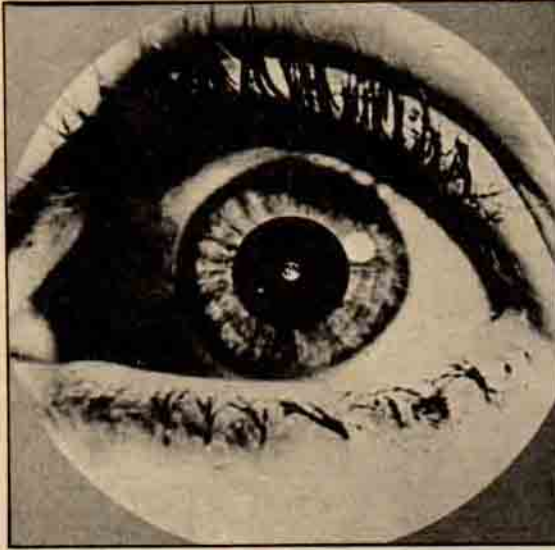


AY DOĞARKEN NİÇİN BÜYÜKTÜR ?

Dr. İ. Ethem DERMAN
Tübitak Uzay Bilimleri
Araştırma Ünitesi Üyesi



Güneş battıktan biraz sonra doğuda yükselen dolunayı çoğumuz coşkun bir beğeni ile izleriz. Bu durumda gözlediğimiz ay bize çok büyük gözükür, öyle ki ay aynı gece veya bir gece önce tepemizde gözlediğimizden 1,5-2 kez daha büyüktür. Çevrende (ufukta) doğarken veya batarken ayın büyüklüğünü bir eşya ile kıyaslamak isteyenler çoğunlukla "tepsi gibi ay" deyimini kullanırlar. Aynı olayı doğmakta veya batmakta olan güneş ve takımyıldızlarda da izleriz. Çoğumuz boyuttaki bu farkı algılamışsak bunun neden ileri geldiği konusunda bazı düşünceler önermişizdir. Önerilerin birincisi ki çoğunlukta olanıdır ayın çevrende büyük gözükmesine dünyamızın atmosferinin neden olduğudur. İkincisi ise, ay çevrende iken dünyamıza daha yakındır, bu nedenle büyük gözükür. Şimdi bu iki önerinin gerçeklik derecelerini araştıralım.

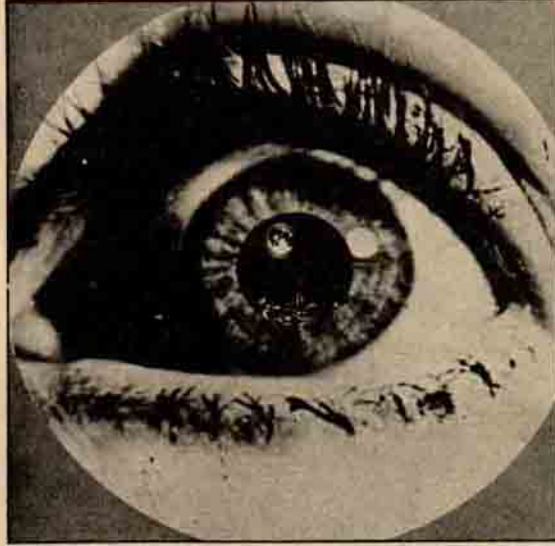
Bir gökcisminin çevrendeki görüntüsüne bakarken atmosferimiz görüşümüzü iki türlü etkiler. Birincisi atmosferin içerisinde bulunan duman, toz ve diğer tanecikler o gökcisminin kırmızımsı görünmesine neden olurlar. Çevrendeki gökcisminden gelen ışınlar, tepemizdeki

gökcisminden gelen ışınlar göre atmosfer içinde daha uzun bir yol katederler, (Şekil 1). Bu uzun yolculuğun sonucunda ise daha kısa dalga boylu ışınlar (mavi, mor) atmosfer içinde bulunan taneciklerin neden olduğu saçılma sonucunda bize ulaşamazlar. Sadece uzun dalga boylu ışınlar (sarı, kırmızı) bu yolculuğu kazasız belasız atlatıp çevrendeki gökcismini kırmızımsı görmemizi sağlarlar. Doğan veya batan gökcisimlerine atmosferimizin ikinci etkisi ise çok ilginçtir. Boşluktan gelip atmosfer gibi daha yoğun bir ortama giren ışınlar kırılmaya uğrar, bu kırılma o kadar büyüktür ki ayın veya güneşin tamamı doğmadan önce ve battıktan sonra görülebilir, (Şekil 2). Çevrendeki gökcisminden gelen ışınların kırılma açıları yaklaşık yarım derecedir, bu ise ayın ortalama görünen çapına eşittir. Sonuç olarak atmosfer ayın kırmızımsı gözükmesine, doğmadan önce ve battıktan sonra gözükmesine neden olur fakat onun görünen boyutunu büyültemez.

Biraz da ikinci önerinin doğruluğunu araştıralım: gerçekten ay çevrende iken bize daha yakındır ve bu nedenle normal boyutundan büyük

mü gözükür? Ayın dünyaya olan uzaklığı zamanla değiştiğinden, boyutunun da zamanla değişeceği bilimsel bir olgudur. Ay dünyanın çevresinde elips bir yörünge çizdiğinden bir dolanma dönemi (27.32 gün) süresinde dünyamıza bir kez en yakın bir kez de en uzak durumda olur. Ay enberi noktasında bulunduğunda, dünyaya olan uzaklığı 346.410 km. en öte noktasındaki uzaklığı ise 406.697 km. dir. Gerçek çapının 3.477 km. olduğunu bildiğimiz ayın görünür boyutunun

dünyaya en uzak olduğu zaman, en yakın olduğu amandaki boyutundan yaklaşık % 10 daha küçük olduğu meydana çıkar. Bu aylık değişimle birlikte dünyanın eksenini etrafında dönmesinden ileri gelen kısa zaman aralıklarında küçük değişimler de vardır. Bu küçük değişim şekil 3'de gösterilmiştir. B noktasındaki gözlemci ayı çevrende, A noktasındaki gözlemci ise ayı başucunda görmektedir. A noktasındaki gözlemci aya, B noktasındakinden daha yakındır ve bu fark



dünyanın yarıçapına (6.437 km.) eşittir. Konu edilen uzaklık farkından dolayı ayın görünen boyutunda yaklaşık % 1.5 oranında bir değişim olur. Çıplak gözle ayırt edilmesine olanak olmayan bu küçük değişime karşın bilimsel olarak ortaya konan gerçek, çevrendeki ayın tepemizde gözükten aydan daha küçük olduğudur. Bu sonuç ikinci önerinin de birincisi gibi doğru olmadığını kanıtlamaktadır.

Öyle ise çevrende görünen ay niçin tepemizde görünen aydan 1,5-2 kez daha büyüktür? Bu sorunun yanıtını gökbilimciler değil psikologlar vermektedir. Ayın büyük gözükmesinin nedeni sadece gözdeki algı yanılsamasından ileri gelmektedir. Bu olaya ay yanılsaması (illüzyon) adı verilmektedir. Gerçekten ayın heriki durumda fotoğrafları çekilse ve her iki görüntünün boyutları ölçülse bunların hemen hemen birbirlerine eşit olduğu görülür. Birçok yanılsama örnekleri lise ve dengi okul psikoloji ders kitaplarında vardır. Bunlardan bazıları şekil 4'de gösterilmiştir. Algı yanılsamasına yanılsama deniyor ama bunun ne olduğu tam olarak bilinmemektedir,

tıpkı "cisim düşer çünkü yerçekimi vardır" örneğinde yerçekiminin ne olduğu konusunda henüz kesin bir yargımızın olmadığı gibi.

Psikolojinin çeşitli alanlarında çalışan bilim adamları, çalıştıkları konulardan esinlenerek ay yanılsamasını açıklamak için birçok varsayımlar ileri sürmüşlerdir. Ay yanılsamasında ilginç olan, yapılan ölçümlerin bu çeşitli varsayımları tamamen veya kısmen doğrulamasıdır. Fakat, tek bir varsayımın doğru olduğunu söylemek henüz olanaksızdır. Bildiğimiz tek şey yanılsamanın varlığıdır, ama onun nasıl, niçin ve ne olduğunu anlamak çok karmaşık bir konudur. Ay yanılsamasını kavramak tüm algılamaya işlevinin bilinmesini gerektirir, bu ise fizyoloji (gözün yapısı) ve psikoloji (beynin çalışması) bilim dallarının birlikte çalışmasını içerir. Bu olayı açıklamak için ileri sürülen dört varsayımdan ikisi fizyoloji ile, diğer ikisi ise psikoloji ile ilgilidir. Bu varsayımları anlatmadan önce uzaklık kavramını nasıl algıladığımızı görelim.

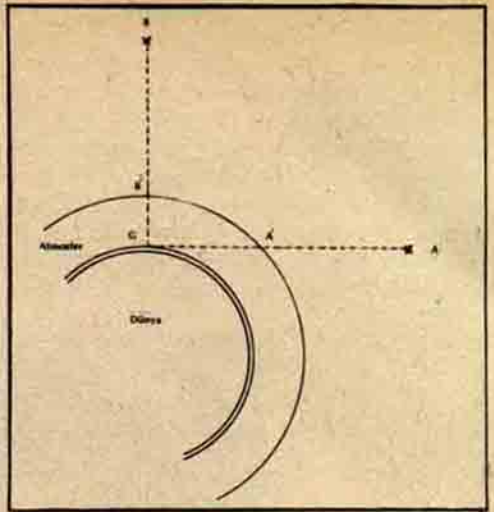
Bir cismin görüntüsü göz yuvarlığının içinde bulunan retinada meydana gelir ve bu görüntü iki

Şekil: 1. G noktasındaki gözlemciye çevredeki A gök cisminin gelen ışınlar başucundaki B gök cisminin gelen ışınları göre atmosferimiz içinde daha uzun bir yol geçmek zorundadırlar. Gerçekten GA' GB' dır.

boyutludur. Cismin göze olan uzaklığı ve derinliği bazı fizyolojik ve psikolojik ipuçlarının yardımıyla anlaşılır. Uzaklığı saptamak için gözün fizyolojik olarak çifte ayarı vardır. Bir yandan göz merceği, kirpiksi kasların ve asıcı bağların gerilmesi ve gevşemesi yardımı ile eğrilmesini uygun bir şekilde değiştirir; bu olaya "uyum" denir. Öte yandan görme çift gözle olunca, gözler ters yönde o şekilde dönebilirler ki bunların asal eksenleri saptanan noktada kesişsin; bu olaya da "yakınsama" denir. Gözler yakında duran bir cisme bakmak için çarpazlaştığında gözleri içeri doğru çeviren kaslar gerilir, dışarı doğru çevirenler ise gevşer. Bunun gibi gözler daha uzakta duran bir cisme bakmak için birbirinden uzaklaşınca dışı doğru çeviren kaslar gerilir, içe doğru çevirenler ise gevşer. Her iki olaydaki kasların ve bağların devinimleri sonucunda meydana gelen sinir akımları beyne giderek buraya uzaklığa ait ipuçları verirler.

Uzaklık konusunda psikolojik ipuçları, fizyolojik ipuçları kadar, belki onlardan daha önemlidir. Önemli psikolojik ipuçları şunlardır: önde duruş, çizgisel perspektif, hava perspektifi, göreceli büyüklük, devinimler ve gölgeler. Konumuzla ilgili olanları kısaca örneklerle açıklayalım.

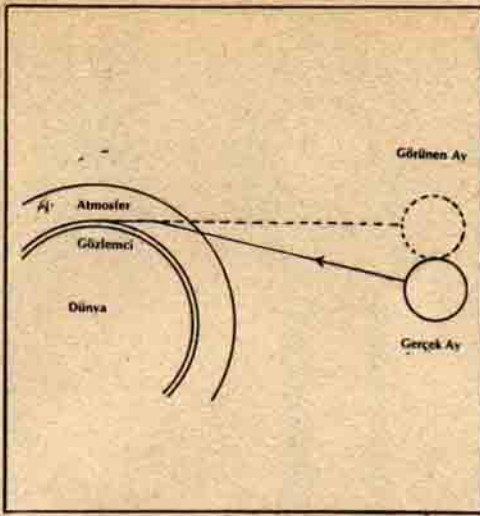
Bir evin önündeki ağaç evin bir kenarını kapatıyorsa, ağacın, bize evden daha yakın olduğuna karar veririz. Çizgisel perspektif için en iyi örnek, uzayıp giden demiryoludur. Rayların uzakta birbirine yaklaşıp birleştiğini görürüz; fakat biz bu birleşmeyi rayların birbirine kavuşması şeklinde değil o yerin uzaklığı şeklinde alırız. Civarındaki şeylerden ayrı duran bir cisim, açık bir havada yakın, sisli havada uzak görünür. Bilmediğimiz bir cismin ayrıntılarını seçebilirsek yakınmış gibi görünür. Dürbün kullandığımız zaman görülen şey hava perspektifine uygun bir örnektir. Retina üzerindeki görüntünün büyüklüğü fizyolojiktir, fakat bunun uzaklık konusunda ipucu vermesi özellikle yorum işidir. Odanın içinde oynayan bir kedi ile uzakta bulunan bir atın retina üzerindeki görüntüleri aynı büyüklükte olsa da kedinin at kadar büyük olduğuna karar verilmez.



Şimdi ay yanılsamasını açıklamak için ileri sürülen varsayımlardan dördünü irdelemeye çalışalım. Birinci varsayıma göre gözlerdeki kirpiksi kaslardan gelen bilgiler ile birlikte boyun kaslarının durumu ve denge duyumu sistemi (*) algılanan boyutta değişikliğe neden olurlar. Kanıt olarak ileri sürülen olgu şudur: eğer gözlemci aya arkasını dönüp eğilerek bacaklarının arasından çevrendeki dolunaya bakarsa daha önce büyük gördüğü ayı normal boyutunda görecektir. Deney kolaylıkla yapılır, fakat her gözlemci boyuttaki azalmayı ayırt edemediğinden bu varsayım çoğu kimse tarafından doğru kabul edilmez.

İkinci varsayıma göre gözün aşağı veya yukarı devinimi ile görülen cisimlerin boyutu, aynı cisimlerin göz yüksekliğinde algılanan boyutlarından daha küçüktür. Bu varsayıma kanıt olarak şu örnek verilmektedir: yoldan geçen insanlara ve taşıtlara 200-300 metre yüksekliğinde bir yerden bakılırsa bunlar küçük oyuncaklar gibi görünür. Aynı insanlar ve taşıtlar bizimle eşit yükseklikte ve 200-300 metre uzakta iseler o

(*) Çoğumuz sadece beş duyu organımız olduğuna inanırız. Gerçekte duyu organları beşten fazladır örneğin kas duyusu, organik duyu ve denge duyusu gibi. Bunlardan denge duyu organları devinim anında iç kulak kanallarındaki sıvının devinimiyle çeşitli yönlerde eğilen ince kıl hücrelerinden meydana gelmiştir. Tüm diğer uyumlarımızın uyarımı yok edilmiş olsa denge duyumu, yine doğru veya başaşağı durduğumuzu, düşmek veya yükselmek üzere olduğumuzu, döndüğümüzü veya rahat durduğumuzu, ileri, geri, sağa veya sola gittiğimizi ayırt etmek olanağını verir.



Şekil: 2. Çevrendeki aydan gelen ışınlar boşluktan atmosfere girme-leri sonucunda kırılırlar. Bu kırılma yaklaşık yarım derecedir. Bu nedenle ay ve güneş battıktan sonra ve doğmadan önce görülebilirler.

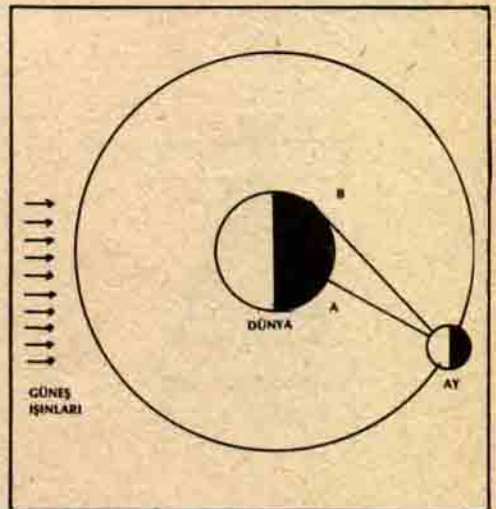
kadar küçük görülmezler. Bu nedenle tepemizdeki ayı çevrendekine göre küçük görüyoruz. Bu varsayıma göre sırtüstü yere yatıp tepemizdeki aya baktığımızda (yani gözün yukarı doğru devinimini önleyerek) onu çevrendeki büyüklüğünde görmemiz gerekir, bu ise birçok gözlemci tarafından doğrulanmamıştır. Bazı gözlemciler buna benzer bir deney daha gerçekleştirmişlerdir. Ayakları ay ile ters yönde yere sırtüstü yatarak çevrendeki aya baktıklarında onun daha küçük yani normal boyutta gördüklerini söylemişlerdir.

Gördüğümüz her iki varsayım uzaklık kavramının fizyolojik ipuçları yardımıyla yanlış algılanması temeline dayanmaktadır. Açıklamaya çalışacağımız diğer iki varsayım ise psikolojik ipuçlarının beyinde yanlış yorumlandırılması sonucuna dayandırılmıştır.

Ay çevrende ağaçlar, binalar ve tepeler ile birlikte gözükür. Bu cisimlerin boyutları çizgisel perspektiften dolayı küçülmüştür. Deneylerimizden biliyoruz ki cisimler çevrende gittikçe daha

küçülürler. Bu nedenle çevrende ay büyüklüğündeki bir cismin gözümüzdeki görüntüsü çok büyük olacaktır. Bu varsayımı kanıtlamak için psikologlar bilinen iki yanılsama örneğini ileri sürmektedirler. Şekil 5 de raylar gözlemcinin önünde başlayıp çevrende uzak bir noktada kavuşuyor gibi gözükme-ktedir. Eşit boyutta iki dikdörtgen, biri gözlemciye yakın, diğeri uzakta olmak üzere demiryolu üzerine çizilmiştir. Uzakta gözükten dikdörtgeni yakında gözükenden daha büyükmüş gibi algılamaktayız. Benzer bir yanılsama olayı Şekil 6 da görülmektedir. Burada uzakta gözükten disk yakındakine göre daha büyük gözükme-ktedir. Aslında her iki disk de aynı büyüklüktedir. Ayın çevrende büyük gözükmesini bu varsayım ile açıklamaya çalışan bilim adamları bununla birlikte ikinci varsayımı da kullanmaktadırlar. Gözlemci eğilip bacaklarının arasından çevrendeki aya baktığında, çevredeki ağaç, bina ve tepe gibi cisimler bir oranda görüş alanının dışında kaldığından, ayı normal boyutunda görür. Bu varsayımın doğru olmadığını ileri sürenler ise ortaya şu gerçeği koymaktadırlar; ay denizde doğarken de aynı yanılsama var, çevrede ağaç, bina ve tepe gibi bazı cisimler olmadığına göre yanılsama nasıl açıklanabilir?

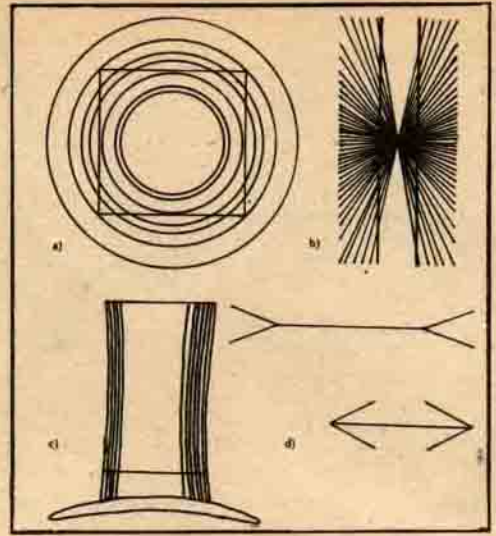
Dördüncü varsayımda en önemli olgu, bir



Şekil: 3. A noktasındaki gözlemci aya B noktasındakinden daha yakındır. A'daki gözlemci ayı başucunda, B'deki ise çevrende görmektedir. Sonuç olarak tepemizde görünen ay, çevrende görünen aydan yaklaşık % 1.5 daha büyüktür. Kolaylık bakımından ayın yörüngesi daire olarak çizilmiş ve gerçek boyutlar gözönüne alınmamıştır.

Şekil: 4. Burada bazı yanılsama örnekleri görülmektedir.

- a) Dairelerin arasına çizilmiş şekil aslında bir karedir.
- b) Dikey çizgiler gerçekte birbirine paraleldir.
- c) Şapkanın eni ve boyu birbirine eşittir.
- d) Oklar arasındaki iki yatay çizgi aynı uzunluktadır.



gözlemcinin gökyüzünün şeklini nasıl algıladığıdır. Bilindiği gibi gece gökyüzüne baktığımızda gerçekte tam bir yarımküre görmemiz gerekir. Fakat gördüğümüz tam bir yarımküre değil üstü basık bir kubbeye benzer. Gökyüzünün bu şekilde görülmesi uzaklık algılanmasında yardımcı olan birtakım psikolojik ipuçlarının yanlış yorumlanması sonucuna dayanır. Bunlar "önde duruş" ve "hava perspektifi" ipuçlarıdır. Açık havalarda dahi çevren yöresi genellikle sis ve pusla kaplıdır, dolayısıyla o yöreyi "hava perspektifi" yardımı ile olduğundan daha uzak olarak algılarız. Ayrıca "önde duruş" ipucu da önemli bir rol oynar. Örneğin, ayi tepemizde gördüğümüzde gökyüzündeki yıldızlardan daha uzak olmadığını şeklinde yorumlarız. Bununla beraber,

çevrende yeni doğmakta olan ve daha ancak yarısını gördüğümüz ay bize en uzakta görülen kara parçasından çok daha uzakta olarak yorumlarız. Bu ipuçlarının yardımı ile algıladığımız gökyüzünün şekli üstü basık bir kubbeye benzer. Şekil 7 de gerçekte tam bir yarımküre olan gökyüzünün şeklini nasıl algıladığımız görülmektedir. Şimdi ay yanılsamasını bu olgu ile birlikte açıklayalım.

Şekil: 5. Önde ve arkada gözüken iki dikdörtgen aynı boyutlardadır. Fakat çoğu gözlemciye arkadaki dikdörtgen daha büyük gözüktür.

Şekil: 6. Şekil 5'de olduğu gibi burada da önde ve arkada görünen disklerin boyutları birbirine eşittir. Fakat uzakta olanı daha büyük algılarız.

