

Bilim Felsefesi Final Üniteleri

ÜNİTE 5

BİLİM HİPOTEZLERİNİN PEKİŞTİRİLMESİ

SALT TÜMEVARIMCI GÖRÜŞ (Francis BACON)

Adından da anlaşılacağı üzere tümevarım yöntemini, gerçeğe ulaşılan tek geçerli yol olarak gören bir anlayış var. Kurucusu Francis BACON (ben bu ismi aklımda tutarken, Francis isimli adam elinde soba borularını kurarak bacaya ulaşmaya çalışıyor yani tek tek boruları birleştirip bacaya yani tüme ulaşıyor şeklinde kodluyorum).

Bu görüşte 3 tane aşama var.

1. Gözlem ve/veya deneyle olguların bilgisi türetilir. (yeterince ısıtılan metal genişler teorisini metali ısıtarak denemiştir.
2. Gözlem ve/veya deneyle doğrulanmış, sonlu sayıda gözlem önermesinden tümel koşullu önerme türetilir. Buna **tümevarımsal genelleme** önermesi de denir. Deminki örneği bu maddeye uygulayacak olursak; tüm metaller ısıtıldığında genişler demek doğru olacaktır.
3. Türetilen tümevarımsal genelleme önermesi başka gözlem veya deneyle pekiştirilebilir.

Bu görüşe karşı çıkanların getirdiği eleştiriler ise şöyledir.

1. Tümevarımsal genelleme önermesinin yanlışlanabileceği göz ardı edilir. (bunu kesin Popper yapmıştır. Çünkü Popper yanlışlanabilirlik kavramını getiren kişidir)
2. Bilimsel yöntemde tümevarımsal yanında tümdengelimsel yöntemlere de ihtiyaç vardır. (bunu da tümdengelimciler yapmıştır.)
3. Tümevarımsal genelleme önermesi bilimsel açıklamalarda kullanılamaz. Isıtılan metal parçasının neden genişlediğinin yanıtı "bütün metaller ısıtıldığında genişler" önermesinin doğruluğu olamaz, çünkü sorulan zaten "niye ısıtıldığında genişliyor" olduğu sorusudur. (benim buradan anladığım birine "metaller neden ısıtıldığında genişler?" diye soruyorsun o da sana "bütün metaller ısıtıldığında genişler" diye cevap veriyor. Ulan salak ben zaten neden genişler diyorum.)

HİPOTEZ-PEKİŞTİRMESİ GÖRÜŞLERİ

Bu görüşlerde bilimsel yöntem, hem tümdengelimsel, hem tümevarımsal çıkarım biçimlerini, hem de hipotez kurmayı içerir. Gerek gözlem önermelerinin, gerekse gözlem önermesi olmayan önermelerin, özellikle düzenlilik ifade eden tümel koşullu önermelerin bilim insanlarınınca sınama amacıyla geçici olarak kabul edilmesi bütünüyle serbesttir. Bilim insanları sınamaya değer buldukları gözlem önermelerini, gözlem veya deneyle sınarlar, doğrulananlar kabul edilir yanlışlananlar reddedilir. Çok nadir olarak gözlem ya da deney hatası nedeniyle daha önce kabul edilmiş bir gözlem önermesi ret edilebilir, daha önce ret edilen bir gözlem önermesi de kabul edilebilir. Öte yandan bilim insanları yaratıcı hayal güçleri ile diledikleri gözlem önermesi olmayan bilimsel önermeleri, özellikle düzenlilik ifade edilebilen tümel koşullu önermeleri sınamak amacıyla hipotez sıfatıyla geçici olarak kabul etmeye yetkilidir. Sınama hipotez pekiştirilirse kalıcı olarak kabul edilir, çürütülürse ret edilir. Bu nedenle hipotezle bazı görüşlerde pekiştirildikten sonra da hipotez olarak nitelenmeye devam edilir. Belli bir zaman ile belli bir yere sınırlı olmayan düzenlilikleri ifade eden pekiştirilmiş hipotezlere **YASA** denir.

Farklı hipotez pekiştirme yöntemleri vardır bunlar;

ÖRNEKLEME YOLUYLA PEKİŞTİRME YÖNTEMLERİ

a. Nicod yöntemi

b. Hempel yöntemi

c. Glymour'un Kendi-Kendini Pekistirme (Bootstrap Confirmation) yöntemi

c. Hipotezli-Tümdengelimsel Pekistirme Yöntemi

d. Baseyci (Olasılıkçı) Pekistirme Yöntemi

a. Nicod yöntemi: sınama amacıyla ortaya konulan hipotez. Örn: bütün metaller ısıtıldığında genişler önermesi ele alalım. Bu deney yapılırken tüm metalleri denemiş olamayacaklarından çıkarılacak sonuç şudur.

- Yeterince büyük sayıda olumlu örnekleri gözlemlemiş olmaları
- Hiçbir olumsuz örneklemeyi gözlemlememiş olmaları

demektir. Olumsuz örneklemeler gözlemlenmemiş olduğu varsayılırsa pekiştirilir. Olumsuz örneklemeler ortaya çıkarsa bu görüş çürütülebilir.

NOT: özetleri çıkarırken fizik yada kimya derslerinde gördüğümüz formüllerle dolu olduğundan elimden geldiğince kafanız karışmasın diye formüllerle özet çıkarmaktan kaçınıyorum. Bir üniteden 9 soru gelecek ise bunun 4 ü formül olsa 5 tanesi açıklama ve yöntemlerle ilgili olacağından sizinde anlayacağınız ve hak vereceğinizi düşünerek formüllere girmiyorum.

b. Hempel yöntemi: nicol yönteminin uygulanabildiği hipotezlerden farklı hipotezlerde vardır. Örneğin "her yıldızın bir gezegeni vardır" bu gibi hipotezlere "**Tümel-Tikel Niteleyici Önermeler**" diyelim. Bu örnek nicol yöntemiyle sınamamaz. İşte hempel nicol yöntemini bu örneğe uygulayabilecek şekilde genellemiştir. Bu genellemiş yöntem **Hempel yöntemi** denir. Evreni sonsu olarak değilde belirli sayıya indiriyor. Eğer sonuç doğru çıkarsa pekişmiş sayılıyor.

Nicol ve Hempel yönteminin karşılaştığı güçlükler:

- **Kuzgun Paradoksu** ("bütün siyah olmayan şeyler, kuzgun-olmayan şeylerdir" o zaman beyaz ayakkabı kuzgun değildir şeklinde anlamsız şeyler ortaya çıkıyor)

- **Sonsuz Ögeli Evren Sorunu** (bazı önermeler vardır sonsuz evrende mantıklı ama sonlu evrende mantıksızdır. Örn. Her doğal sayıdan büyük bir doğal sayı vardır örneği gibi. Normalde mantıklıdır. Ama evrenin sonlu sayıdaki alt kümesinden oluşan örnekte tutarsızdır. Dolayısıyla bu önerme Hempel yönteminde pekiştirilemez.) (benim anladığım Her doğal sayıdan büyük bir doğal sayı vardır örneğinden alt küme oluşturduğumda mesela $A=(1-2-3-4)$ bu alt kümede 4 ten büyük doğal sayı yok)
- **Teorik Hipotezler Sorunu** (eğer bir hipotezde geçen mantıksal olmayan terimlerin hepsi teorik ise bu teprik hipotezdir. Teorik hipotezler Hempel yönteminde pekiştirilemez.)

c. Glymour'un Kendi-Kendini Pekistirme (Bootstrap Confirmation) yöntemi: Örnekleme yoluyla pekiştirme yönteminin en gelişmiş biçimidir. Glymour ortaya koyduğu bu yöntemle hem(hempel yönteminde olanaklı olmayan) teorik hipotezlerin örnekleme yoluyla sınanabileceğini, hem de daha sonra göreceğimiz Hipotezli-Tümden gelimsel Pekistirme Yönteminde ortaya çıkan Duhem-Quine sorununa çözüm olarak; bu hipotezlerin bütüncül değil, tek tek sınanabileceğini ileri sürmektedir.

Glymour'un pekiştirme kuramını kısaca özetlersek; teori, bir aksiyomlar kümesinden türetilen önermelerden oluşur. Bu kümeye **aksiyomların mantıksal kapanışı** da denir.

Bu görüşe karşı olan görüş ise "**Christensen'in Karşı Örnekleri**" dir.

c. Hipotezli-Tümdengelimsel Pekistirme Yöntemi: Bu yöntemde pekiştirilecek hipotez önceden doğrulanmış gözlem önermelerinden yeni gözlem önermeleri türetilir. Türetilmiş gözlem önermeleri de (sınamaya değer bulunup) gözlem veya deneyle sınanırlar. Eğer türetilmiş gözlem önermeleri doğrulanırsa hipotez pekişmiş olur, yanlıssa hipotez çürütülmüş olur.

Bu yöntemin karşılaştığı güçlükler gelince;

* **Kuzgun Paradoksu:** (benim anladığım gibi anlatayım. Hani şu meşhur "bütün kuzgunlar siyahtır" cümlesi var ya, o cümleyi çekelim bakalım nereye kadar gidecek. Bütün kuzgunlar siyahtır. Öyleyse "siyah olmayan şey kuzgun değildir" önermesini türettik. Bu yeni önermemiz de doğru. Bunu da türetilim. "Beyaz ayakkabı kuzgun değildir" bu önermemizde doğru. Şimdi bu türettiğim cümleden yani "Beyaz ayakkabı kuzgun değildir" önermesinden "bütün kuzgunlar siyahtır" önermesini doğrulamamızın imkânı var mı? Bence yok. Nasıl anlattım ama ☺ çözeceğiz bu dersi çözeceğiz yılmak yok...)

* **Alternatif Hipotezler Sorunu :** Bir gözlem önermesinin sonsuz sayıda birbiri ile bağdaşmayan alternatif hipotezleri pekiştirirken neden H hipotezini yeğliyoruz. (hiç bana bakmayın bende anlamadım)

* **Duhem-Quine Sorunu:** Formüllerle dolu olduğundan yaz(a)mıyorum.

d. Baseyci (Olasılıkçı) Pekistirme Yöntemi Bu yöntemde hipotezler, kanıt önermeleri de diyeceğimiz eldeki doğrulanmış gözlem önermeleri ve **arkadüzlem** bilgisini dile getiren önermelere göre koşullu olasılıklarına dayanılarak sınanırlar. Burada olasılık teorisinin Basey Teoremi olarak tanınan olasılık yasası kullanılır. İsmi bu nedenle almıştır. Bu yöntemde olasılıklar 0 dan büyük 1 den küçüktür. (istatistik dersinden hatırlarsınız olasılığı z tablosunu onun gibi bişey işte) yani ne tam doğru ne tam yanlış.

Bu görüşte bir hipotezin ;

pekiştirilmesi: sınama sonrası olasılık derecesinin, sınama öncesi olasılık derecesinden büyük olması,

çürütülmesi: sınama sonrası olasılık derecesinin, sınama öncesi olasılık derecesinden küçük olması demektir.

Baseyci yöntemde bir hipotezin sınama öncesi olasılık derecesi öznel olmakla birlikte, sınama sonrası olasılık derecesi neseldir.

SALT TÜMDENGELİMCİ-HİPOTEZ-YANLIŞLAMACI GÖRÜŞ (Karl R. POPPER)

Popper'e göre tümevarımsal çıkarım yoktur tümdengelimsel çıkarım vardır. Yani Bacon' un tam tersi. Kuzgun örneği ile açıklayayım. "bütün kuzgunlar siyahtır" demişlerdi değil mi? İşte Popper diyor ki; kardeşim siz sadece gördüğünüz kuzgunları araştırmaya dahil etmişsiniz evrende beyaz renkli kuzgunda olabilir. Bu kesin bir düşünce olamaz, eğer farklı renkte bir kuzgun çıkacaksa, çıkana kadar sizin görüşünüz geçerli olabilir ama kesin değildir demek istiyor. Yani sizin anlayacağınız. Bir önermedeki asıl önemli nokta yanlışlanabilirliğidir. Yanlışlanamaz doğrular kesin doğrudur. Hipotezler tümevarımla pekiştirilemez, ancak tümdengelimci yolla yanlışlanabilirler. (diyor kendileri. Bu adamı seviyorum ya)

Bu görüşte pekiştirme olanaksızdır. Yanlışlanabilirlik vardır.

Bütün metaller ısıtıldığında genleşir önermesi Popper için ısıtıldığında genleşmeyen bir metal bulununcaya kadar doğru kabul edilebilir.

Bilim insanlarının yükümlülüğü; serbestçe kabul ettikleri hipotezleri tek tek sınavarak yanlışlananları ret etmek ve böylece uzun sürede yanlışlanamayan hipotezleri kabul edip her türlü bilimsel çalışmalarda kullanmaktır. Bu gibi hipotezlere Popper **dayanıklı hipotezler** diyor. Ancak dayanıklılık zamana bağlıdır.

HİPOTEZ-BULUŞU GÖRÜŞÜ (Charles S. PIERCE)

Hipotezler bilim insanlarının sadece hayal gücünün ürünü olarak kabul edilmezler. Bilim adamlarının önceden doğruladıkları gözlem önermelerine dayanarak, tümdengelimsel olmayan bir çıkarımla türetilir. Eğer tümdengelimsel olmayan bütün çıkarımları tümevarımsal olarak nitelersek, Hipotez-Buluşu Görüşündeki çıkarımın tümevarımsal olduğunu söyleyebiliriz. Hipotez buluşu görüşü, önceden bilinen ancak henüz açıklanmamış dolayısıyla şaşırtıcı belli bazı olguları açıklama amacını güder.

Örnek verelim;

E= Bir balık türüne ait fosiller, zamanımızda bir ülkenin iç kesimlerinde bulunmuştur.

H= İç kesimlerinde balık fosili bulunan her ülkenin bu kesimleri zamanında denizdi.

Bu görüşü bu örnekle ifade eddim

- E, gözlemlenmiş olan şaşırtıcı olguyu dile getiren önermedir.
- Eğer H hipotezi doğru olsaydı, E'yi açıklamış olurdu.
- O halde, H hipotez olarak kabul edilebilir.

(bir cümleden milleti şaşkırtan başka bir hipotez bulduk ☺)

ÜNİTE 6

GİRİŞ

Bilim felsefesinde, teorilerin gelişimine ilişkin birbirinin karşıtı olan iki çeşit görüş vardır. Bunlar *birikimsel gelişim* görüşleri ile *devrimsel gelişim* görüşleridir. Birikimsel gelişimde bir teorinin yerine gelen *daha gelişmiş* olan yeni teori eski teoriyi kapsar. Başka bir deyişle eskisinin bir genişlemesidir. Öte yandan devrimsel gelişim görüşlerinde yeni teori, yerine geçtiği eski teori ile bağdaşamaz. Dolayısıyla yeni teorinin kabul edilmesi, eski teorinin ret edilmesi anlamına gelir. O halde yeni teori eskisini kapsayamaz. Birikimsel gelişim görüşleri olarak **Ernest Nagel'in indirgemeci gelişim görüşü** ile **Imre Lakatos'un bilimsel araştırma programları metodolojisine dayalı gelişim görüşünü** ele alıyoruz. Devrimsel gelişim görüşü olarak da **Thomas S. Kuhn'un bilimsel devrimli gelişim görüşünü** ele alıyoruz.

NAGEL'İN İNDİRGEMECİ GELİŞİM GÖRÜŞÜ

Nagel'in ortaya koyduğu *indirgemeci gelişim* görüşünde, bir teorinin yerine geçen ikinci bir teorinin birincisinden *daha gelişmiş* olması, birinci teorinin onun yerine geçen ikinci teoriye *indirgenmesi* veya başka bir deyişle ikinci teorinin birinci teoriyi *indirgemesi* demektir

Bilimsel Teorilerin Gelişimi

Bilimsel Koşullar

Koşul 1: indirgenen teorinin postulatlarında geçen her terim, indirgeyen teorinin postulatlarında geçmelidir. *Koşul 2:* indirgenen teorinin her postulatu, indirgeyen teorinin postulatlarından tümdengelsel çıkarımla türetilebilmelidir. *Koşul 3:* indirgeyen teori pekiştirilmiş bir teori olmalıdır. Gerçi indirgenen teoriyi pekiştiren kanıtlar, hipotezli-tümdengelsel pekiştirme yoluyla indirgeyen teoriyi de (Koşul 2'den dolayı) pekiştirir.

Genel olarak indirgemeci gelişimde, indirgeyen teori, indirgenen teoriyi açıklar. Böyle bir açıklama, teorilerin sözdizimsel yaklaşımında birleştirici biçimde, teorilerin anlambilimsel (semantik) yaklaşımında ise nedensel-düzeneksel biçimde bir açıklamadır.

LAKATOS'UN BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROGRAMLARINA DAYALI GELİŞİM GÖRÜŞÜ

Gelişen Teori Dizileri ile Yozlaşan Teori Dizileri

Lakatos (1989) herhangi bir bilim dalında ardı ardına ortaya konulan teoriler dizisini ele alarak, *gelişen teori dizisi* (*progressive series*) ile *yozlaşan teori dizisi* (*degenerative series*) ayrımını yapmıştır.

Bütün adımları bir gelişme olan teori değişimi sürekli gelişim anlamına gelir. Örneğin Güneş sistemine ilişkin astronomi bilim dalında ardı ardına çıkan Kopernik, Galileo, Kepler ve Newton teorileri sürekli gelişim gösterir. Lakatos'un teori gelişimi görüşünde, verilen bir teori dizisinde her teori bir önceki teoriden daha gelişmiş ise, bu teori dizisine **gelişen teori dizisi** denir. Lakatos'un görüşünde, bir

teori dizisine ait her teorinin postulatlar kümesi, temel hipotezler kümesi ile yardımcı hipotezler kümesinin birleşimidir. Dizideki tüm teorilere ortak olan temel hipotezler kümesine, teori dizisinin

katı çekirdeği, dizideki her teorinin yardımcı hipotezler kümesine de o teoriye özgü **koruyucu kuşak** denir. teori dizisi *deneysel olarak gelişen* bir dizidir ancak ve ancak aşağıdaki koşullar yerine gelirse:

(i) teori dizisi teorik olarak gelişen bir dizidir.

(ii) $i = 2, \dots, n$ olduğunda, $\square i$ teorisinden türetilip yeni ve beklenmeyen olgular ifade eden öndeyilerden en az biri (yanlışlanmaya karşı) dayanıklı olmalıdır.

Hem teorik hem deneysel olarak gelişen bir teori dizisine **gelişen teori dizisi** denir. Her deneysel olarak gelişen dizi, tanımı gereği aynı zamanda teorik olarak da gelişen dizi olduğundan, "gelişen dizi" ile "deneysel olarak gelişen dizi" ifadeleri eşanlamlıdır.

Anomali

Bilim felsefesinde çok önemli olan "anomali" kavramını şöyle tanımlayabiliriz. A olgusu, teori dizisine ait i teorisinin karşılaştığı bir *anomali*dir. ancak ve ancak şu iki koşul yerine gelirse:

* A bir yalın olgu olup "A" gözlem ve/veya deneyle doğrulanmış bir gözlem

Önermesi

* A bir deneysel yasa ve "A" tümevarımsal çıkarımla pekiştirilmiş bir yasa önermesidir.

Bir teorinin hipotezlerinden tümdengelsel olarak türetilen bir önermenin deşillemesi gözlem ve/veya

deneyle doğrulanmış bir gözlem önermesi ise, bu önermenin dile getirdiği olguya sözü geçen teoriye ilişkin bir **anomali** denir. Krönig'in kinetik gaz teorisi birçok anomali ile karşılaşır. Örneğin a , t zamanında bir Helyum gaz kitlesi olsun. a gaz kitlesi 2.24 atmosfer basıncı altında -267°C 'ye kadar soğutulursa sıvılaşır. Bu sıvılaşma olgusunu A olarak gösterelim.

" $\square A$ " önermesini, yani " a Helyum gaz kitlesi 2.24 atmosfer basıncı altında -267°C 'ye kadar soğutuldu ama sıvılaşmadı" önermesini teorisini oluşturan hipotezlerden türetebiliriz. Nitekim bu teori gereğince her gaz kitlesi bütün nesne

durumlarında ideal gaz niteliğinde olduğundan, a gaz kitlesinin sıvılaşması olanaksızdır.

Bilimsel Araştırma Programlarının Yordamı

Bir *bilimsel araştırma*

programı, teori dizisinin *katı çekirdeği* ile *yordamı* (*heuristic*) denilen yöntemsel kurallardan oluşur. Yordamı oluşturan kurallar kesin olmayıp yalnızca yönlendirici olan kurallardır. Yordam, *negatif yordam* ile *pozitif yordama* ayrılır. *Negatif*

yordam, teori dizisinin katı çekirdeğini korumayı amaçlar. Pozitif yordam ise, teori dizisini oluşturan teorilere özgü olan koruyucu kuşakların adım adım ortaya konulmasını yönlendirir.

Aynı bir kapalı kap içindeki gaz moleküllerini devinimleri yalnız ötelemeli devinim (*translational motion*) biçiminde değil, aynı zamanda, dönme devinimi (*rotational motion*) ve titreşim devinimidir (*vibrational motion*) biçimindedir. Kapalı bir kap içindeki gaz molekülleri şu koşulları yerine getirir (i) Gaz fazında, gaz moleküllerinin kapladığı hacim, kapalı kabın hacmine göreli olarak ihmal edilebilir.

(ii) Gaz fazında, herhangi bir gaz molekülünün başka bir moleküle veya kabın çeperlerine çarpma süreci ardışık iki çarpma arasındaki süreye göreli olarak ihmal edilebilir. (iii) Gaz fazında, gaz moleküllerinin çekim güçleri ihmal edilebilir. Bu üç koşulu yerine getiren moleküllerin oluşturdukları gaz kitlesi, başka bir deyişle gaz fazı, *ideal gaz* niteliğinde olur. Kapalı bir kabın içindeki gaz molekülleri arasındaki kuvvetlerin etkileri gaz fazından sıvılaştırma fazına geçiş durumunda ortaya çıkar.

KUHN'UN BİLİMSEL PARADİGMA DEĞİŞİKLİĞİNE DAYALI DEVRİMSEL GELİŞİM GÖRÜŞÜ

Bilimsel Paradigma

Thomas S. Kuhn tarafından ortaya konulan görüşte bir bilim dalında belli bir zamanda bilim insanları topluluğunca kabul edilen teori bir *bilimsel paradigma* tarafından yönlendirilir. “**Disipliner matris**” (“*disciplinary matrix*”) olarak adlandırılan bilimsel paradigma teorisinin yasa-önergeleriyle birlikte, bunları yönlendiren yöntem kurallarından oluşur. Dolayısıyla Kuhn'un ortaya koyduğu bu kavram Lakatos'un “bilimsel araştırma programları” kavramına benzer. Aralarındaki önemli ayrım, bilimsel paradigmanın (bilimsel araştırma programının tersine) dolaysız olarak teoriyi değil de, teoriyi kabul eden bilim insanları topluluğunu yönlendirmesidir. Teorisinin yönlendirilmesi, ancak dolaylı olarak bilim insanları topluluğu aracılığıyla gerçekleşir. Öte yandan Lakatos'un bilimsel araştırma programı, tek bir teoriyi değil de bir teori dizisini yönlendirir. Ancak böyle diziyi oluşturan teorilerin ortak katı çekirdeklerinden ötürü aynı teorisinin zaman içindeki farklı teori aşamaları (*theory phases*) sayılabilir Böyle olunca, her bilimsel araştırma programı (her bilimsel paradigma gibi), bir tek teoriye ilişkindir.

Her bilimsel paradigma aşağıdaki bileşenlerden oluşan bir bütündür:

(i) **Sembolik Genellemeler:** *Sembolik genellemeler*, tümel-koşullu önermeler ya da denklemler biçiminde sembolleştirilmiş veya böyle sembolleştirilebilen yasa-görünümlü önermelerdir. Bilimsel paradigmanın sembolik genellemeleri, bilimsel araştırma programının katı çekirdeği ile koruyucu kuşaklarının karşılığıdır. Örneğin klasik mekaniğe dayalı kinetik gaz anlayışı bir bilimsel paradigmadır. Örnek olarak seçtiğimiz bu bilimsel paradigmaya *klasik kinetik gaz paradigması* diyoruz. Bu bilimsel paradigmanın sembolik genellemeleri, önceki bölümde incelenen *kinetik gaz* teorilerine ilişkin temel hipotezler, yardımcı hipotezler ve bunlardan türetilen (ideal gaz denklemi ile Van der Waals denklemi gibi) yasa-önergelerinde oluşur.

(ii) **Metafizik ilkeler ve Modeller:** Bilim dalının konusu olan varlıkları belirten metafizik ilkeler ve modeller de bilimsel paradigmada yer alırlar. Örneğin klasik kinetik gaz paradigmasında, moleküllerin varlığı ilkesi bir metafizik ilkedir. Öte yandan bir tek-atomlu gaz kitlesini oluşturan molekül topluluğunu, birbiriyle esnekçe çarpışan bilardo topu topluluğuna benzetmek bir model oluşturur.

(iii) **Bilimsel Değerler:** *Bilimsel değerler*, herhangi bir bilim dalındaki alternatif teoriler arasında hangisinin *daha gelişmiş* olduğunu belirten ölçütlerdir. Başlıca bilimsel değerler, *dakiklik (accuracy)*, *tutarlılık (consistency)*, *kapsamlılık (scope)*, *yalınlık (simplicity)* ve *verimlilik (fruitfulness)*dir.

1. Seçilen teori *dakik* olmalı, yani teoriye dayanarak türetilen öndeyiler ile gözlem ve deney sonuçları arasında uyum olmalıdır. Özellikle niceliklerin hesaplanan değerleri, ölçülen değerlerine yaklaşık olmalıdır. Aynı niceliğin farklı yöntemlerle ölçülen değerleri de birbirine yaklaşık olmalıdır. Örneğin Avogadro sayısı on üç farklı yöntemle ölçülmüş olup ölçü sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır.

2. Seçilen teori *tutarlı* olmalı, yani;

(a) teorisinin önermeleri arasında çelişki olmamalı,

(b) söz konusu teorisinin önermeleri ile aynı zamanda kabul edilen başka bilim dallarına ilişkin teorilerin önermeleri arasında çelişki olmamalıdır. Örneğin

klasik kinetik gaz teorisi kendi içindeki önermelerle olduğu gibi klasik Newton mekaniği teorisinin önermeleriyle de tutarlıdır.

3. Seçilen teori *kapsamlı* olmalı, yani teoriden yeni ve beklenmeyen olguların öndeyisi türetililebilmelidir. Örneğin kinetik gaz teorisinde van der Waals denkleminin dayanarak kritik noktaların değeri van der Waals sabitlerine bağlı olarak hesaplanabilmiştir.

4. Seçilen teori *yalın* olmalıdır, yani teori, birbiriyle ilişkisiz görünen karmaşık olgular arasında yalın bir düzenlilik ortaya koymalıdır. Örneğin kinetik gaz teorisi, gaz kitlelerinin basıncı ve sıcaklığı ile gaz moleküllerinin devinimi arasında yalın bir bağıntı kurmuştur.

5. Seçilen teori *verimli* olmalıdır, yani teori ilgili bilim insanlarına yeni problem ve araştırma alanları sağlamalıdır. Örneğin kinetik gaz teorisi, çeşitli gaz moleküllerinin farklı sıcaklıklardaki ortalama hızlarını hesaplama problemine yol açmıştır.

Yukarıdaki beş değer, ilgili bilim insanları topluluğunun alternatif teoriler arasındaki seçimini yönlendirmekle birlikte bu seçimi zorunlu kılmaz. Son karar bilim insanları topluluğunun takdirine kalır.

Nitekim bu değerlere dayanan teori seçimi şu iki güçlkle karşılaşır.

(a) Değerlerden her biri somut uygulamaları bakımından kesinlikten yoksundur.

(b) Değerler, bir arada ele alındığında birbiriyle çatışabilirler.

Örneğin Ptolemaeus ile Kopernik astronomi teorileri arasındaki seçimi ele alalım. Bu iki alternatif teori arasında *dakiklik* değeri bakımından fark yoktur. *Tutarlılık* değeri bakımından Ptolemaeus teorisi daha gelişmiştir. Çünkü Kopernik'in zamanında kabul edilen fizik, Aristoteles'in fizik teorisiydi. Bu fizikle tutarlı olan astronomi teorisi Ptolemaeus'unkiydi. *Yalınlık* bakımından Kopernik'in teorisi Ptolemaeus'unkinden daha gelişmiş idi.

Olağan Bilim Dönemi

Belli bir bilim dalındaki bilim insanları topluluğunca kabul edilmiş paradigmanın içerdiği teori (bilimsel araştırma programınca yönlendirilen teori dizisi gibi) belli bir zaman aralığında başarılı bir biçimde kullanılıp bir birikimsel gelişim gösterir. Başka bir deyişle, teorinin aşamaları gelişen bir teori-aşamaları dizisini oluşturur. Yani her aşama bir öncekinden daha gelişmiştir. Söz konusu birikimsel gelişim sürecine, ilgili bilimsel paradigma çerçevesindeki *olağan bilim*, bu sürecin içinde yer aldığı zaman aralığına *olağan bilim dönemi* denir. Olağan bilim döneminde bilim insanları topluluğu tek paradigmayı rakipsiz olarak kabul ederler. Örneğin klasik kinetik gaz paradigması çerçevesindeki olağan bilim dönemi 1856 - 1880 yılları arasındadır. Olağan bilim problemleri üç çeşide ayrılır: (i) Olgu-toplama problemleri, (ii) Teori-sınama problemleri ve (iii) Teori-geliştirme problemleri.

(i) Olgu-toplama problemleri: Bu problemler, ilgili nesne dizgelerinin doğasını belirten özelliklerin (özellikle nicel özelliklerin) gözlem ve/veya deneyle saptanması problemleridir. Bilimsel paradigmanın konusuna giren nesne dizgesi türlerinin doğası, bu türlere özgü belirlenmiş özellikler aracılığıyla belirtilir. ilgili bilim dalının konusuna hangi nesne dizgesi türlerinin girdiği, bu türlerin hangi özelliklerinin kendi doğalarını belirttiği, sözü geçen özelliklerin de hangi gözlem ve/veya deney biçimleriyle saptanabildiği sorularının yanıtı söz konusu bilimsel paradigmaya bağlıdır. Örneğin kinetik gaz paradigmasında gazların kritik noktalarının deneysel olarak saptanması, bu gazların doğası hakkında bilgi sağlar. ilk deneysel kritik-nokta saptaması Thomas Andrews tarafından 1869 yılında karbon dioksit (CO₂) gazı için gerçekleştirilmiştir. Andrews CO₂ gazının kritik sıcaklığını 31 °C ve kritik basıncını 73 atm olarak ölçmüştür. Bu değerler ile van der Waals denklemi aracılığıyla hesaplanan değerler birbirine yaklaşıktır.

(ii) Teori sınama problemleri: Bunlar teoriyi sınamaya yarayan olguları saptama problemleridir. A deneysel olarak saptanan bir olgu olduğunda, A'yı dile getiren "A" öndeyi-önermesi ilgili teorisinden türetilirse A olgusu ilgili teoriyi pekiştirir. Örneğin bir gaz veya sıvı kitlesi içinde süspansiyon biçiminde dağılmış bitki poleni taneciklerinin çok hızlı ve rastgele devindikleri olgusu, ilk olarak 1827'de Robert Brown (1773 - 1858) tarafından gözlemlenmiştir. *Brown devinimi* olarak adlandırılan bu çeşit devinimler 1905 yılında Einstein tarafından kinetik gaz teorisine dayanarak açıklanmıştır. Bu açıklamaya göre rastgele devinen gözlemlenemez gaz veya sıvı molekülleri polen taneciklerine çarpırlar. Bu çarpma ise gözlemlenebilir Brown deviniminin nedenini oluşturur. Jean Baptiste Perrin (1870 - 1942)'in 1908 ve 1910 yıllarında Brown devinimine ilişkin olarak elde ettiği deneysel sonuçlar, kinetik teoriye dayanarak türetilen öndeyileri doğrulamıştır. Böylece Brown devinimi 1905 yılından itibaren, kinetik gaz ve sıvı teorisini sınavıp pekiştiren bir olgu sayılmıştır.

(iii) Teori-geliştirme problemleri: Bilimsel paradigmanın içerdiği teorinin birikimsel gelişimine yol açan etkinlikler deneysel ve teorik olmak üzere iki çeşide ayrılır:

(1) Deneysel teori-geliştirme problemleri: Deneysel teori-geliştirme problemlerinin iki çeşidi vardır:

* Teoride geçen sabitlerin (söz gelişi kinetik gaz teorisine ilişkin NA Avogadro sayısı ve R gaz sabitinin) değerlerinin deneysel olarak ölçülmesi.

* Teoriye ilişkin deneysel yasaların (örneğin Boyle-Mariotte, Charles ve Gay-Lussac yasalarının) deneye dayanarak ortaya konulması.

(2) Teorik teori-geliştirme problemleri: Teorik teori-geliştirme problemleri, yani bilimsel paradigmanın içerdiği teorinin gözlem ve/veya deneye dayanmaksızın geliştirilmesi şöyle olur. Olağan bilim döneminin başında kabul edilen sembolik genellemeler (yani temel yasaları dile getiren önermeler) genellikle teorinin uygulamaları için yeterince elverişli değildir. Aynı temel yasalar olağan bilim döneminin sonraki bir aşamasında daha elverişli, ama öncekilerle eşdeğer olan, farklı sembolik genellemelerle ifade edilir. Böyle bir değişiklik, teorinin bir *açıklamasını* sağlar. Örneğin klasik Newton mekaniğinin temel yasalarını başlangıçta dile getiren sembolik genellemeler (özellikle denklemi) *bunların* yerine eşdeğer olan Hamilton denklemleri ortaya konulmuştur.

Anomaliler, Bunalım Dönemi ve Bilimsel Devrim

Olağan bilim döneminde, bilimsel paradigmanın içerdiği teori er geç *anomalilerle* karşılaşır. Anomalilerin ortaya çıkması ise şu üç şıktan birine yol

(i) Bilimsel paradigma kısmen değiştirilerek anomali giderilir.

(ii) Bilimsel paradigma hiçbir değişime uğramayıp anomali giderilemeden (gelecek zamanda giderilebileceği umuduyla) geriye kalır.

(iii) Bilimsel paradigma ret edilip, bilimsel devrimle yerine geçen bilimsel paradigmada anomali giderilir.

***-Giderilebilen anomali**

Bu şıktaki anomali, yeni ve beklenmeyen bir olgunun *buluşu* anlamına gelir. Bu yeni olgu bazen yeni bir maddenin buluşuna ilişkindir. Örneğin oksijen ve X-ışınlarının buluşu anomali oluşturan bilimsel buluşlardır. Kuhn'a göre bilimsel buluş, olağan bilim etkinliği değil de *olağandışı bilimin etkinliği* sayılır. Bu etkinlik sınırlı bir değişim olan *yıkıcı-yapıcı (destructive-constructive)* paradigma değişikliğine yol açar. Böyle bir paradigma değişikliğinin *yıkıcı* yönü, teorinin bazı yardımcı hipotezlerinin yadsınmasına (reddine) yol açmasıdır. Yadsınmış (ret edilmiş) yardımcı hipotezlerin yerine kabul edilen yeni yardımcı hipotezler bu değişime yol açmış olan anomaliyi *giderir*, başka bir deyişle anomaliyi oluşturan olgu

açıklanmış bir olgu niteliğini alır. Bu nedenle anomaliye *giderilebilir anomali* diyoruz. *Yapıcı* yönü ise, olağan bilim döneminde olağandışı etkinliği yoluyla bir *gelişim* sürecini üretmesidir. Böyle bir süreç, Lakatos'un bilimsel araştırma programının yönelttiği gelişen teori aşamaları dizisine benzer. Nitekim böyle bir paradigma değişikliğinde, teorinin katı çekirdeğini oluşturan temel hipotezler korunur.

*-Giderilemez Anomali

Bazı anomalileri, kabul edilmiş paradigmanın içerdiği teori çerçevesinde gidermek olanaksızdır. A olgusunun T teorisi için bir *giderilemez anomali* olması, A' yı dile getiren "A" önermesi ile T' 'nın *temel* hipotezlerinin bir arada tutarsız (çelişkili) olması demektir. Böyle bir anomaliye *giderilemez anomali* diyoruz. Örneğin aşağıda görüleceği gibi, klasik kinetik gaz paradigmasında "özgül ısı antinomisi

(karşıtlığı)" denilen giderilemez antinomi (karşıtlık), bu paradigmanın olağan bilim döneminde gelişen teori aşamaları dizisinde giderilmeden yerini korumuştur. Bu giderilemez anomali, ancak bilimsel devrim yoluyla kabul edilen yeni teoride, yani kuantum mekaniğine dayalı kinetik gaz teorisinde giderilebilmiştir. Olağan bilim döneminde giderilemez anomaliler ancak gelişim sürecinde göz ardı edilebilirler. Buna karşılık, gelişim süreci sonlanınca, giderilemez anomalilerin varlığı artık bilim insanları topluluğunca göz ardı edilemezler. Olağan bilim döneminin sonunda;

a) giderilemez anomalilerin artması,

b) çözüm bekleyen olağan bilim problemlerinin azalması,

c) yeni bilimsel buluşların azalması veya bütünüyle durması, kabul edilmiş olan bilimsel paradigmaya ve onun içerdiği teoriye olan güveni sarsar. Böylece **olağan** bilim dönemi kapanıp **bunalım dönemi** başlar. **Bunalım döneminde**, daha önce göz ardı edilen giderilemez anomalileri *ad hoc* hipotezlerle

gidereme girişimleri ortaya çıkar. Dolayısıyla bilim insanları bu anomalileri gidermeyi amaçlayan *olağandışı* bilimsel etkinliklere yönelirler. Bilim insanları bu amaçla teorilerinde değişiklikler yaparlar. Ancak, Lakatos'un deyişiyle, teorinin katı çekirdeğini oluşturan temel hipotezler bunalım döneminde de bilim insanlarının çoğunluğunca korunurlar. Az sayıda bilim insanı katı çekirdeği bile farklı olan yeni

alternatif teoriler ortaya koyarlar. Bunlardan biri ilerde bilimsel devrim yoluyla kabul edilip eski teorinin yerine geçer.

Böylece eski teori bakımından giderilemez olan anomaliler yeni teori çerçevesinde giderilebilirler. Başka bazı bilim insanları ise aslında giderilemez olan anomalileri katı çekirdeği değiştirmeksizin *ad hoc* (amaca özel) hipotezler ortaya koyarlar. **Ad hoc hipotez**, anomali olarak bilinen bir olguyu açıklayacak (dolayısıyla anomali olmasını giderecek) biçimde kurgulanmış olup hiçbir yeni öndeyi veya açıklamaya katkısı olmayan hipotez demektir. *Ad hoc* hipotezle yapılan açıklamaya da **ad hoc açıklama** denir. **Demek ki giderilemez anomali ad hoc açıklama ile yapılıyor.** Anomali

giderilmez olduğundan, açıklanan önerme, dolayısıyla içerdiği *ad hoc* hipotez, yanlış olmalıdır. Nitekim bunalım döneminde ortaya konulan *ad hoc* hipotezler ileride çürütülürler. Bunalım dönemi, Lakatos'un deyişiyle, teori aşamaları dizisinin yozlaşmış olduğu dönemdir. Bunalım döneminde *ad hoc* hipotezlerin ortaya konulması yozlaşmanın bir belirtisidir. Örneğin 1856 - 1880 yıllarında sürekli gelişen klasik kinetik gaz teorileri, başka bir deyişle teori aşamaları dizisi, 1880 - 1905 yılları arasında yozlaşan bir dizi biçimini almıştır. Bu zaman aralığı, sürekli olarak *ad hoc* hipotezlerin konulduğu bir bunalım dönemi sayılabilir.

*-Anomalilerin Bilimsel Devrim Yoluyla Giderilmesi

Herhangi bir bilim dalında *bilimsel devrim*, kabul edilmiş olan ve olağan bilim döneminden sonra bunalım dönemine girmiş eski bilimsel paradigmanın, bilim insanları topluluğunca *ret* edilip yerine eskisiyle hiç bağdaşamayan *yeni* bir bilimsel paradigmanın *kabul* edilmesi demektir. Kuhn'un "bilimsel paradigma" kavramı yerine Lakatos'un "bilimsel araştırma" kavramını kullanarak "bilimsel devrim" kavramı eşdeğer bir biçimde şöyle tanımlanabilir. Bilimsel devrim, aynı bilim dalındaki eski bilimsel araştırma programı yerine, katı çekirdeği eskisindekiyle bağdaşamayan yeni bir bilimsel araştırma programının kabul edilmesi demektir. Kuhn, yeni bir teorinin ortaya konulmasını buluş değil de

icat sayıyor. Buluş yeni bir olguya, icat ise yeni bir teoriye ilişkindir. Daha önce görüldüğü gibi yeni bir olgu buluşu, *sınırlı* olan bir yıkıcı-yapıcı paradigma değişimine yol açar. Yeni bir teorinin icadı

ise, *sınırsız* olan bir paradigma değişikliğine, başka bir deyişle, *bilimsel devrime* yol açar. Bilimsel devrim *yıkıcı-yapıcı* bir değişimdir. *Yıkıcı* yönü, eski teorinin temel hipotezlerinin, en azından bazılarının, reddine yol açmasıdır. *Yapıcı* yönü ise, kabul edilen yeni teorinin *ret* edilen eski teoriden daha gelişmiş olmasıdır. Yukarıda görüşlerini incelediğimiz Nagel, Lakatos ve Kuhn'un ortaya koyduğu

gelişmişlik ölçütleri, ifade bakımından farklı olmakla birlikte özce birbiriyle uyumludur.

Örneğin Kuhn'un gelişmişlik ölçütlerini oluşturan beş bilimsel değer tüm bilim felsefecilerce paylaşılabilir niteliktedir. Kuhn, bu beş değere dayanarak devrimsel gelişimin sonucu olan yeni teorinin problem-çözme gücünün eskisinkinden daha yüksek olması gerektiğini belirtmiştir. Buna göre eski teorinin öndeyileri ve açıklamaları yeni teori tarafından da yapılmalı, ayrıca yeni teori eskisinin yapmadığı bazı öndeyi ve açıklamalar yapmalıdır. Bu açıdan devrimsel gelişim birikimsel

değişimden farksızdır. Aralarındaki fark, öndeyiler ve açıklamaların biçiminin farklılığındadır. Yeni teori eskilerinin

açıkladığı bir olguyu farklı bir biçimde, farklı kavramlarla açıklar. Örneğin cisimlerin serbest düşme olgusu eski Aristotelesçi devrim teorilerinde cisimlerin doğal yerlerine dönme eğilimi ile açıklanması na karşılık, aynı olgu, bilimsel devrim yoluyla yeni Newton mekaniği teorisinde

Yer ile düşen cisim arasındaki çekim kuvveti ile açıklanır.

Kuhn, *bilimsel devrimin* başka bir deyişle *devrimsel gelişim* sürecinin şu üç özelliğini belirtmiştir

(i) Devrimsel gelişim *bütünseldir*, azar azar gerçekleştirilemez. Tutarsızlığa düşmemek için birbiriyle bağlantılı olan birçok değişiklik eşzamanlı olarak yapılmalıdır.

(ii) Devrimsel gelişimin birincisi ile bağlantılı olan ikinci bir özelliği, bilimsel terimlerde *anlam değişimine* yol açmasıdır. Örneğin Newton'un "kuvvet = kütle x ivme" biçimindeki temel devrim yasasındaki "kuvvet" ile "kütle" terimlerinin anlamı, aynı terimlerin yasadaki önceki eski anlamlarından farklıdır. Yeni anlamları belirleyen yasanın kendisidir.

(iii) Daha genel olarak, devrimsel gelişim, *bilim dilinde* “devrimsel” denilebilen bir anlam değişimine yol açar. Böyle bir değişim sonucunda bilimsel betimleme ve genellemelerde kullanılan sınıflama kategorileri değişir. Örneğin Ptolemaeus astronomisinde Güneş ve Ay, Gezegen olarak sınıflanmasına karşın, Kopernik astronomisinde Güneş, Yıldız ve Ay yeni bir kategori olan Uydu olarak sınıflanmıştır.

şimdi bilimsel devrim, yani devrimsel gelişim örneği olarak, 1900 - 1912 yıllarındaki *klasik kinetik gaz teorisinden kuantum mekaniğine dayalı kinetik gaz teorisine*, kısaca *kuantum kinetik gaz teorisine*, geçiş sürecine değinelim. Klasik gaz teorilerinin karşılaştığı iki giderilemez anomali, söz konusu bilimsel devrime yol açan başlıca etmen olmuştur. Bunlardan biri yukarıda sözünü ettiğimiz *özgül ısı anomalisi*, öbürü bu kitapta incelemediğimiz *kara cisim (black-body) anomalisi* denilen anomali dir. Klasik teoride giderilemeyen bu iki anomali yeni kuantum teorisinde giderilmiştir.

