konuları tartışırlardı. Üçü de müziğe meraklı olduğundan yeni albümler, dünyanın farklı bölgelerinden ilginç müzikler de favori konuları arasındaydı.

Dylan siteyi incelemeye başladı. Şiddetli tayfunlarda rüzgâr hızı saatte 300 kilometreyi aşabiliyordu. Bundan daha kötüsü olabilir miydi? Dylan konuları anlamak için aşırıya çekmeyi severdi. Neptün gezegenindeki fırtına-

larda rüzgâr hızının 1200 kilometreyi bulduğunu öğrendi. İzlediği deneyde bu kadar da şiddetli olmayan rüzgâra karşı tutulan çığ tavuğun etleri kemiklerinden sıyrılıyordu. “Dünyada da böyle fırtınalar kopmaya başlarsa karıncalar gibi yerin altına mı saklanırsınız,” diye düşündü Dylan. İnsanoğlunun başlattığı iklim değişikliği bu kadar zıvanadan çıkabilir miydi?

Anne ve babasına, havaalanına gelirken nasıl heyecan yaşadıklarını anlatmakta olan Hazel dönüp Dylan’a göz kırptı. Frank bu hava koşullarında buraya gelmelerinin *büyük tedbirsizlik* olduğunu söyleyince Hazel evden çıkarken böyle bir tehlikeden habersiz olduklarını anlattı. Hava çok hızlı değişmişti. Hortum alarmı verildiğinde zaten havaalanına çok yaklaşmışlardı. Dylan içini çekti:

— O inek gibi havaya uçup kaybolacağız diye ödüm koptu.

“Keşke böyle afetler daha önceden haber verilebilseydi,” diye düşündü Dylan. Alarm verildikten sonra sığınacak zaman kalmıyordu. Ama askgaia.com’dan öğrendiğine göre iklim olaylarını önceden kesin olarak bilmek mümkün değildi. Çünkü iklim sistemleri *kaotik* unsurlar içeriyordu.

Kaotik sistemler çok karmaşık sistemlerdir. Birbiriyle bağlantılı çeşitli unsurlar birlikte karmaşık bir bütün oluşturduğundan, bu sistemler basit kurullarla açıklanamazlar. Karmaşık sistemler, içindeki unsurların tek tek özellikleri incelenerek tahmin edilemeyecek dinamik özellikler de taşırlar. Çünkü bu özellikler, unsurlar arasındaki karmaşık ilişkilerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkar. Kaotik sistemler ayrıca, başlangıç koşullarına aşırı hassastır.

Yani, başlangıçtaki çok küçük bir farklılık zaman içinde ortaya çıkan sonucun bambaşka olmasına neden olabilir. Başlangıçtaki en küçük belirsizlik, sonucu tahmin etmeyi imkânsızlaştırdığından, kaotik sistemlerin gelecek davranışını tahmin etmek de imkânsızdır. Kaotik sistemlerin başlangıç durumuna bu aşırı hassasiyetini açıklamak için iyi bir örnek verilir: Bir dağın tepesinden milimetrik farklı noktalardan bırakılan bir top, her defasında farklı yüzey ve çıkıntılara çarpıp hafif farklı esintilerle karşılaşacak ve sonuçta dağın dibinde bambaşka noktalarda duracaktır. Başlangıçtaki minik bir farklılığın sonuçta büyük fark yaratabileceğini anlatmak için kullanılan KELEBEK ETKİSİ kavramı da 50 yıl önce meteoroloji profesörü Edward Lorenz'in makalesindeki çarpıcı örnekle popüler olmuştur: *Brezilya'da bir kelebeğin kanat çırpması Teksas'ta hortuma neden olabilir mi?*

Fırtına diner dinmez eve doğru yola çıktılar. Dylan yol boyunca fırtınanın yarattığı hasarı gördükçe, "Keşke bu fırtınaların gücünü kullanmanın bir yolunu bulabilseydik," diye düşündü. O zaman belki de dünyada enerji sorunu diye bir şey kalmazdı. Hemen askgaia.com'a baktı. Ortalama bir fırtınada ortaya çıkan elektriğin bir atom bombası kadar enerji yaratabildiğini söylemişti bir uzman. Hele kasırgalarda, sırf suyun yoğunlaşması sırasında oluşan enerji küresel elektrik üretme kapasitesinin 200 katını, rüzgârın yarattığı enerji ise bu kapasitenin yarısını bulabiliyordu. Dylan bunları yüksek sesle tekrarlayınca, dedesi başını salladı. Ama bu kadar büyük ve ani bir gücü yakalamanın,

yakalanabilse de biriktirmenin imkânsız olduğunu söyledi. Nikola Tesla adındaki ilginç bilim adamının ta geçen yüzyılda havadaki elektriği toplamayı hayal ettiğini anlattı. Gerçi insanoğlu çok eski devirlerde bile rüzgârdan yararlanmayı keşfedip onu yel değirmenlerinde kullanmıştı. Artık rüzgâr türbinleriyle rahatlıkla elektrik elde edilebiliyordu. Ama yeterli güneş alan bölgeler için şüphesiz en bol ve zengin kaynak güneş enerjisiydi. Aynı şeyi askgaia.com'da da okudu Dylan.

Yeryüzüne düşen güneş enerjisi diğer bütün enerji kaynaklarımızdan çok daha boldur. Sadece bir yılda sağladığı potansiyel enerji tüm fosil yakıt rezervlerinin ömürleri boyunca sağlayacağı enerji toplamından bile çok daha fazladır. Bunun üstüne rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal gibi yenilenebilir enerjilerin toplam yıllık potansiyelini de eklemek bile yine güneş enerjisinin bolluğuna yaklaşılamaz. Üstelik, *fosil yakıt* denilen kömür, petrol ve doğalgaz yeraltında rezerv halindedir. Bunlar kullandıkça tükenebilecek stoklardır ve kendilerini yenileyemezler çünkü çok yavaş jeolojik süreçler sayesinde oluşmuşlardır. Oysa güneş enerjisi dünyanın sonu gelinceye kadar, daha milyarlarca yıl tükenmeyecek bir enerji akışı sağlayacaktır. Güneş enerjisi, rüzgâr ve jeotermal enerji gibi, kullanımımızdan bağımsız olarak gelecek kuşaklar için de var olmayı sürdürecektir.

Esasında fosil yakıtlar da güneş enerjisinin yoğunlaştırılmış halidir. Bitki ve planktonlar tarafından fotosentez yoluyla hidrokarbonlara dönüştürülüp depolanmış, jeolojik zamanda ısı ve basınç altında uzun sürede fosilleş-

mişlerdir. Kömür ağaçların, petrol ve doğalgaz ise suda yaşayan canlıların yer tabakalarının altında fosilleşmesiyle oluşmuştur. Jeolojik zamanda doğalgazın petrolden çok daha fazla oluştuğu fakat çoğunun uçup atmosfere karıştığı tahmin edilmektedir.

— Peki, gece olup güneş enerjisi kesilince veya rüzgâr durunca ne yapacağız, diyerek dudağını büktü Grace.

Bu kesintili enerjileri düzenli kullanabilmek için bol oldukları sırada biriktirebilmek gerekiyordu. Bunun için herkesin bildiği aküler dışında başka yöntemler de geliştirildiğini anlattı Frank. Örneğin, güneş ve rüzgâr varken bu enerjileri kullanarak yüksek bir yere su basılıyor veya sıkıştırılmış hava depolanıyor, sonra istendiği zaman bunları salarak elektrik üretilebiliyordu. Terk edilmiş madenler de, derinlere inen galerilerin sağladığı yükseklikten yararlanılarak bu şekilde enerji depolamak üzere yeniden tasarlanabiliyordu. Almanya’da 2018’de kapatılacak olan bir kömür madeni ve Avustralya’da kapatılmış bir altın madeni için çalışmalar başlatıldığını söyledi Frank. Böylece bu madenler kapatıldıktan sonra bölgede yeni ekonomik etkinlik de yaratılmış olacaktı.

Hazel evlerimizde kolayca kullanabileceğimiz pratik sistemlere de gereksinim olduğunu hatırlatınca, Frank depolama teknolojilerinin biraz daha gelişmesi gerektiğini kabul etti. Bu süre zarfında kömür ve petrol yerine daha az kirli olan doğalgaz kullanılabilirdi. Zaten bu yüzden doğalgaza *geçiş dönemi yakıtı* deniyordu.

— Ama gelecekte kablosuz enerji transferi başarılırsa,

uzaya kurulacak güneş santrallerinden kesintisiz enerji elde ederek yeryüzüne göndermek mümkün olabilir.

— Güneşin saçtığı enerji hiç durmuyor tabii. Bu harika dede!

— Bir de hidrojen enerjisi var, diye atıldı Hazel.

Güneş enerjisi kullanarak hidrojen üretilip depolanabiliyor, sonra hidrojenden elektrik üretilebiliyordu. Hidrojen, araba motorunda doğrudan *yakıt* olarak da kullanılabilirdi ama enerji kullanarak hidrojeni üretmek gerektiğinden, rüzgâr veya güneşten üretilen elektrikle doğrudan araba aküsü şarj etmenin daha verimli olabildiğini söyledi Frank. Grace yine itiraz etti:

— Arabayı şarj etmek için saatlerce bekleyecek miyiz yani?

Bu sorunu çözmek için hızlı şarj teknolojileri geliştirilmeye çalışıldığını anlattı Frank. Şimdilik akü değiştirme istasyonlarında boşalan aküler dolusuyla değiştirilebilirdi. Tabii işin zıvanadan çıkmaması için her marka otomobil aynı tip akü kullanmalıydı. Zaten bunlar şimdilik çok pahalı olduğundan kiralamak daha pratikti. Hazel da kendi hibrit arabasında şarj bitince yola benzinle devam edilebildiğini söyledi.

Artık oturdukları mahalleye girmek üzereydiler. Fırtınanın yıkıntılarıyla kısmen kapanmış yollardan yavaş yavaş buraya ulaşmak Frank'e göre neredeyse Oslo'dan Cincinnati'ye gelmekten daha zor olmuştu. Arabadaki endişeli sessizliği Hazel bozdu,

— Çok şükür! Ev sağlam görünüyor!

Hemen içeri koşup evi kontrol ettiler. Bahçede devrilen

saksılar dışında her şey normal görünüyordu. Üst kattaki balkona çıkan Grace “Aman tanrım!” diye bağırınca hepsi onun yanına koştu. Karşı yamaçtaki evler yıkılmış, mahalle neredeyse dümdüz olmuştu. Hortumun ne kadar yakından geçtiğini gören Hazel, Dylan’a sarıldı ve televizyonda izledikleri bir olayı anlattı. Bir kadın alarmı duyunca, çocukları uyandırıp uyandırmamakta tereddüt etmiş ama herkesi kaldırıp sığınağa indirmişti. Fırtına geçtikten sonra yukarı döndüklerinde ev yoktu. Dylan, iki elini teslim olmuş gibi havaya kaldırdı,

— Zaten bugün çok korktum. Artık alarm duyduğum an sığınağa koşarım!

Yolcular dinlenirken Hazel sofrayı hazırlamaya başladı. Dylan da ona yardım ediyordu. Hazel’in masaya koyduğu mumların ışığında sıcak aile sofrasına yerleştiler. Dedesi, Dylan’a dönüp maçların nasıl gittiğini sorunca Dylan, sıkıldığında hep yaptığı gibi gözlerini kırıştırdı:

— Fena sayılmaz da, son maçta koç beni yedekte tuttu.

— Ben yokken antrenman yapamamışsındır tabii. Hemen yarın biraz topa vurmaya başlayalım.

Karınları doydukça Grace ve Frank ne kadar yorulduklarının farkına varıyorlardı. İkisinin de uyukladığını gören Dylan hayıflandı,

— Daha şu geziyi konuşmadık ama!

— Yarın uzun uzun anlatırız, dedi Grace esneyerek.

— Ve gösteririz, diye güldü Frank, kamerasını havaya kaldırıp.