



BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ KILAVUZU

Prof.Dr. Ömer Cevdet Bilgin

Atatürk Üniversitesi | Fen Fakültesi | İstatistik Bölümü

Son güncelleme | 10 Ocak 2022

**“BİR DENEY BİLİMİN DOĞAYA YÖNELTİĞİ BİR SORUDUR VE BİR
ÖLÇÜM DOĞANIN CEVABININ KAYDEDİLMESİDİR” M. PLANCK**

Bilimsel Araştırma Projesi Takvimi

Hafta	Ödev	“Bilimsel Araştırma Projesi Kılavuzu”nda Okuyacağın Bölüm	Teslimat	Teslim Tarihi
01	Bir bilimsel araştırma projesi fikri bul.	“Bilimsel Metot” “Bilimsel Araştırma Projesi Sorusu”	“Bilimsel Araştırma Projesi Sorusu Teklifi” “Bilimsel araştırma makalesi”	
02	Cevaplaman gereken bilimsel araştırma projesi sorusu için bir yol haritası çıkar.	“Literatür Taraması Planı”	“Literatür Taraması Planı Çalışma-sayfası”	
03	Literatür taraması raporunu yaz.	“Enformasyon Kaynakları” “Bir Bilimsel Araştırma Makalesi Nasıl Okunur” “Literatür taraması Raporu” “Referanslar”	“Literatür taraması Raporu”	
04	Bir hipotez kur.	“Bilimsel Araştırma Projesinde Değişkenler” “Hipotez”	“Değişkenler ve Hipotez Çalışma-sayfası”	
05	Hipotezini test etmek için bir deney prosedürü dizayn et	“Deney Prosedürü” “Deney Dizaynı Hakkında Daha Fazlası” “Bir Deneyin Bir Etkiyi Ölçme Kabiliyetini Artırmak” “Materyal Listesi”	“Deney prosedürünün adımlarını tüm detaylarıyla yaz” “Bir materyal ve araç-gereç listesi yaz”	
06	Bilimsel araştırma projesi çerçevesini yaz.	“Bilimsel Araştırma Projesi Çerçevesi”	“Bilimsel Araştırma Projesi Çerçevesi”	
07-12	Deneyini icra et ve deneysel veriyi rapor et.	“Bir Bilimsel Deneyi Yürütmek”	“Gözlemlerini betimleyen bir paragraf yaz” “Topladığın veriyi bir tablo haline getir”	
13	Veriyi analiz et ve bir netice çıkar.	“Veri Analizi” “Netice”	“Veri analizi sonuçlarını yaz” “Neticeyi yaz”	
14	Bilimsel araştırma makalenini yaz.	“Bilimsel Araştırma Projesi Nihai Raporu” “Bilimsel Araştırma Makalesi Nasıl Yazılır”	“Bilimsel Araştırma Makalesi”	

Bilimsel Metot

Bilimsel Araştırma Projesinin Sorusu

Literatür Taraması

- **Literatür Taraması Planı**
- **Enformasyon Kaynakları**
- **Bir Bilimsel Araştırma Makalesi Nasıl Okunur?**
- **Referanslar**
- **Literatür Taraması Raporu**

Hipotez Kurma

- **Bilimsel Araştırma Projesinde Değişkenler**
- **Hipotez(ler)**

Deney Yaparak Hipotezleri Test Etme

- **Deney Prosedürü**
- **Deney Dizaynı Hakkında Daha Fazlası**
- **Bir Deneyin Bir Etkiyi Ölçme Kabiliyetini Artırmak**
- **Materyal Listesi**
- **Bilimsel araştırma Projesi Çerçevesi**
- **Deneyi Yürütme**

Verinin Analizi ve Netice Çıkarma

- **Veri Analizi**
- **Veri Analizi Teknikleri**
- **Olasılık p -değerinin Yorumlanması**
- **İstatistiksel Sonuçların Sunumu Üzerine**
- **Netice**

Sonuçları Haber Verme

- **Bilimsel araştırma Projesi Nihai Raporu**
- **Bilimsel araştırma Makalesi Nasıl Yazılır?**

Bilimsel araştırma Projesi Takvimi

Ödev_00

Her bir öğrenci, ilk haftanın dersine gelmeden önce, ilgi duyduğu bilim alanına ait bilimsel bir dergide yayımlanmış bir araştırma makalesi bulacak. Bilimsel makaleyi okuyacak, özetini çıkaracak ve makalenin bir kopyası ile beraber sunacak.

Giriş

Bir bilimsel araştırma projesi, belirli bir bilim alanında yeni ve daha önce bilinenden farklı bir bilimsel katkı yapmayı gaye edinen bir bilim araştırmasıdır. Belirli bir bilim alanında ya henüz cevabını bulamamış bir soruyu cevaplamaya matuf yeni veri formunda ya da halihazırda kullanılan proseslerin geliştirilmesini hedefleyen yeni bir teknik formundadır.

Lisans düzeyinde yürütülen bir bilimsel araştırma projesi bilimin herhangi bir alanında öğrencinin bilgi ve görgüsünü artırmakla kalmayıp, öğrenciye lisans öğrenimi ve sonrası için bir çok bakımdan paha biçilmez beceriler kazandırır:

- Planlama ve zaman yönetimi becerisi
- Bilimsel araştırma becerisi – bilimsel metot ve istatistik bilimi gibi
- Bilimsel literatürü okuma, anlama ve yazma becerisi
- Sunum ve iletişim/iletişim becerisi

Bir bilimsel araştırma projesi, bir hafta sonunda veya bir ayda bile yürütebileceğin bir şey değil! Aylarca sürececek bir düşünme, öğrenmeye-çalışma ve iş görme sürecidir. Bu süreç, bilimsel araştırma projesi için kendine mütenasip bir fikir bulmakla başlayıp, araştırma bulgularını başkalarıyla paylaşmaya kadar devam eder. İşte bu kitapçık, kendi bilimsel araştırma projeni yürütürken, sana kılavuzluk etsin diye hazırlandı.

Bir öğrenci bilimsel araştırmacı olarak, bilimsel araştırma projene girişmeden önce harcaman gerekecek çaba ve zamanın kapsamını idrak etmen gerekir. Bir bilimsel araştırma projesinin üstesinden gelebilmek için geçmek zorunda kalacağın aşamalar şunlar olacak:

- İlgi duyduğun bir alan seçmek
- Belirli bir mevzuya odaklanmak
- Fikirini test edilebilir bir soruya ve hipoteze dönüştürmek
- Bir bilimsel araştırma projesi çerçevesi yazmak
- Deneyini yürütmek
- Veriyi analiz etmek
- Bulgularını sunmak

Bir bilimsel araştırma projesinin başarılı olması için başlıca unsurları şöyle sıralayabilirim:

- Bilimsel araştırma ve bilimsel metot hakkında bilgini kontrol et.
- Üzerinde bilimsel öğrenmeye-çalışacağın mevzu hakkında gerekli arkaplan araştırmasını yap.
- Senden daha deneyimli olanların reberliğini asla küçümseme.
- Bir orijinal katkı (veya yeni bilgi) peşinde koşmalısın. Başka bir ifade ile, yaratıcı olmalı, gerçek bilim yapmalısın. Geçmişte pek çok defa doğrulanmış konuları tekrarlamaktan kaçınsan iyi olur.
- Profesyonel laboratuvarlarda çalışma olanaklarını zorla. Olmaz ise elindeki olanakları çok iyi değerlendirmeye bak.
- Bilimsel araştırma projende başarılı olmak istiyorsan yeterli zamanı ayırmak zorundasın.

Bilimsel Metot

Bilimsel metot, *bilimsel sorular* sormanın ve bu sorulara cevap aramanın bir yoludur. Gözlem ve deney yapmayı esas alır. Bilim insanları, doğadaki neden-ve-etki ilişkilerini araştırmak (veya açığa çıkarmak) için bilimsel metodu kullanır. Yani, öyle bir deney düzenlerler ki bir şeyi değiştirmek başka bir şeyin tahmin edilebilir bir yönde değişmesine neden olur. Deneyin “nizami/adil” bir test olması önemlidir. Nizami/adil bir test, sadece bir faktörü (açıklayıcı değişkeni) değiştirirken diğer bütün koşulları aynen muhafaza etmeyi gerektirir.

Tıpkı profesyonel bilim insanlarının yaptığı gibi, sen de bir bilimsel araştırma projesi sorusu geliştirmede, bir hipotez kurmada, deneyini dizayn etmede, deneyini icra etmede ve verini değerlendirmede bilimsel metodu kullanacaksın.

Bilimsel metodun adımları şunlardır:

1. Bir soru sor
2. Arkaplan araştırması yap
3. Bir hipotez kur
4. Hipotezini bir deney yaparak test et
5. Veriyi analiz et
6. Bir netice çıkar
7. Sonuçlarını haber ver

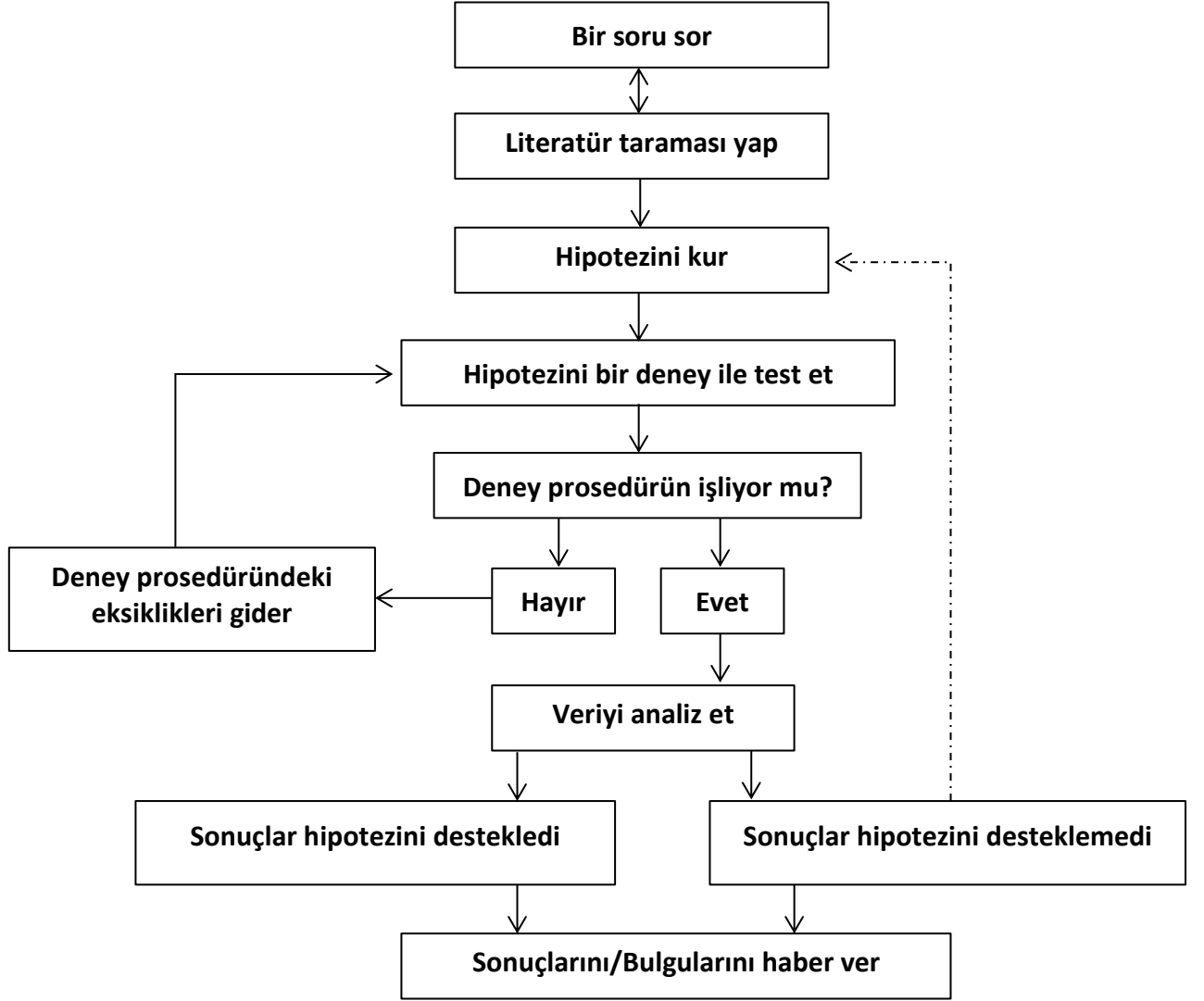
Bilimsel metodu her ne kadar ileri doğru bir adımlar serisi ile ifade etmiş olsak ta, unutma ki yeni enformasyon veya fikirler bu sürecin her hangi bir noktasında bilimsel araştırmacının geri gitmesine ve adımları yinelemesine neden olabilir. Bilimsel metot gibi böyle geri bildirimde/beslemede bulunarak kendini yineleyen süreçlere *iteratif/yinelemeli süreçler* denir.

Bir öğrenci bilimsel araştırmacı olarak, sağlıklı neticelere varabilmek için bilimsel akıl yürütme kabiliyetini geliştirmen gerekiyor. Bunu ancak istatistiksel düşünmeyi münasipçe kullanarak başarabilirsin. Unutma ki istatistiksel düşünme, bilimsel metodun ayrılmazıdır. Mesela, her bilimsel araştırma projesi bir hipotez ile başlar. İstatistiksel düşünme, hipotezi tanımlamamıza yardım eder ve hipotezi test edebileceğimiz araçları bize sağlar.

Bilimsel metodun temel prensiplerinden biri **yeniden-üretilebilirlik** fikridir: deneyler tekrarlandığı zaman aynı sonuçlar görülebilecek mi? Bilimsel araştırmacılar bu sebeple deneylerini tekrarlarlar. Yani, bilimsel araştırmacılar, aynı deneyleri birden fazla kere yürütürler ki sonuçların yeniden-üretilebilir olup olmadığını görebilsinler. Amma ve lakin, her ne zaman deneyler tekrarlansa, deneysel hatadan kaynaklanan bir değişim/varyasyon daima mevcuttur. İstatistiksel düşünme, farklı muamele grupları arasında gözlenen farklılıkların gerçek mi yoksa deneysel hatadan mı kaynaklandığını belirlememize yarar.

İstatistiksel düşünme, istatistiksel formüllerin veya analizin kullanılmasını gerektirmeyen en yalın durumda bile, öğrenci bilimsel araştırmacının değişkenliğin farkında olmasını ve planlarını buna göre yapmasını gerektirir.

Bilimsel araştırma projeni yürütme süreci boyunca bütün önemli fikirleri ve enformasyonu kaydedeceğin bir proje defteri tutmanın sana çok faydası olacaktır.

Bilimsel Metodun Adımları:

Bilimsel Metodun Adımları	Detaylı Konu Başlığı
Bir Soru Sor: Bilimsel metot, gözlediğin bir şey hakkında bir soru sorduğunda başlar. Nasıl, Ne, Ne zaman, Kim, Hangi, Niçin veya Nerede? Ve, bilimsel metot ile soruna cevap bulabilmek için, hakkında soru sorduğun şeyi, tercihen bir sayı ile, ölçebilmen gerekir.	Bilimsel araştırma Projesi Sorusu
Arkaplan Araştırması Yap: Sorunu cevaplamak için el yordamıyla bir plan yapmaya çalışarak debelenmek yerine, ilk önce, başkalarının aynı konuda neler yapmış olduğuna bir bakmalısın. Kütüphane ve internet araştırması, en kolay ve etkili yolu bulmanda sana yardımcı olacaktır.	Literatür Taraması Planı Enformasyon Kaynakları Bilimsel araştırma Makalesi Nasıl Okunur? Referanslar
Bir Hipotez Kur: Hipotez, olguların tezahürüne dair bilimsel araştırmacının deneyimine ve teorik bilgisine dayanarak ortaya koyduğu zandır (yani “iddiadır”). Koşullu bir önermedir esasen: “Eğer _____ bu _____’nu yaparsam, _____ şu _____ olur.” Hipotezini öyle bir tarzda ifade etmelisin ki kolayca ölçülebilsin. Ve, elbette, hipotezini orjinal soruna cevap bulmana yardım edecek bir tarzda kurulmalısın.	Değişkenler Hipotez
Hipotezini Bir Deney Yaparak Test Et: Yürüteceğin deney, hipotezinin desteklenip desteklenmeyeceğini test edecek. Önemli olan deneyinin nizami ve adil bir test olmasıdır. Nizami ve adil bir test, sadece bir faktörü (değişkeni) değiştirirken diğer bütün koşulları aynen muhafaza etmeyi gerektirir. Ve, yaptığın deneyi tekrarlamalısın ki ilk sonucun bir kaza/rastlantı olmadığından emin olabilesin. Deneyini deney üniteleri üzerinde tekrarlarsın.	Deney Prosedürü Materyal Listesi Deneyi Yürütme
Veriyi Analiz Et ve Bir Netice Çıkar: Deneyini yürüttükten sonra, hipotezini destekleyip desteklemediklerini görmek için ölçümlemleri topla ve analiz et. Bilimsel araştırmacılar hipotezlerinin desteklenmediğini çok sık görürler, ve böylesi bir durumda yaptıkları deneyden kazandıkları enformasyona dayanarak yeni bir hipotez kurarlar. Bu, tüm bilimsel metot sürecini yeniden başlatır. Ve hatta, bilimsel araştırmacı hipotezinin desteklendiğini görse bile yeni bir yolda tekrar test etmek isteyebilir.	Veri Analizi Veri Analizi Teknikleri Netice
Sonuçlarını Haber Ver: Bilimsel araştırma projeni tamamlamak için sonuçlarını bir nihai raporla diğerlerine haber verirsin. Profesyonel bilimsel araştırmacılar da bilimsel araştırmalarının nihai raporunu bir bilimsel dergide yayımlarken veya bir bilimsel toplantıda sunarken aynı şeyi yapar. Bilimsel araştırma projeni mezuniyet öğrenme-çalışması olarak	Bilimsel araştırma Projesi Nihai Raporu Bilimsel araştırma Makalesi Nasıl Yazılır?

değerlendirebileceğin gibi bir öğrenci kongresinde veya bir proje yarışmasında sunmayı da düşünebilirsin.	
---	--

Bilimsel Araştırma Projesi Sorusu

Bilimsel araştırma projen için ilgini çekecek bir mevzu bulmak gerçekten önemlidir. Üzerinde çok zaman harcayacağın için, bilimsel araştırma projenin sıkıcı bir mevzuda olmasını istemezsin.

Ancak, bir mevzu bulmak bilimsel araştırma projesinin en zor aşamasıdır. Bir mevzu bulmada ilk adım, ilgi duyduğun bir bilim alanını belirlemektir. Öncelikle, günlük ilgi alanlarına ve aktivitelerine sorgulayıcı bir gözle bakabilirsin. Bu sana ilgi duyduğun bilimsel alanı tespit etme olanağı sağlayabilir. Sonrasında, tespit ettiğin bilim alanında sırasıyla ilgini çeken bir konuya, bir bağlama ve bir mevzuya odaklanmalısın. Mesela, “biyoloji” gibi genel bir alanı seçerek başlayabilirsin. Fakat burada, “yaşlanma biyolojisi” gibi bir konuya ilgini rafine edebilirsin. Daha sonra, “yaşlanma biyolojisini” “insanlar” bağlamında incelemeyi seçebilirsin. Daha sonra, öğrenmeye-çalışacağın mevzuyu “yaşlanmanın insan hücrelerinde meydana getirdiği değişiklikler” olarak belirleyebilirsin. Nihayetinde şöyle bir araştırma sorusuna sahip olabilirsin: “İnsan hücreleri yaşlandıkça bölünme ve çoğalma kabiliyetleri nasıl değişir?” Elbette, böyle bir soruya özünde ilgi duyuyor olmalısın.

Seçeceğin mevzu aynı zamanda, senin için meydan okuyucu (yani, iddialı) olmalı. Ama fazla da uçmamak koşuluyla, tabii ki. “Sodanın PH’sının analizi” gibi basit mevzular lisans düzeyinde öğrenciler için pek etkileyici olmaz. Daha ileri düzeyde düşünmen beklenir. Yeni bir şey denemekten korkma. Bilimsel araştırma projen boyunca öğreneceksin, zaten. **Bu senin için bir öğrenme süreci olacak.** Aynı zamanda, seçeceğin mevzuyu içinden çıkamayacağın boyutlara taşımamaya da özen göster. Mesela son günlerde küresel ısınma üzerinde herkes konuşmakta. Eğer küresel ısınmayı öğrenmeye-çalışmak istersen, odaklanmak için, küresel ısınmanın olanaklı nedenlerinden sadece birini veya küresel ısınmanın ileri boyutlara vardığı sadece bir durumu ele almalısın.

Daha önce kimsenin gerçekten öğrenmeye-çalışmadığı bir mevzu bulmaya çaba göster. Bunu başarabilirsen bilimsel araştırmanın orijinal olur. Bir bilimsel araştırmanın parlaklığını ölçen kriterler **orijinallik ve yenilikçiliktir**. Yeni bir metot veya teknik geliştirmeye çalış veya kimsenin hakkında bilgi sahibi olmadığı bir şeyi bilimsel-arastır. Eğer geliştirecek bir şey bulamaz isen, eski bir metodu al ve yeniden dizayn et. Veya mevcut metotların farklı koşullardaki davranışına bak. Orijinal bir mevzu bulmada, alanın uzmanları ile danışmaya ciddi zaman ayır.

Bilimsel araştırma projenin karmaşık/komplike görünmesi parlaklığını garanti etmez. Basit/yalın mevzular büyük bilimsel araştırma projelerine dönüşebilir. Her şeyden daha önemli olan, öğrenci bilimsel araştırmacının, projesine hakim olabilmesidir.

Bir mevzuyu üzerinde bilimsel-çalışabileceğin kadar daraltmak için, bu mevzunun sadece bir hususiyetine odaklan. Mesela, diyelim ki dünyanın pembe süt veren ilk ineğini yaratmak istiyorsun. Bu projeyi bir yarıyıldan tamamlamanın olanağı yok elbet. Onun yerine, ineğin süt verme prosesinin daha küçük bir parçası olarak, ineğin niçin beyaz süt verdiği sorusunu bilimsel-arastırabilirsin. Daha sonra, pembe süt veren ineği yaratmada, bu parçanın uyarlılığını vurgulayabilirsin.

Nihayetinde önemli olan, seçeceğin mevzuyu test edilebilir bir soruya indirgeyebilmen ve bu soruya cevap olarak hipotezini kurabilmendir. Hipotez kurmak demek, esasen bir model kurmak demektir. Peki model nedir? Mesela kadınların belli karakteristikleri bakımından adamlardan genellikle farklı olduğu dikkatini çekmiştir. Daha uzun boylu insanların genel olarak daha ağır oldukları da dikkatinden kaçmamıştır. Farklı miktarlarda sulamanın bitkilerde farklı büyüme hızlarına neden olduğu genel kanısına sen de sahip misin? Bu durumda, modelleri kullanma konusunda hali hazırda bir uzman sayılabilirsin. Bilimsel araştırma projesi sürecinde yapmamız gereken şey işte senin bu sezgisel anlayışını formalize edebilmeni ve herşeyi sayılara dökebilmeni sağlamaktır.

Yukarıda saydığımız üç misalin müşterek noktası nedir? Birşey başka bir şey tarafından etkileniyor ya da onunla ilişkili. Evet, bir model, değişkenler arasındaki bir ilişkidir. Bizim ele aldığımız ilişkiler nispeten basit olanlardır: kadınlar adamlardan belirli bir miktar daha kısadır; vücut kütlesi boy uzunluğu ile belki boy uzunluğunun karesi ile orantılıdır; herhangi bir bitkinin büyüme hızı su tüketiminin, diğer faktörlerle birlikte, bir fonksiyonudur.

Bilimci ele aldığı değişkenler arasındaki ilişkiyi popülasyondan çektiği bir örnek üzerinde karakterize etmek suretiyle, popülasyonda geçerli olan (ancak meçhul olan) modele bir yaklaşımda bulunur ve bu yaklaşımı olasılıklar cinsinden ifade eder.

Sececeğin bilimsel araştırma projesi sorusunu sürecin ilerleyen aşamalarında bir hipoteze dönüştürmen gerekecek. Bunu aklında bulundur.

Şayet, mevzu bulmakta çok zorlanırsan, bilimsel araştırma projeleri için fikirler sunan internet siteleri mevcut. Bunlardan yararlanabilirsin.

Bilimsel araştırma projen için sececeğin soru senin öğrenme-çalışmanın köşe taşı olacak. Yürüteceğin bilimsel araştırma ve deney, bütünüyle, soracağın bu soruya bir cevap bulmak etrafında dönecek. Sececeğin sorunun iki veya üç ay boyunca üzerinde bilimsel-çalışabileceğin kadar ilgi çekici ve fazla karmaşık olmayan bir deney ile cevabını bulabileceğin kadar spesifik olması önemlidir. Bir bilimsel soru çoğunlukla şu soru zamirlerinden birine sahiptir: Nasıl, Ne, Ne kadar, Ne zaman, Kim, Hangi, Niçin veya Nerede. Mesela, robotlar igini çekiyor ise, sorunu şöyle sorabilirsin: "Belirli bir ağırlığı kaldırabilmek için bir robot kol ne kadar akım kullanır?"

Bilimsel araştırma projenin sorusu sayısal olarak kolayca ölçebileceğin veya renkler gibi kolayca teşhis edebileceğin değişkenleri (yani faktör ve vasıfları) kapsamalıdır.

Güzel bir bilimsel araştırma projesi sorusunun çok önemli iki karakteristiği şunlardır:

- Soru, hakkında okuyabileceğin ve bir kaç ay boyunca üzerinde öğrenmeye-çalışabileceğin kadar ilgi çekici olmalı.
- Mevzu ile alakalı en az on yazılı kaynak bulunmalı. Senden öncekilerin deneyimleri üzerine konumlanabilirsin.

Bir bilimsel araştırma projesi için, ilerisini düşünmek önemlidir. Bu seni sonradan yaşayacağın olumsuzluklardan korur. Sorduğun soruyu cevaplamak üzere icra edebileceğin deneyi kafanda canlandır. Bu olanaklı deney şu meseleler karşısında nasıl duracak?

- Deney, *açıklayıcı değişkendeki* değişiklikleri ve *yanıt değişkenindeki* değişimleri, sayı, yüzde, uzunluk, genişlik, ağırlık, voltaj, hız, enerji veya zaman gibi bir niceliği temsil eden bir rakamla ölçmelidir. Ya da, bir deney en azından bir değişkeni basitçe "var" veya "yok" gibi ikili bir sonuçla ölçbilmelidir. Mesela, bir denemede/testte ışık VAR, diğer denemede/testte YOK; bir denemede/testte gübre KULLANDIN, diğer denemede/testte KULLANMADIN; veya tohum ÇİMLENDİ veya ÇİMLENMEDİ. Eğer deneyinin sonuçlarını ölçemiyorsan, bilim yapmıyorsun demektir.
- Deneyine tesir edebilecek diğer değişkenleri kontrol altına alabilmesilisin ki nizami ve adil bir test yapabilesin. "Nizami ve adil bir test", yalnızca bir değişkeni (faktörü) değiştirirken diğer bütün koşulları aynen muhafaza etmeyi gerektirir.
- Yürütmeyi düşündüğün deney güvenli mi? Kendine, başkalarına ve kullanacağın ortama herhangi bir şekilde zarar vermemelisin.
- Bilimsel araştırma projen için gereksinim duyduğun bütün materyali ve araç-gereci kendi olanaklarınla temin edebilecek misin?
- Deneyini zamanında yetiştirebilecek misin? Mesela bazı bitkilerin büyümesi haftalar alır. Eğer bitkiler ile çalışacaksan çok erken başlamalısın. Çoğu deneyler için, prosedürlerin düzgün işleyip işlemediğini görmek amacı ile bir pilot öğrenme-çalışmasına zaman ayırmak isteyebilirsin.
- Bilimsel araştırma projen, projeni sunmayı amaçladığın platformun gerektirdiği koşullara uygun mu?

Eğer yukarıdaki meselelere güzel cevaplar veremiyorsan, o zaman belki de daha iyi bir bilimsel araştırma projesi sorusu aramalısın.

İnsan veya hayvan denekler, hayvansal doku, patojenik ajanlar, DNA veya riskli maddelerle çalışmayı düşünüyorsan, etik ve güvenlik bakımından konuyu önce yetkili kişilerle konuşman ve onay alman

gerekir.

İyi bilimsel araştırma sorusuna bir kaç misal:

- Su saflığı yüzey gerilimini nasıl etkiler?
- Bezelyede dane verimi ile sulama miktarı arasında nasıl bir ilişki var?
- Hangi materyal en iyi ısı izolasyonu sağlar?
- Kemer kavisi yük taşıma kapasitesini nasıl etkiler?
- Hangi temel yapısı depreme daha dayanıklıdır?
- Maya hangi şekerleri kullanır?

Kötü bilimsel araştırma sorusuna bir kaç misal:

- “Pepsi’nin mi tadı daha iyidir yoksa Coca cola’nın mı?” gibi sorular basitçe tercih veya tat karşılaştırması yapar. Böylesi “deneyler”, bilimsel araştırma projesinde gerekli olan sayısal ölçümleri barındırmaz Bunlar deneyden çok yoklamadır.
- “Egzersiz, müziğin, video oyunlarının veya herhangi bir şeyin kan basıncına etkisi varmı?”, “Müziğin veya konuşmanın bitkilerin büyümesine etkisi var mı?” gibi soruların ya sonucu zaten açıktır veya kontrol altına alınarak ölçülmeleri zordur.

Literatür Taraması Planı

Deneyini nasıl dizayn edeceğini bilmen ve anlamın, literatür taramasına bağlıdır. Bir literatür taraması planı, cevaplaman gereken bilimsel araştırma projesi sorusu için bir yol haritasıdır. Bir literatür taraması planı yapmak için şu adımları takip edebilirsin:

1. Bilimsel araştırma projen için uygun anahtar kelimeleri belirle. İlave anahtar kelimeler ve kavramlar için beyin fırtınası yap.
2. Belirlediğin anahtar kelimelerden literatür taraması soruları türetmek için, soru kelimelerini (niçin, nasıl, ne kadar, kim, ne, ne zaman, nerede) kullan. Mesela:
Seri ve paralel devreler arasında **ne** fark var?
Bir bitki **ne zaman** en çok büyür, gündüz mü yoksa gece mi?
Bir lensin odak noktası **nerededir**?
Bir java apleti **nasıl** çalışır?
Bir çatı makası bir köprüyü daha kuvvetli yapar **mı**?
Gece kelebekleri **niçin** ışığa uçar?
Hangi temizlik ürünü en çok bakteri öldürür?
3. Deneyinin sonuçlarını betimlemek için gereksinim duyacağın, eğer var ise, matematiksel formüllerin bir listesini literatür taraması planına ekle.
4. Benzer deneylerin ve buluşların tarihsel geçmişi üzerinde literatür taraması yapmayı da elbette planlamalısın.
5. Hocaların ve tanıdığın akademisyenler gibi seçtiğin mevzuda senden daha deneyimli kişilerle bağlantı kur. Onlara şunu sor: “Bilimsel araştırma projemi daha iyi anlayabilmem için, hangi bilimsel kavramları öğrenmeye-çalışmalıyım?”

Literatür Taramasına Niçin Gereksinim Duyulur?

Bir deney dizayn edeceğine göre, seçtiğin mevzuyu soruşturmak için hangi tekniklerin ve ekipmanların en iyi olduğunu araştırman gerekir. Ne yapacağını düşünerek debelenmek yerine, kafası çalışan soruşturmacılar kütüphaneyi ve interneti kullanarak öğrenme-çalışmaları için en iyi yolu araştırırlar. Gözü kapalı oraya buraya toslayıp diğerlerinin hatalarını tekrarlamaktansa, onların deneyimlerinden yararlanmak herhalde daha iyidir. Bununla ilgili şu espiri yapılır her zaman: “Laboratuarda bir yıl, seni kütüphanede bir günden kurtarır .”

Yapacağın literatür taraması bilimsel araştırma projenin en önemli aşamalarından biri olacak. Projenin bitiminde sunacağın her ne olursa, temeli bu literatür taraması olacaktır. Literatür enformasyonunu doğru anlamak vazgeçilmezdir. Yapacağın deneyin sonuçlarının nasıl ve niçin öyle çıkacağını açıklayacak önemli kavramları, tanımları ve denklemleri arayıp bulmalısın.

Literatür taraması, aynı zamanda, deneyinin arkasındaki teoriyi anlamana yardımcı olması bakımından önemlidir. Mevzuyla alakalı teorileri derinlemesine çalışmalısın. Yani, yapacağın deneyin mekanizmasını anlamış olman gerekir. Yine belirlediğin mevzunun, günümüz toplumu için neden önemli/yararlı olduğunu bilimsel çalışmalısın. Mesela yoğurdun fermantasyonunu öğrenmeye-çalışıyor isen, yoğurt yapımında kullanılan bakterileri, mekanizmaları ve kimyasal süreçleri/işlemleri öğrenmeye çalışmalısın. Aynı zamanda yoğurdun fermantasyonunun niçin önemli/yararlı olduğunu öğrenmen gerekir. Her zaman şu soruyu cevapla: “Kime yarar?”

İyi bir literatür taraması gereklidir. Çünkü:

- Bir hipotez formüle etmene (ya da kurmana) yardımcı olacak. Mevzuyu ne kadar iyi anlarsan, olabilecekleri o kadar iyi tahmin edebileceksin.
- İyi dizayn edilmiş bir deney prosedürü yaratmana yardımcı olacak. Ki bu seni, daha sonra el yordamıyla deneyini yapmaya çalışırken, debelenmekten kurtaracak.
- Karşılaşmaktan kaçınmayacağın bazı problemleri önceden görmeni sağlayacak
- Sonuçların analizi daha kolay olacak ve varacağın neticeler daha detaylı olacak.

Kütüphane ve internet araştırması yapmalısın ki deneyinde ne olacağına dair bir tahmin yapabilesin.

Ve deney sonucunda yaptığın tahmin doğru veya yanlış çıktığında, gözlediğin davranışa neyin neden olduğunu anlamayı sağlayacak bilgiye sahip olabilesin.

Eğer literatür taramanı anlamakta zorlanırsan, cesaretin kırılmasın. Temel kavramlar ile başla ve ilerle. Bazı zamanlar, bir bilimsel makeleyi, henüz anlamaya başlamak için bile, bir kaç (belki 10) kere okumak zorunda kalabileceksin. Anlamak için sınırlarını zorla ve ilk defa karşılaşacağın kavramların üstesinden gelebilmek için çaba sarfet. Aslında, literatür taramanın çoğu sana yabancı gelecek. Bu çok normal. Ama, bir bilimsel araştırma projesi yürütmenin amacı, unutmama ki yeni enformasyon kazanmak ve kendi kendine meydan okumaktır.

Proje defterine, literatür taraman boyunca, bilimsel-çalışacağın mevzu hakkında ulaşabildiğin bütün enformasyonu kaynakları ile birlikte, aklına gelen fikirleri ve kişisel deneyimlerini detaylıca not almalısın.

Bir Literatür Taraması Planı Yapmak: Ne Arayacağımı Nasıl Bileceğim?

Araba kullanırken varmak istediğimiz yeri bulmanın iki yolu vardır: En sonunda nereyi aradığınızı unutuncuya kadar etrafta rastgele direksiyon sallamak VEYA başlangıçta bir haritaya bakmak.

Literatür taramanda yararlanacağın enformasyonu bulman da hayli benzerdir. Kütüphaneler ve internet milyonlarca sayfa enformasyonla dolu. Elinde bir harita ile başlamadığın sürece aradığınızı bulma şansın son derece düşüktür. Kaybolmamak için bir literatür taraması planına ihtiyacın var.

Anahtar Kelimeler

Literatür taraması planını yapmaya, bilimsel araştırma projen için sorduğun soru ile başlayacaksın. Müteakip soruyu sorduğumuzu varsayalım.

Bilimsel araştırma projesi sorusu: Süt içmek, acılığı, kola veya suya göre daha iyi giderir mi?

Bilimsel araştırma sorumuzdaki anahtar kelimeleri ve temel kavramları belirleyerek başlayalım:

- Süt
- Acılık
- Kola
- Su

Oldukça kolay! Şimdi, bu anahtar kelimeler ile ilgili temel kavramlardan bazıları nelerdir? Önce acılık hakkında düşünelim. Bir bilim deneyi yapacaksak, acı bir yiyeceğin “yaktığını” bilmemiz muhtemelen yeterli olmayacak. Sanki bu iş, anahtar kelimeleri bulmaktan biraz daha zor gibi.

Soru Kelimeleri Tablosu

İşin sırrı soru kelimelerini (niçin, nasıl, kim, ne, ne kadar, ne zaman, nerede) anahtar kelimeler ile birlikte kullanmakta. Şeylerin niçin olduğunu sor, şeylerin olmasına neyin neden olduğunu sor, ana maddelerin özelliklerinin neler olduğunu sor. Küçük bir tabloyu doldurmanın yardımı olabilir. Haydi, anahtar kelimemiz “acılık” için bunu yapalım:

Soru Kelimesi	Anahtar Kelimelerinle (veya Anahtar Kelimelerinin Varyasyonlarıyla) Boşlukları Doldur. <i>Bunlar sadece seni düşündürecek örnekler, daha çok farklı sorular vardır ve bunların en önemlileri bu listede olmayabilir.</i>	Literatür taraması İçin Olanaklı Sorular	İlgisi?
Niçin	_____ niçin olur? _____ niçin _____?	Acılık niçin olur? Acı yiyecekler niçin yakar?	Yok Var
Nasıl	_____ nasıl olur? _____ nasıl işler? _____ nasıl algılanır? _____ nasıl ölçülür? _____ nasıl kullanılır?	Dilmiz acıyı nasıl algılar? Acıyı nasıl ölçeriz?	Var Var
Kim	_____ kime yarar? _____ kim keşfetti? _____ kim icat etti?	Acılık kime yarar?	Yok
Ne	_____ artmasının veya azalmasının nedeni nedir? _____ kompozisyonu nedir? _____ özellikleri nelerdir? _____ ve _____ arasındaki ilişki nedir? _____ ne işimize yarar?	Acılığı artıran veya azaltan nedir? Acı maddelerin özellikleri nelerdir?	Var Var
Ne kadar	Ne kadar _____ ? _____ ne kadarı _____ ?	Ne kadar acılık yakar? Acılığın ne kadarı öldürücüdür?	Var Yok
Ne zaman	_____ ne zaman _____ neden olur? _____ ne zaman keşfedildi? _____ ne zaman icat edildi?	Acılık ne zaman mideyi bozar?	Yok
Nerede	_____ nerede olur? _____ nerede kullanılır?	Acılık vücudun neresinde duyulur?	Var

Tabloda ortaya çıkan sorular literatür taraması için oldukça güzel gibi görünüyor. Çünkü bir deney hakkında bazı tahminler yapabilmemizi olanaklı kılabilirler. Peki “İlgisi?” başlıklı sütun da neyin nesi?

Araştırmak için enformasyonun sonu gelmez, ancak bazı literatür taraması soruları senin tanımlayacağın ve icra edeceğin deneye herhangi bir katkı da bulunmayacaktır. Senin deneyini dizayn etmene ve anlamana yardımcı olacak literatür taraması soruları *ilgilidir*. Senin deneyini dizayn etmene ve anlamana yardımcı olmayacak literatür taraması soruları *ilgisizdir*. Literatür taraman için fikirler bulmada, bu soru kelimeleri tablosu iyi bir yoldur. Fakat soruların bazıları literatür taraman için ilgisiz olacaktır ve görmezden gelmelisin. Bu ilgisiz soruların bazıları sana çok ilginç gelse de, senin bilimsel araştırma projenin sorusunu cevaplamana katkı sağlamayacaklardır. Çabanı en önemli olduğunu düşündüklerine yoğunlaştırmalısın. Yani işine yaramayacak şeyleri araştırmakla zaman kaybetmemelisin.

Yukarıdaki tablonun literatür taramamız için nasıl ilgisiz sorular üretebileceğini göstermek üzere, bir diğer anahtar kelimemiz olan “süt” için bakalım:

- Süt niçin olur?
- Süt nasıl olur?
- Süt kime yarar?
- Sütü artıran veya azaltan neden nedir?
- Sütün kompozisyonu nedir?
- Sütün özellikleri nelerdir?
- Süt nerede olur?

Eğer bu soruların her birisi için literatür taramaya kalksaydık, çiftlikleri, inekleri, memeleri, danaları ve ineklerin yediklerini öğrenmeye çalışmamız gerekirdi. Ne iş ama! Oysa, bu enformasyon, bilimsel araştırma projemizin sorusu ile tamamen ilgisiz. Soru şu: “Süt içmek, acılığı, kola veya suya göre daha iyi giderir mi?”

Nihayetinde, bu sütçülük bilimi listesinde, sadece iki soru bizim literatür taramamız ile ilgili:

- Sütün kompozisyonu nedir?
- Sütün sahip olduğu özellikler nelerdir?

Bazen bir sorunun literatür taraman için ilgisiz olup olmadığına karar veremeyebilirsin, bu durumda senden daha deneyimli kişilerin yardımını istemelisin. Aslında, literatür taraması planı senin bilimsel araştırma projenin çok önemli bir adımı olduğundan, bu noktada yardım almaya istekli olmalısın.

Misal: Literatür Taraması Planı

Bilimsel araştırma projesi sorusu “Süt içmek, acılığı, kola veya suya göre daha iyi giderir mi?” için literatür taraması planı:

Anahtar kelimeler –

- Süt
- Acılık
- Kola
- Su

Literatür taraması soruları –

- Acı yiyecekler niçin yakar?
- Dil, acılığı nasıl belirler?
- Acılık nasıl ölçülür?
- Acılığın artmasının veya azalmasının nedeni nedir?
- Acı maddelerin sahip oldukları özellikler ve karakteristikleri nelerdir?
- Acılık vücudun neresinde duyulur?
- Sütün, kolanın ve suyun kompozisyonu nedir?

- Sütün, kolanın ve suyun sahip oldukları özellikler ve karakteristikleri nelerdir?

Bilimsel kavramlar ve/veya bilim alanları –

- Tat alma cisimcikleri

Enformasyon Kaynakları

Literatür taramasına başladığında, ilk adımlarından birisi, bilimsel araştırma projenle ilgili bilimsel literatürü bulmak ve okumak olacak. Bilimsel literatürü okumak, başarılı bir bilimsel araştırma projesini düşünmenin ve icra etmenin en kritik unsurudur. En basit bir bilimsel araştırma makalesinde bile en az on tane enformasyon kaynağının referans gösterilmiş olması gerekir. Peki bu enformasyon kaynaklarına nasıl ulaşacaksın:

- Anahtar kelimelerinin her biri için ansiklopedi, sözlük veya ders kitaplarını bul ve içerdikleri genel enformasyonu oku.
- Makaleleri okumaya önce derlemeler ile başla. Sonra daha deney-spesifik makaleleri (yani orijinal olarak deney metotlarını ve veriyi rapor eden makaleleri) oku.
- Bir alandaki seminal makaleleri okumak bilhassa önemlidir. Bir seminal makele, o alanda etkili olan bir deneyi veya teoriyi ilk sunan makaledir.
- Hocaların ve alandaki akademisyenler ile danış.
- Okuduğun ne varsa referanslarını (veya bibliyografyasını) kullanarak ilave enformasyon kaynaklarına ulaş.
- Lokal kütüphanedeki periyodik endekslerini tara.
- Organizasyonlardan, kurumlardan, kuruluşlardan, topluluklardan ve online veritabanlarından enformasyon sağlamak için interneti tara.

Literatür taramanı nasıl yaparsan yap, proje defterine kaynaklarını kaydet ve güzelce not tutarak ilerle.

Kütüphanede Arama

Literatür taramasını başlatmak için en iyi yer, ansiklopedilerde, sözlüklerde ve ders kitaplarında anahtar kelimeler için arama yapmaktır. Kütüphanelerde bilim, spor, müzik ve benzeri birbirinden farklı mevzulara spesifik sözlükler bulunabilir ki bunlardan genel bir sözlüğe göre daha detaylı enformasyon edinebilirsin.

Literatürdeki enformasyonu oku ve ansiklopedi veya sözlük maddesinin sonunda listelenen referanslardaki yararlı olabilecek kaynakları not et. Referanslarda atıfta bulunulan kaynaklar araştırmanın devamında çok yardımcı olabilir sana. Rutin olarak, referanslarda atıfta bulunulan kaynakları takip ederek kısa sürede ilgilendiğin mevzuda bir çok kitaplara ve makalelere ulaşabilirsin.

Periyodikler belirli aralıklarla yayımlanan basılı yayınlardır. Bilimsel makaleler genelde periyodik dergilerde yayımlanır. Anahtar kelimelerini bu dergilerin endekslerinde arayabilirsin. Kütüphanelerde bu dergilerin endeksleri basılı veya online formda bulunabilir.

İnternette Arama

İnternette enformasyon aramanın başlıca iki yolu vardır. Birincisinde Google veya Yandex gibi bir arama motoru kullanırız:

- <http://www.google.com>
- <http://www.yandex.com>

Arama motorları internette ne bulduysa endeksler. İnternette arama yapmanın ikinci yolu konuya spesifik siteler, açık erişimli dergiler ve tez merkezleridir. Mesela YÖK'nun Ulusal Tez Merkezi'nde ülkemizde yapılan lisansüstü ve doktora tezlerine ulaşılabilir:

- <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

Arama motorlarında ve konuya spesifik sitelerde enformasyon aramaya, her anahtar kelimeyi tek tek girerek başlayabilirsin. Ancak, bu durumda çok fazla ilgisiz enformasyon karşına çıkar. Bu durumda literatür taraması sorularından yararlanarak, aramanı daraltman gerekir. Mesela, “süt” kelimesini aradığımızda, inekler hakkında çok fazla ilgisiz enformasyon elde etmiş olalım. Süte dair sorduğumuz literatür taraması sorularımıza bakalım:

- Sütün, kolanın ve suyun kompozisyonu nedir?

- Sütün, kolanın ve suyun özellikleri nelerdir?

şimdi aramamızı şunlar ile yapalım:

- Sütün kompozisyonu
- Sütün özellikleri

Bu aramamızı daraltacak ve muhtemelen bize daha ilgili sonuçlar verecek.

Eğer yeterince enformasyon bulmazsan, aramanı basitleştirmelisin. Mesela, “acılığın ölçülmesi” ile arama yaptığımızı düşünelim. Aradığımızı bulamazsak, şayet, şunları deneyebiliriz:

- Acılığı ölçmek
- Acılık
- Acı

Çoğu arama motorları ve periyodik endeksleri, zaten, aramalarını nasıl daraltacağına veya genişleteceğine dair sana kılavuzluk edecektir. Buralardan azami istifade edebilirsin.

Nihayetinde, referanslarını değerlendirirken şu sorulara cevap vermelisin:

- Referansın kaynağı güvenilir mi?
- Referans güncel mi?
- Referans, herhangi bir bakış açısına yanlanmadan, tarafsızca yazılmış mı?
- Referans hatalardan arı mı?
- Referans, orjinal kaynağına münasipçe atıfta bulunmuş mu?
- Referansa senden başkalarının ulaşması kolay mı?

Bilimsel araştırma Makalesi Nasıl Okunur?

Bu kılavuz, kendi bilimsel araştırma projesini yürütmeye girişecek lisans öğrencisi için hazırlandı. Lisans düzeyinde öğrenim gören öğrencinin bilimde sağlam bir literatüre sahip olduğu varsayılır.

Bir öğrenci için, orijinal bir bilimsel araştırma yapmak, her ne kadar bir çok yönden faydalı ve hatta eğlenceli olsa da, aynı zamanda çok fazla zaman ve çaba sarfettiricidir.

Bilimsel araştırma projeni başlattığında, seçtiğin bilim alanındaki araştırma literatürünü derinlemesine okuman gerekli olacak. Bununla birlikte, belki de bir bilimsel makaleyi ilk kez okumakla karşı karşıya geleceksin ve nasıl ilerlemen gerektiği hususunda kafan karışacak. Bu bölümün amacı seni bu yolculuğa hazırlamak.

Bilimsel araştırma Makalelerini Okumak Neden Önemli?

Bilimsel araştırma makaleleri, bilim camiasının kalbidir. Bilim insanlarının sonuçlarını/bulgularını ve fikirlerini birbirlerine haber verdikleri (veya ilettikleri) başlıca yollardan biridir. Eğer orijinal bilimsel araştırma yapmayı gerçekten göze aldıysan, bilimsel literatürü mutlaka okuyacaksın.

Bilimsel araştırma makaleleri, yazılmış oldukları bilim alanıyla alakalı en güncel enformasyonu taşır. Bu yüzden, öğrenmeye-çalışmak için bir mevzun varsa, o alandaki bilimsel araştırma literatürünü okumak senin şimdiye kadar nelerin keşfedilmiş olduğunu ve hangi soruların cevabını beklediğini anlamana yardımcı olacaktır. Bilimin en muhteşem tarafı, ne zaman bir soru cevaplınsa, bu cevabın yeni soruları tetiklemesidir. Bunun anlamı şu ki literatürü okuduğunda ve insanların halihazırda neleri keşfetmiş olduklarını öğrendiğinde, muhtemelen alanda daha nelerin yapılması gerektiğini göreceksin ve bunu kendi ilgili araştırma projeni dizayn etmekte kullanabileceksin.

Bilimsel araştırma makaleleri, aynı zamanda, deneylerin nasıl kurulduğu hakkında enformasyona sahiptir. Deneylerin ne kadar sürdüğünü ve fiziksel olarak nasıl icra edildiklerini detayları ile yazar. Bu türden enformasyon, senin kendi deneyini nasıl yapacağını anlamanda ve hatta malzeme ve ekipman sağlama koşullarını göz önüne alarak projenin fiziksel olarak olanaklı olup olmadığını anlamanda çok önemlidir.

Bilimsel Makalelerin İki Tipi İki Tip Enformasyon Taşır

Bilimsel makaleler iki tiptir: Derlemeler ve bilimsel araştırma makaleleri.

Derlemeler, bir çok bilimsel öğrenme-çalışmasına ait veriyi ve neticeleri özetlemek suretiyle, bilim alanının veya mevzunun bir gözden geçirmesini yapar. Bu türden makaleler, alanda neler olup bittiğinin özetini görmek için güzel bir başlangıç noktasıdır. Ve, çoğu zaman derlemeler, araştırma makalelerine göre daha çok literatür enformasyonuna sahiptirler. Bu da şu anlama gelir ki eğer bilimsel araştırma literatürünü okurken her hangi bir yerde kafan karışırsa, geri dönüp derlemelere bakmanın yararı olacaktır. Diğer taraftan, farklı yazarlarca yapılmış derlemeleri okumak, mevzuyu dairesel bir perspektiften gösterecektir sana. Çünkü, kendi neticelerini ortaya koymadan önce mevzuya mümkün olduğunca farklı bakış açılarından bakmak, seni yanlışlıklardan koruyacaktır.

Bilimsel araştırma makaleleri, deneyleri fiilen icra eden bilimsel araştırmacıların orijinal verilerini ve neticelerini ihtiva eder. Bu makaleler, aynı zamanda, deneylerin nasıl yapıldığına dair detayları barındırır. Ya da, bazı dergilerin yaptığı gibi, online ulaşılabilecek “tamamlayıcı veri” için Web adresleri içerebilirler ki bu “tamamlayıcı veri” yazarlar tarafından kullanılan metotların detaylarını verir. Genel olarak, bir deneyin nasıl icra edildiği hakkında daha fazla enformasyona gereksinim duyacağın zaman, diğerlerinin verisini kendi deneyine baz almak istediğin için orijinal veriyi gözden geçirmeye gereksinim duyacağın zaman veya yazarların neticelerinin geçerliliğini değerlendirmek istediğin zaman bilimsel araştırma makalelerine gidersin. Bilimsel araştırma makaleleri, yine,

profesyonellerin kendi bilim alanlarında kendi verilerini görsel olarak nasıl sunduklarını görmeni sağlar. Mesela, seninle ilgili bilim alanında hangi tip grafikler daha yaygın? Bilimsel araştırma projenin bitiminde bulgularını paylaşmak için güzel bir nihai rapor veya poster hazırlayacaksan, eninde sonunda bu enformasyona gereksinim duyacaksın demektir.

Bilimsel araştırma Makalelerinin Bölümleri

Bir bilimsel araştırma makalesi, tipik olarak, altı bölüme ayrılır: Özet, giriş, materyal ve metotlar, sonuçlar, tartışma ve referanslar. Bazı dergiler, yer kısıtlılığı veya okuyucu kitlesi bakımından bu bölümlendirmede bazı küçük farklılıklar gösterebilir. En müşterek farklılık, sonuçlar ve tartışma bölümlerinin birleştirilmesidir. Bilimsel araştırma makalesinin her bölümü belirli bir maksatla yazılır ve bilimsel araştırma projesinin farklı bir hususiyetinin ifadesine yardımcı olur.

Özet

Özet, bilimsel araştırma makalesinin bir hülasasıdır. Yazarın soruşturduğu/araştırdığı başlıca sorulara dikkati çeker, deneylerin kilit sonuçlarını vurgular ve yazarın vardığı neticeleri ortaya koyar. Özeti okumak, bilimsel araştırma makalesinin aradığın bilimsel araştırma makalesi olup olmadığına karar vermene yardımcı olur. Bu sayede, bilimsel araştırma makalesinin tamamını okumak külfetinden kurtulmuş olursun. Özetlere, çoğunlukla, ya dergilerin Web sitelerinden ya da bilimsel araştırma literatürü veri tabanlarından online olarak bedava ulaşabilirsin.

Giriş

Giriş, araştırma makalesinin mevzusu hakkında literatür enformasyonu verir ve yazarın cevaplamaya çalıştığı spesifik soruları ortaya koyar. Literatür enformasyonunun niceliği ve kapsamı, hem yazarın kendi eğilimlerine hem de yayımlanmış olduğu derginin yazım kurallarına bağlıdır. Giriş boyunca, aynı mevzuyu tartışan daha önce yayımlanmış bilimsel araştırma makalelerine atıflar görürsün. Daha fazla literatür enformasyonu okuyabileceğin kaynaklara ulaşmak istersen, bu atıfları kullanabilirsin. Atıf yapılan kaynakların açık adreslerini referanslar bölümünde bulacaksın.

Girişi okumak, bilimsel araştırma makalesinin ilerleyen bölümlerinde ne okuyacağını gösterir sana. Eğer girişte okudukların senin için bir anlam ifade etmiyor ise sonraki bölümleri okumanın da bir anlamı olmayacaktır. Eğer girişte okudukların sende bir kafa karışıklığına neden olursa, bilimsel araştırma makalesinin geri kalan bölümlerine geçmeden önce, mevzu hakkında başka enformasyon kaynaklarına başvurabilirsin. Bunlar, mevzuya ait kavramları ve teorileri temelden ele alan kitaplar veya online kaynaklar olabileceği gibi bir derleme veya mevzuyu ilk ele alan bilimsel araştırma makalesi de olabilir. İlgili bilim alanındaki profesyonellere de danıştıktan sonra hala kafa karışıklığını gederememiş isen, bu mevzuyu belki de bir kenara bırakmanın zamanıdır.

Materyal ve metotlar

Materyal ve metotlar bölümü, deneylerin nasıl icra edildiğine dair teknik detayları verir. Bunlar arasında, ne tip kontrollerin kullanıldığı ve (bir bakteri hattı veya herkese açık bir veri kümesi gibi) sıradışı kaynakların nasıl elde edildiği de yazar. Metotlar bölümünü okumak, yazarın tam olarak ne yapmış olduğunu anlamayı sağlar. Herşeyin ötesinde, eğer yapılmış olan deneyi anlayamazsak, elde edilmiş olan sonuçların ve varılmış olan neticelerin gerçekliğini nasıl değerlendirebiliriz ki! Bu bölüm, aynı zamanda, benzer deneyleri icra etmek veya aynı deneyi yazarın yaptığı şekli ile tekrar etmek istediğinde senin için bir “nasıl yapılır” kılavuzudur.

Materyal ve metotlar bölümü, müştereken hemen girişin ardı sıra yerleşiktir. Fakat orada bulamazsan, şayet, bilimsel araştırma makalesinin sonunda referanslar bölümünün öncesine bak veya herhangi bir yerde “tamamlayıcı enformasyon” bölümü için bir URL ara.

Sonuçlar/Bulgular ve Tartışma

Sonuçlar bölümü, bir bilimsel araştırma makalesinin "yenilebilir" kısmıdır. Deneylerden elde edilmiş olan tüm veriyi barındırır. Figürler (yani tablolar ve grafikler) verinin ekseriyetini kapsar. Eşlik eden metin, yazarın en kritik bulduğu veri parçalarının (/enformasyonun) sözel betimlemeleridir. Metin içerisinde, aynı zamanda, yeni veri daha öncekilerin bulguları bağlamında ele alınır. Çoğu zaman yer kısıtlılığından dolayı, yazar bütün bulgularına metinde yer vermez; bunun yerine enformasyonun çoğunu nakletmekte figürlere güvenir. Bu sebeple, sonuçlar bölümünü gereğince anlamak için bütün grafikleri, resimleri ve tabloları yeterince zaman ayırarak incelemelisin.

Sonuçlar bölümünden üç tip enformasyon sağlanabilir: Deneyden elde edilen veri, metotların nasıl ıslah edilebileceğine dair fikirler ve benzer verinin nasıl sunulabileceğini anlamak. Aslında, eğer bilimsel araştırmacıların tam olarak ne bulduklarını bilmek istiyorsan, bilimsel araştırma makalesinin bu bölümüne bakmalısın. Bilhassa, kendi hipotezini kurmak için veya kendi bulgularıyla karşılaştırmak için veriye gereksinimin var ise sonuçlar bölümüne bakmalısın.

Sonuçlar bölümü, aynı zamanda, deney metotlarının iyi çalışıp çalışmadığını anlamakta yararlıdır. Mesela, verinin bir grafiği, yazarın her saat başında ölçüm yaptığını fakat deneyin beşinci saatine kadar herhangi bir değişme olmadığını ancak bu noktadan sonra hızlı bir değişme olduğunu gösteriyor olabilir. Bu grafiği yorumladıktan ve bu gözlemi yaptıktan sonra, beşinci saatte gerçekte ne olduğunu anlayabilmek amacıyla zaman noktalarını farklı yerleştirerek deneyi tekrarlamak isteyebilirsin. Ve nihayetinde, figürler üzerinde kafa yormak, kendi verini nasıl açık, isabetli ve çalıştığın bilim alanındaki standartlara uygun bir tarzda sunabileceğini anlamana yardımcı olur.

Netice

Netice bölümünde, yazar veri analizi sonuçlarına dayanarak, okuyucuya kendi kanaatini bildirir. Yazar bu bölümde, bilimsel araştırma sorusu ve kurmuş olduğu hipotezler zemininde elde etmiş olduğu sonuçlardan neticeler çıkarır. Kendi sonuçlarını önceki bulgular bağlamında ele alıp çalıştığı bilim alanında geçerli olacak teoriler veya yeni hipotezler teklif edebilir. Ya da, yazar, sonuçlarının gösterdiği istikamette yeni sorular veya keşif güzergahları üzerine yorumlar yapabilir. Bilimsel araştırma makalelerinin netice bölümlerinin maksadı, bilim insanları arasında fikirlerin değiş tokuşunu sağlamaktır. Bu yüzden, neticelerin, yazarların yorumları olduğunu ve bir önceki bölümdeki gibi salt doneler/gerçeklikler olmadığını aklından çıkarmamalısın. Yine de, bu bölüm, o bilim alanında henüz cevabını bulamamış bilimsel araştırma soruları hakkında fikir edinmek için çok güzel bir başlangıç noktasıdır. Bu sayede, kendi bilimsel araştırma projende ne tip sorularla boğuşmak isteyebileceğine karar verebilirsin.

Referanslar

Bilimsel araştırma makalesi boyunca, yazar, diğer bilimsel araştırma makalelerindeki enformasyonu referans gösterir. Bu atıfların tamamı, referanslar bölümünde listelenir. Bazen referanslar bölümüne bibliyografya da denir. Derlemeler, araştırma makaleleri, kitaplar ve diğer ilgili kaynaklar, referanslar bölümünde bulunabilir. Kaynak tipinden bağımsız olarak, kaynağı kütüphanede veya online olarak bulabileceğin yeterli enformasyon (yazar, başlık, dergi adı, yayım tarihi, vb) burada verilir. Bu referanslar bölümünü, kendi literatür taramanı/araştırmayı genişletmekte inanılmaz yararlı kılar. Eğer elindeki bilimsel araştırma makalesinde bir paragrafı okuyor isen ve içerikle alakalı daha fazla enformasyona ulaşmak istiyor isen, o paragrafta atıf yapılmı bilimsel araştırma makalelerini bulmalı ve okulamısın.

Bilimsel araştırma Makalesini Okurken Nasıl İlerlemelisin?

İster bir derleme ister bir bilimsel araştırma makalesi okuyor ol, daha önceden tanışmadığın terimler ve kavramlarla karşılaşman muhtemeldir. Bu kelimelerin ve fikirlerin ne anlama geldiklerini öğrenmek için elinin altında diğer kaynakları bulunduruyor olman yararlı olurdu. Mesela, bir bilim sözlüğü

bilmediğin kelimelerin anlamını bulmada ve ders kitapları bilimsel kavramları öğrenmende mükemmel başlangıç noktalarıdır. Keza, spesifik bir metot veya kavram hakkında yapacağın internet aramaları da yararlıdır. Ve unutma ki hocaların ve mevzu ile alakalı bilim insanları tıkanıp kaldığın zaman senin yolunu açabilecek kişilerdir.

Senin de idrak edeceğin üzere, bir bilimsel araştırma makalesini okuyup anlamak iteratif bir süreçtir/süreçtir. Okursun, bilmediğin kelime ve kavramları bulursun, tekrar okursun. Fakat eğer saatler harcayıp ta pek ilerleyemediğini görürsen, o bilimsel araştırma makalesinin pek te sana göre olmadığını düşünmelisin. Bu durumda, mevzu hakkında yazılmış bir derleme veya ders kitabı gibi daha genel bir bilimsel metne gitmelisin ve daha fazla enformasyon elde ettikten sonra o bilimsel araştırma makalesine geri dönmelisin. Ve hala kaldığın yerden ileri gidemiyor isen, başka bir mevzu aramanın zamanı gelmiş olabilir.

Bilimsel araştırma makalesini okurken, önemli verinin altını çizmek ve gerekli yerlere not düşmek, enformasyonu takip etmek için güzel bir yoldur. Not düşmek, bilimsel araştırma makalesine dair önemli noktaları göz önüne sermene ve yaptığın işe odaklanmanı devam ettirmene yardımcı olacaktır. Hatta, bilimsel araştırma makalesinin kenar boşluklarına, deneyin nasıl yapılmış olduğunu sana anımsatsın diye bir diyagram veya eskiz çizebilirsin. Bu notlar, aynı zamanda, aynı bilimsel araştırma makalesine detaylara bakmak için tekrar geri döndüğün zaman, seni en çok ilgilendiren enformasyona ulaşmada görsel bir yol gösterici olacaktır.

Her zaman, okumaya özet ile başla. Bilimsel araştırma makalesinin aradığın bilimsel araştırma makalesi olduğundan ve okumak için harcayacağın zaman ve çabaya değer olduğundan emin olmak için önce özeti oku. Eğer özet, bilimsel araştırma makalesinin seni ilgilendirdiğini gösterirse, giriş bölümüne geç. Eğer bilimsel araştırma makalesinin mevzusu hala sana tanıdık geliyor ise, giriş bölümüne bir göz gezdir ve materyal ve metotlar bölümüne geç. Fakat, eğer mevzu sana tanıdık gelmez veya göz gezdirirken anlamadığın terim ve kavramlara rastlarsan, giriş bölümünü ve sonra da metotlar bölümünü, daha iyi anlamak için hem diğer kaynaklara hem de atıfta bulunulmuş olan literatüre başvurarak dikkatle okuman gerekir.

Literatür enformasyonunu cebine koyduğundan emin olduysan ve deneylerin nasıl icra edildiğine dair bir fikir edindiysen, sonuçlar bölümüne geçmeye hazırsın. Birinci adım, her figür ve tabloyu incelemek. Figürlere eşlik eden yazıları okuyarak değişkenlerin neler olduğunu görebilir ve eğer verinin nasıl toplandığından emin olamaz isen, metotlar bölümüne geri dönüp bakabilirsin. Figürleri analiz etmeye ve kendi neticelerini çıkarmaya çaba sarfet. Bütün figürlere baktıktan sonra, sonuçlar bölümünün metin kısmını okumaya başla. Veriyi halihazırda sen kendi namına değerlendirmiş olduğundan, yazarın yazmış olduklarını daha iyi takip edebileceksin ve yazarın veri hakkında varmış olduğu neticelere katılıp katılmadığına daha iyi karar verebileceksin.

Nihayetinde, eğer yazarın sonuçlar hakkında yaptığı yorumları merak ediyorsan, tartışma bölümünü oku. Eğer halihazırda mevzuya çok yakın isen, tartışma bölümünü okumayı gereksiz bulabilirsin. Fakat, o bilim alanına daha yeni girmiş kişiler için tartışma bölümü, güncel teoriler ve hipotezlerin neler olduğuna iyi bir göz atma yeridir.

Referanslar

Referanslar, senin, bilimsel araştırma projeni dizayn ederken, yürütürken ve anlamaya çalışırken kullandığın ansiklopedilerin, kitapların, dergilerin ve internet kaynaklarının bir listesidir. Referanslarını, literatür taraması planını hazırladıktan hemen sonra oluşturmalısın.

Elindeki literatür taraması planı ile, bilimsel araştırma projene yardımcı olacak enformasyon kaynaklarını bulacaksın. Bu enformasyonu bulduğunda, kaynağının neresi olduğunu kaydetmen önemlidir.

Yani bilimsel araştırma projenin literatür taraması planını takip ederken, okuduğun bütün kitapların, dergilerin ve Web sitelerinin bir listesini yap ki sonra izlerini srebilesin.

Basılı kaynaklar için şu enformasyonu kaydet:

- Yazar adı
- Yayının adı (ve eğer bir dergi ise makalenin başlığı)
- Yayımlandığı tarih
- Kitabın yayımlandığı yer
- Kitabın yayımcısı
- Derginin kaçıncı cilt olduğu
- Sayfa numarası

Web siteleri için şu enformasyonu kaydet:

- Yazar ve editör adı (eğer mevcut ise)
- Sayfanın başlığı (eğer mevcut ise)
- Web sayfasını yayımlayan şirket veya organizasyon
- Sayfanın Web adresi (URL denir)
- Sayfayı ziyaret ettiğin son tarih

Bilimsel araştırma projenin nihai raporunu (veya bilimsel araştırma makalenini) yazarken, yararlanmış olduğun literatür enformasyonunu ve aktaracağın olguları anımsamak için referanslarındaki kaynakları kullanacaksın. Her nerede bir kaynaktan bazı enformasyonu aktaracaksan, bu kaynağa atıf yapman gerekir. Metin içerisinde bir kaynağa atıf yapmak için, basitçe yazarın adını ve yayımlanma tarihini parantez içerisinde yazabilirsin (Yazar, tarih). Eğer senin yazacağın bilimsel makaleyi okuyacak bir kişi, atıf yaptığın kaynağa gidip daha fazla enformasyon edinmek ister ise, bilimsel makalenin Referanslar bölümünde kaynakla ilgili detayları bulabilecektir.

Literatür taraması Raporu

Literatür taraması raporu, literatür taraması planı dahilinde türetmiş olduğun literatür taraması sorularına bulduğun cevapları toparlayan bir rapordur. Soruşturmak/araştırmak istediğin mevzuyu tartışan ilgili yayınların (kitaplar, dergiler, Web siteleri) bir gözden geçirmesidir.

Yazacağın literatür taraması raporu, deneyinin sırtını dayadığı teoriyi özetler. Bir öğrenci bilimsel araştırmacı olarak yapacağın deneyin mekanizmasını (yani çıkacak sonuçların niçin çıkacağını) anlamış olman gerekir. Kütüphanede ve internette yapmış olduğun araştırma sonrasında deney sonuçlarına dair bir tahmin yaparsın ve ister doğru, ister yanlış çıksın, gözleyeceğin davranışa neyin neden olduğunu anlayacak bilgin olur

Pratik bir yaklaşımla, literatür taraması raporu, aynı zamanda, mevzunu soruşturmak/araştırmak. için mütenasip teknikleri ve ekipmanı da tartışır. Bazı metotlar ve teknikler, bir çok defa kullanılmış olmaları hasebiyle daha güvenilirdir. Kendi bilimsel araştırma projen için daha önce yapılmış olan bir deneye benzer bir prosedür kullanabiliyor musun? Eğer bu enformasyona ulaşabiliyorsan, projen daha başarılı olacaktır. Her zaman söylendiği gibi: Tekerleği yeniden keşfetmenin alemi yok!

Anlaşılabileceği üzere, yazacağın literatür taraması raporu yapmış olduğun literatür taraması planının bir çıktısıdır. Literatür taraması raporu, tecrübeyle sabittir ki bir bilimsel araştırma projesinde öğrencilerin en çok öğrendiği aşamadır. Bu yüzden, senden öncekilerin, literatür taraması raporlarını nasıl yazdıklarına bir bak.

Literatür taraması Raporuna Dahil Edilecek Spesial Enformasyon

Çoğu bilimsel deney matematik kullanılarak açıklanabilir. Literatür taraması raporunu yazarken, anladığın kadarıyla ilgili matematiği dahil ettiğinden emin olmak isteyebilirsin. Eğer bir basit denklem ile bilimsel araştırma projenin bir takım hususlarını betimleyebiliyor isen dahil etmekten çekinme.

Literatür taraması Raporunun Organizasyonu

Yazma işine başlamadan önce küçük bir plan yaparsan, elbette daha hızlı ve etkin olacaktır. Ana bölümler ve bunların sıralanışı üzerinde düşün. Genel olarak, bilimsel araştırma projenin sorusu ile başlayabilirsin. Böylece, okuyucu bilimsel araştırma projesi raporunun gayesini anlar. Ardınca ne gelmeli? Kendine şunu sor: Raporun geri kalan kısmını anlamak için, okuyucu, hangi enformasyonu öğrenmeye, öncelikle, gereksinim duyar? Tipik bir organizasyon şu biçimde olabilir:

- Bilimsel araştırma projenin sorusu veya mevzusu
- Deneyini betimleyen bütün önemli terimlerin ve kavramların tanımı
- Eğer var ise, deneyinin sonucunu betimleyecek matematik formüller
- Benzer deneylerin tarihi
- Literatür taraması sorularının cevapları
- Referanslar

Kaynakları Ne Zaman Ve Nasıl Refarans Göstereceksin?

Literatür taraması raporunu yazarken, bulmuş olduğun ilgili kaynaklardan bir takım cümleleri, figürleri, resimleri veya fikirleri kopyalayabilirsin. Bu türden bir kopyalama, kaynağına atıf yaptığın ve başkalarına ait öğrenme- çalışmasının tamamını kopyalamadığın sürece normaldir. Ancak eğer bir cümleyi veya paragrafı hiç değiştirmeden olduğu gibi kopyalayacaksan çift tırnak içinde yazmayı unutma. Atıf ve çift tırnak işareti, okuyucuya, o enformasyonu aslında kimin yazdığını belirtir.

Kullandığın yerde referansına atıf yaparken, kopyaladığın enformasyondan hemen sonra basitçe yazarının soyadını ve yayım tarihini parantez içinde yazman yeterlidir.

Atıf yaptığın her referansı, literatür taraması raporunun sonunda, kaynak adresini tam vererek listelemeyi unutma.

Nihayetinde, eğer bilimsel araştırma projen için bir literatür taraması raporu yazmayı başardıysan, şu iki sorunun cevabını da zorlanmadan verebilmen gerekir: (1) Lİteratür taraman sayesinde, yapacağın deneyde ne olacağını tahmin edebiliyor musun? (2) Gözleyeceğin davranışa neyin neden olacağını anlayabilecek bilgiye sahip misin?

Bilimsel araştırma Projesinde Değişkenler

Bilimsel araştırmacılar deneyleri doğadaki neden-ve-etki ilişkilerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanırlar. Yani, öyle bir deney düzenlerler ki bir şeyi değiştirmek başka bir şeyin tahmin edilebilir bir yönde değişmesine neden olur.

Bu değişen niceliklere **değişkenler** adını veririz. Bir değişken, farklılaşan miktarlarda veya tiplerde var olabilen herhangi bir faktör, vasıf veya durumdur. Bir deney çoğunlukla, üç tip değişken barındırır: açıklayıcı değişken, yanıt değişkeni ve kontrol altındaki değişken.

Açıklayıcı değişken, bilimsel araştırmacı tarafından değiştirilendir. Nizami ve adil bir deneyi garantilemek için, bir deneyin sadece bir açıklayıcı değişkeni olmalıdır. Bilimsel araştırmacı, açıklayıcı değişkeni değiştirerek, ne olacağını **gözler**.

Bilimsel araştırmacı, açıklayıcı değişkende yaptığı değişiklik karşısında **yanıt değişkeninin** nasıl davrandığını görmek için yanıt değişkenini gözlemeye odaklanır. Açıklayıcı değişkenin değeri, yanıt değişkeninin yeni değerine neden olacaktır. Diğer bir deyişle, yanıt değişkeninin yeni değeri açıklayıcı değişkenin değerine bağlı olacaktır.

Mesela, eğer bir musluğu bir miktar açarsan (açıklayıcı değişken), akan suyun miktarı (yanıt değişkeni) buna bağlı olarak değişir. Yani, akan suyun arttığını gözlersin. Bir deneyde, yanıt değişkenlerinin sayısı bir veya birden çok olabilir.

Deneyler aynı zamanda **kontrol altındaki değişkenleri** barındırır. Kontrol altındaki değişkenler, bilimsel araştırmacının sabit tutmak istediği niceliklerdir. Ve bunları, yanıt değişkenleri kadar dikkatle gözlemek zorundadır. Mesela, musluğu açtığımızda akan suyun ne kadar arttığını ölçmek istiyor olsaydık, suyun basıncının (kontrol altındaki değişken) sabit kaldığından emin olmamız çok önemli olurdu. Çünkü hem suyun basıncı hem de musluğun açılması akan suyun miktarı üzerinde etkilidir. Eğer her ikisini de aynı anda değiştirir isek, akan suyun miktarındaki değişimin ne kadarının musluğun açılmasından dolayı ve ne kadarının suyun basıncından dolayı olduğundan emin olamayız. Yani, bu nizami ve adil bir test olamazdı. Pek çok deneyde birden fazla sayıda kontrol altındaki değişken olur. Bazı bilimsel araştırmacılar kontrol altındaki değişkenlere “sabit değişkenler” de derler.

İyi bir deneyde, bilimsel araştırmacı, her değişkenin değerini **ölçebilmelidir**. Ağırlık veya kütle, ölçmesi çok kolay değişkenler için bir misaldir. Bununla birlikte, yapmaya çalıştığın bir deney düşün ki değişkenlerden biri aşk. “Aşk-metre” diye bir şey yok elbette. Birisinin aşkına dair bir **inancın** olabilir, fakat gerçekten emin olamazsın ve muhtemelen arkadaşlarından bazıları da seninle aynı fikirde olmaz. Öyle ise, aşk, bilimsel anlamda ölçülebilir değildir. Ve bir deneyde yer vermek için çok yetersiz bir değişken olurdu.

Değişkenlere Misaller

Bilimsel araştırma Projesi Sorusu	Açıklayıcı Değişken (Neyi Değiştiriyorsam)	Yanıt Değişkeni (Neyi gözölüyorsam)	Kontrol Altındaki Değişkenler (Neyi aynı/sabit tutuyorsam)
Bir fincan suyu ısıtmak, içinde çözünecek şeker miktarını artırır mı?	Santigrat derece cinsinden ölçülecek su sıcaklığı	Gram cinsinden tamamen çözünen şeker miktarı	- Karıştırma - Şekerin tipi “Çok karıştırma, yine çözünecek şeker miktarını artırır ve farklı tipte şekerler farklı miktarlarda çözünebilir, bu yüzden nizami ve adil bir testi garantilemek amacıyla her fincan su için bu değişkenleri aynı tutmak istiyorum.”
Gübre bir bitkiyi daha fazla büyütür mü?	Gram cinsinden ölçülecek gübre miktarı	- Bitkinin santimetre cinsinden boyu - Bitkinin yaprak sayısı -vb.	- Her bitki için aynı büyüklükte kap - Her kapta aynı tipten bitki - Her kapta aynı tip ve miktarda toprak - Her bitki için aynı miktarda su, ışık ve ısı - Her bitki için aynı büyüme ölçümü zamanı
Eğer voltajı artırırsam, elektrik motoru daha hızlı döner mi?	Volt cinsinden ölçülecek elektrik voltajı	Dakikada dönme sayısı (RPM) cinsinden dönüş hızı	- Her deneme/test için aynı tip motor - Her denemede/testte motor aynı yük altında olmalı
Bir mum ne kadar hızlı yanar?	Dakika cinsinden ölçülecek zaman	Düzenli zaman aralıklarında santimetre cinsinden ölçülecek mum uzunluğu (mesela her beş dakikada)	- Her deneme/test için aynı tip mum - Rüzgarsızlık - Ortam sıcaklığının aynılığı
Bir aylık erkek civcivler mi yoksa dişi civcivler mi daha ağırdır?	Cinsiyet	Kilogram cinsinden ölçülecek vücut ağırlığı	- Aynı ırk - Her civciv için aynı barınak - Aynı rasyon - Aynı bakım - Vücut ağırlığını aynı yaşta ölç
Kim en çok müzik dinler: Gençler mi yoksa ebeveyn mi?	Yoklamanın yapıldığı gruplar: Gençler veya ebeveyn	Saat cinsinden ölçülecek her kişinin günlük müzik dinleme süresi	- Her kişiye, soruyu tamamen aynı tarzda sor “Bu bir örnek yoklamasıdır. Dışsal değişkenlerin kontrol altında tutulması olanağı yoktur. Korelasyonel bilimsel çalışmalar grubuna girer. İçsel geçerliliği çok zayıf olacağından, neden-ve-etki ilişkilerini açığa çıkaramaz.”

Yarı-deneyssel Öğrenme-Çalışmaları ve Örnek Yoklamaları

Bazı bilimsel araştırma öğrenme-çalışmaları vardır ki bilimsel araştırmacı açıklayıcı değişkeni gönlünce manipüle edemez (değiştiremez). Böyle bir manipölasyon bu tür değişkenlerin ya doğasına aykırıdır veya etik mülahazalar gereğince münasip değildir. Mesela gebe kadınların tütün içmesinin doğuracağı çocuğun zeka düzeyine etkisini araştırmak gibi. Yine bazı hallerde, deney ünitelerinin muamele gruplarına rastgele ataması gerçekleştirilemez. Mesela araştırma projesinde yeni bir öğretim metodunun eskisinden daha etkili olup olmadığı sorusuna cevap arayan bir bilimsel araştırmacı, öğrenme-çalışması için izin aldığı bir okuldaki mevcut iki sınıftan birinde yeni metodu diğerinde eski metodu deneyebilir. Bu durumda öğrencilerin (/deneklerin / deney ünitelerinin) öğretim metotlarına (/muamele gruplarına) ataması rastgele yapılmamış olur.

Yarı-deneyssel öğrenme-çalışmaları, neden-ve-etki ilişkilerini açığa çıkarmada arızalıdır. Çünkü **içsel geçerlilik** yeterince sağlanamaz. Yani açıklayıcı değişkenin, yanıt değişkeninde yarattığı etkinin miktarı bu türden bir öğrenme-çalışması ile tam belirlenemez. Ancak, koşulların zorlaması ile, yine de bu türden bilimsel araştırmalara çok sık başvurulur.

Yine örnek yoklamalarında da anket yapacağımız kişileri ne açıklayıcı değişken bağlamında manipüle edilebiliriz ve ne de yanıt değişkeni bağlamında aynı koşullar altında ölçebiliriz. Bu durumda bilimsel araştırmacının yapabileceği yegane kontrol, anket sorusunu her deneğe aynı hassasiyetle sorabilmekten ibarettir. Mesela projesinde bir partinin taraftarlığının cinsiyete göre değişip değişmediği sorusuna cevap arayan bir bilimsel araştırmacı ne cinsiyet değişkenini manipüle edebilecek ve ne de yanıt değişkenini aynı koşullar altında ölçebilecektir.

Örnek yoklamaları içsel geçerlilik bakımından çok zayıf olmaları münasebeti ile değişkenler arasındaki neden-ve-etki ilişkilerini ortaya çıkarmaktan ziyade korelasyonları (yani çağrışımsal ilişkileri) bize bildirmekte yararlıdır.

Nihayetinde, bir deneyin içsel geçerliliği mükemmeldir, yarı-deneyssel öğrenme-çalışmalarının içsel geçerliliği azalır ve korelasyonel öğrenme-çalışmalarının içsel geçerliliği çok zayıftır.

Yarı-deneyssel öğrenme-çalışmaları ve örnek yoklamaları daha geniş manada **gözlemsel öğrenme-çalışmaları** olarak adlandırılır.

Hipotez

Bilimsel araştırma sorun hakkında adamakıllı bir literatür taraması yaptıktan sonra, artık, sistemin nasıl işlediğine dair bir iddiada bulunabilirsin. Sorunu cevaplamaya matuf bu iddia, senin hipotezindir.

Hipotezini kelimelere öyle bir dökmelisin ki bir deney ile test edebilesin. Bunu, açıklayıcı değişkenini (deney sırasında değiştireceğin değişkeni) ve yanıt değişkenini (açıklayıcı değişkendeki değişimlere bağlı olarak değişmesini gözleyeceğin değişkeni) kullanarak yapacaksın. Aslında, pek çok hipotez şöyle ifade edilir: “Eğer belirli bir açıklayıcı değişken değiştirilir ise, belli bir yanıt değişkeni de değişir.”

Hipotez Misalleri:

- Eğer musluğu açarsam (musluğun açılma miktarı açıklayıcı değişken), su akışı artar (su akış hızı yanıt değişkeni).
- Bir fincan suyun sıcaklığı yükselirse (sıcaklık açıklayıcı değişken), içinde çözünecek şeker miktarı artar (şeker miktarı yanıt değişkeni).
- Eğer bir bitkiye gübre verilir ise (gübreleme açıklayıcı değişken), gübre verilmeyen bir bitkiye göre daha fazla büyür (bitki boyu yanıt değişkeni).
- Eğer bir bisiklete çamurluk takarsam (çamurlukluluk açıklayıcı değişken), biniciyi sıçrayacak çamurdan korur (biniciye sıçrayan çamur miktarı yanıt değişkeni).

Kendi hipotezini yazarken, yukarıdaki gibi parantezli kısımları yazmayacaksın elbette ;)

Dikkat ettiysen, yukarıdaki misallerin her birinde açıklayıcı değişkenleri ve yanıt değişkenlerini ölçmenin çok kolay olacağını görmüş olmalısın. Bu da iyi bir hipotezin diğer bir önemli karakteristiğidir. Eğer hipotezdeki değişkenleri halihazırda ölçebiliyorsak, hipotezin test edilebilir olduğunu söyleriz.

Her aklımıza gelen soruyu bilimsel metodu kullanarak cevaplayamayız. Hipotez anahtardır. Eğer sorunu test edilebilir bir hipotez ile ifade edebilirsen, o zaman cevabı bulmak için bilimsel metodu kullanabilirsin.

İyi bir hipotez:

- Literatür taramasında elde edilen enformasyona dayanmalı
- Açıklayıcı değişken ve yanıt değişkenlerini barındırmalı
- Bir deney ile test edilebilir olmalı

Yazacağın hipotez bir “iddia” olmalı.

Neden-ve-Etki mi, yoksa Korelasyon mu?

Bazı deneylerde, açıklayıcı değişkendeki bir değişimin yanıt değişkeninde bir değişmeye neden olduğunu tanıtlamak/delillendirmek olanaklı değildir. Bunun yerine, açıklayıcı değişken ile yanıt değişkeni arasında bir ilişki olduğu, yalnızca, gösterilebilir. Bu ilişki, **korelasyon** olarak adlandırılır. Bir korelasyonun görülmesinin en müşterek sebebi müdahil değişkenlerin de varlığıdır. Bu müdahil değişkenler, açıklayıcı değişken ile yanıt değişkeni arasında doğrudan bir neden-ve-etki ilişkisinin olanaklılığı görüntüsünü yaratır. Fakat, esasında, soruşturmanın derinleştirilmesi ile, daha doğrudan neden olan ve kontrol altına alınamamış bazı başka faktörler (değişkenler) ortaya çıkar.

Ya Hipotezimi İspatlayamazsam?

“Tamam, işte hipotezimi ispatladım!” Bu muhtemelen bir öğrenci bilimsel araştırmacının heyecanla haykırmak istediği cümledir. Yazık ki yanlış!

Bir bilimsel araştırma projesi için “doğru” cevabı bulmak başlıca kriter değildir. Öyle ise nedir? Bir bilimsel araştırma projesi sorusuna, bilimsel yöntemi (yani disiplinli düşünmeyi) uygulamak ve benzersiz/özgün bir yaklaşımda bulunmaktır. Neticede haklı çıkıp çıkamamak veya hipotezin

“ispatlanıp ispatlanamaması” gerçekten ikinci derecededir.

Bilimsel metot, bugün uyguladığımız sistematığına, Karl Popper’in (1902-1994) 1938 ile 1963 yılları arasındaki yaklaşımları sayesinde kavuşmuştur. Popper’in bilim yapmaya dair fikri şuydu: “Bir hipotez kur, kurduğun hipotezi yanlışlamaya çalış ve elde ettiğin sonuçlardan yeni hipotezler kur.”

Peki niçin hipotezimizi ispatlamaya çalışmayalım? Çünkü ispatlayamayız. Yanlışlığını ispatlayacak bir tane daha deney olup olmadığını asla bilemeyiz. Mesela, hipotezin şu olsun: “Kavanozdaki topların hepsi beyazdır.” Bir tane çekiyorsun ve beyaz çıkıyor. Hipotezini ispatladın mı? Hayır, sadece henüz yanlışlığını ispatlayamadın. Bununla birlikte, eğer pembe bir tane çekersen, hipotezinin yanlış olduğunu bileceksin. Elbette, bir kavanozdaki bütün topları çekebilirsin, fakat bir bilimsel mevzuda bütün olanaklı deneyleri yapamazsın. İşte bu, **yanlışlama metodu** olarak adlandırılır.

Tabii ki bilim bu kadar katı değil her zaman. Eğer ilk mikroskobu, veya teleskobu keşfetmişsen, hipotezlerini senden öncekilerin ışık olgusu üzerinde yaptığı gözlemler ve kendi gözlemlerin üzerine kurmuş olmalısın. Yani şunu demek istiyorum ki bilimsel bir soru ancak bağlamında sorulabilir ve münaşip bir cevap yine bu bağlamda önerilebilir. Çoğu zaman bilim insanları yıldızları, ormanları, mercan resiflerini hayvan veya insan topluluklarını, ön koşullanmadan yoklayarak yeni keşifler peşinde koşarlar. Böylesi **gözlemsel öğrenme-çalışmaları** olmasaydı, üzerinde neden-ve-etki soruşturması/araştırması yapacak ilişkiler, zaten ortaya çıkarılamazdı.

Hipotezin doğruluğunu ispatlayabilmek veya ispatlamak zorunda olmak fikri, çoğu kere bilimsel araştırma projelerine kötü yansır. Hatta bazı öğrenci bilimsel araştırmacılar yaptıkları deney, kurmuş oldukları hipotezi ispatlamadı diye başka bir projeye geçmeyi bile düşünürler. Şunu unutmamalısın ki hipotezinin ispatlanamaması da bilimsel araştırma projenin sorusuna bir “doğru” cevaptır.

Değişkenler ve Hipotez için Bir Misal

Bilimsel araştırma projesi sorusu: Düşük, orta ve yüksek akım çeken cihazlarda kullanılan bir AA pilin voltajı zamanla nasıl değişir?

Hipotez: Eğer herhangi bir akım çeken cihazda bir AA pil kullanırsam, pilin voltajı zamanla düşecektir. Eğer bu testi düşük, orta ve yüksek akım çeken cihazlarda icra edersem, voltajın düşüş hızı düşük voltaj çeken cihazlarda en yavaş, ve yüksek voltaj çeken cihazlarda en hızlı olacaktır.

Deney: Farklı voltaj çeken cihazlarda kullanarak, taze AA pillerin voltajını belirli zaman aralıklarında ölç. Düşük, orta ve yüksek akım çeken cihazları voltajın değişim hızı bakımından karşılaştır. Zamanı x-eksenine ve voltajı y-eksenine koyarak, akım çeken cihazların her tipi için (düşük, orta ve yüksek) verinin bir grafiğini çiz. Açıklayıcı değişkenin düzeylerini bu grafiklere göre istatistikselce karşılaştır. Anlamlı bir fark var mı?

Değişkenler:

- Açıklayıcı değişken: Akım çeken cihazın tipi
- Yanıt değişkeni: Voltajın değişim hızı
- Kontrol altındaki değişkenler: Her üç deney grubu için; pil ebatı (AA), pil markası, ortam sıcaklığı, voltmetre. Düşük akım çeken grup için; taşınabilir disk çalıcı, disk, şarkı. Orta akım çeken grup için; fener, ampul. Yüksek akım çeken grup için, kamera flaşı.

Deney Prosedürü

Bir hipotez kurduğuna göre, şimdi bu hipotezi test etmek için bir deney prosedürüne ihtiyacın var.

Deney prosedürünü dizayn etmenin ilk adımı, açıklayıcı değişkenini nasıl değiştireceğini ve bu değişikliğin yanıt değişkeninde meydana getireceği etkiyi nasıl ölçeceğini kapsar. Deneyini yürütürken, nizami ve adil bir testi garanti etmek amacıyla, emin olmalısın ki değiştirdiğin tek şey açıklayıcı değişkendir. Ve, kontrol altındaki tüm değişkenleri, deney boyunca, sabit tutman gerekir. Ancak, o zaman, açıklayıcı değişkende yapacağın değişikliğin, yanıt değişkenlerinde gözleyeceğin değişimlere fiilen neden olduğundan emin olabilirsin.

Bilimsel araştırmacılar, sonuçların tutarlılığını doğrulamak amacıyla deneylerini birden fazla kere tekrarlarlar. Diğer bir deyişle, açıklayıcı değişkeninin aynı değeri ile deneyini tekrarladığında, her defasında esasen aynı sonuçları elde ettiğini doğrulaman gerekir. Bu, bilimsel araştırma projenin sorusuna vereceğin cevabın kazara veya keyfi olmadığını garantiler. Deneyin her tekrarı bir deneme, bir test veya bir tekerrür olarak adlandırılır. Bu sebeple, deney prosedürünün yapılacak deneme/test/tekerrür sayısını belirtmesi gerekir. Genel olarak, **bir deneyin en az üç kere tekrarlanması** arzu edilir. Deneyi üç kereden fazla tekrarlamak daha iyidir ve bazı deneylerde çok küçük değişimleri ölçmek için gereklidir bile.

Bazı deneylerde, bütün denemeleri/testleri/tekerrürleri eş zamanlı yapabilirsin. Mesela, bitkileri büyüteksen, üç ayrı kaba koyacağın üç özdeş bitkiyi (veya tohumu) üç deneme/test/tekerrür olarak addedebilirsin.

Bir deneyin farklı denemeleri/testleri/tekerrürleri **deney üniteleri** üzerinde gerçekleşir. Deney ünitelerinin, rastgele seçilmesi, bağımsızlıkları ve muamele gruplarına rastgele dağıtılmaları, deney dizaynının temel prensipleridir. Ki deney sonuçlarının genelleştirilebilmesi bu prensipleri sıkı sıkıya uygulamaya bağlıdır.

Her deney, aynı zamanda, farklı gruplardaki denemeleri/testleri/tekerrürleri birbirleri ile **karşılaştırır**. Bu karşılaştırma, bizim, açıklayıcı değişkeni değiştirdiğimiz zaman yanıt değişkeninde meydana gelecek değişime gerçekten açıklayıcı değişkenin neden olduğundan emin olmamızı sağlar. Deneme/test/tekerrür gruplarının iki tipi vardır: Deney grupları ve kontrol grupları.

Deney grubu, açıklayıcı değişkeni değiştirdiğimiz denemelerden/testlerden/tekerrürlerden oluşur. Mesela, bilimsel araştırma projesi sorumuz, gübrenin bitkiyi daha fazla büyütüp büyütmediğini soruyor ise, deney grubumuz bitkilere gübre verdiğimiz denemelerden/testlerden/tekerrürlerden ibaret olacaktır.

Pek çok deneyde, diğer denemelerle/testlerle/tekerrürlerle karşılaştırmak amacıyla açıklayıcı değişkenin spesiyal/özel bir düzeyde/seviyede tutulduğu denemelerin/testlerin/tekerrürlerin icra edilmesi önemlidir. Bu denemelere/testlere/tekerrürlere **kontrol grubu** deriz. Genellikle kontrol grubundaki denemelerde/tekerrürlerde/testlerde açıklayıcı değişken doğal halinde bırakılır. Misalimize dönersek, bitkilere hiç gübre vermediğimiz denemeler/testler/tekerrürler icra etmek bizim için önemlidir. Hiç gübre verilmeyen denemeler/testler/tekerrürler karşılaştırma için baz olacaktır ve gübre verdiğimiz zaman meydana gelecek herhangi bir değişmeye başka bir şeyin değil de gerçekten verdiğimiz gübrenin neden olduğunu garanti edecektir.

Bununla birlikte, her deney bizim gübre deneyi misalimiz gibi değildir. Diğer türden bazı deneyler, açıklayıcı değişkenin farklı değerlerindeki/düzeylerindeki/seviyelerindeki deneme/test/tekerrür gruplarında icra edilir. Mesela, bilimsel araştırma projesi sorumuz şu olsun: Eğer voltajı artırırsam, elektrik motoru daha hızlı döner mi? Deney gruplarını 1,5 volt için üç deneme/test/tekerrür, 2,0 volt için diğer üç deneme/test/tekerrür ve 2,5 volt için bir diğer üç deneme/test/tekerrür ile oluşturabiliriz. Böyle bir deneyde deney gruplarını, bir kontrol grubu ile karşılaştırmak yerine, birbirleri ile karşılaştırırız.

Yürüteceğin deney ister bir kontrol grubu barındırsın ister barındırmasın, unutma ki her deney bir kaç değişkeni kontrol altına almayı gerektirir. Kontrol altındaki değişkenler, deneyimizi yürüttüğümüz süre zarfında değiştirmek istemediğimiz değişkenlerdir. Bu sebeple, her deneme/test/tekerrür için ve her deneme/test/tekerrür/grubu için aynı kalmalıdır. Gübre deneyi misalimizde, mesela, her denemenin/testin/tekerrürün aynı miktarda su, ışık ve sıcaklığa maruz kalmasını isteriz. Voltajın motorun dönme hızına etkisini ölçen bir deney her ne kadar bir kontrol grubu barındırmıyor olsa bile, yine de kontrol altına alınacak değişkenler vardır: Her deneme/test/tekerrür için kullanılacak motor aynı olmalı ve motor yükü sabit tutulmalıdır.

Deneyinin sorunsuz yürüyebilmesi detaylı bir deney prosedürü hazırlamış olmana bağlıdır. Bu sayede deneyini başından sonuna değin tutarlı bir şekilde yürütebilirsin. Tabir-i caiz ise, deneyin için bir tarifname yazmalısın. Bunu, aynı zamanda, senin sonuçlarını nasıl elde ettiğini görmek isteyen ve senin deneyini tekrarlamak isteyen başkaları için de yazıyor olman gerekir.

Her zaman yaratıcı ve özgün olmaya çaba göster. Belirlediğin mevzuda halihazırda kullanılan metotlara bak, ve onları geliştirmeye gayret et. Bu sayede deneyin daha kolaylaşabilecek ve bilimsel araştırma projen daha orjinal olacaktır. Mesela, varsayalım ki göllerdeki kirlenme miktarını analiz etmekte hangi metodu kullanacağına dair bir literatür taramasını yapıyorsun. Diğer bilimsel araştırmacılar hangi enstrümanları kullanmışlar? Onlarıki kadar veya daha iyi işleyecek başka enstrümanlar/teknikler var mı? İlerlemeni sağlayacak cevapların üzerine atlamasını da bekleme. Daha çok literatür taraması yap ve olabilecekler hakkında düşünmek için kendine zaman tanı.

Bir Deney Prosedürünün Başlıca Elemanları

- Bütün deney gruplarının ve kontrol grubunun betimlemeleri.
- Deneyini yürütürken yapman gereken her şeyin adım adım bir listesi. Yürüteceğin deneyi tamamlamak için atman gereken bütün adımları düşün ve her adımda yapılacakları tam olarak kaydet.
- Deney prosedürü, açıklayıcı değişkenini nasıl değiştireceğini ve bu değişimi nasıl ölçeceğini söylemeli.
- Deney prosedürü, yanıt değişkeninde veya değişkenlerinde meydana gelecek değişmeyi nasıl ölçeceğini açıklamalı
- Deney prosedürü, kontrol altına alınacak değişkenlerin sabit bir değerinde nasıl tutulacağını açıklamalı.
- Deney prosedürü, deneyini kaç kere tekrarlamayı arzu ettiğini belirtmeli.
- İyi bir deney prosedürü başka birinin senin deneyini aynen tekrarlamasını olanaklı kılar.

Deney Dizaynı

Deney dizaynı ile kastettiğimiz:

1. Muameleler nedir?
2. Muameleler birbiriyle nasıl ilişkilendiriliyor? Mesela, faktöriyel mi düzenlenmişler (yani çaprazlanmış).
3. Bloklama var mı?
4. Muameleler nasıl tekrarlanıyor?
5. Deney üniteleri (ya da muamele üniteleri) nedir?
6. Örneklem üniteleri nedir? Yani, hangi nesneler fiilen ölçülüyor?
7. Muameleler muamele ünitelerine nasıl atanacak?

Son soru deneyin *dizaynını* belirlemek için gerekli olan temel enformasyonu sağlar. Bu sorunun cevabı, muamelelerin muamele ünitelerine rastgele atamalarının hangi yolla kısıtlanacağını betimler.

Tamamen rastgeleştirilmiş dizaynda (TRD) muamele atamaları kısıtlanmaz. Rastgeleştirilmiş tam blok dizaynında (RTBD) muameleler her blok içerisinde belirli sayıdaki muamele ünitelerine atanır (genellikle her blokta her muamele için bir muamele ünitesi).

Bir misal olarak, varsayalım ki bir deneyin altı muamelesi var. 6 farklı tipte toprak hazırlama. Temel muamele ünitesi 30 bitkilik parsel olacak. Eğer her muamele için 3 parsel varsa toplamda deneyde 270 bitki vardır. Muamele ünitelerinin düzenlenmesi ve 6 muamelenin bunlara atanması dizaynı belirleyecektir.

1. Tamamen Rastgeleştirilmiş Dizayn (TRD): Geniş bir homojen tarla alanında 18 parsel belli edilerek bitki dikimi için hazırlanır. Her bir toprak hazırlama tipi rastgele olarak 6 parsel atanır.

III	V	I	V	IV	II
VI	II	III	VI	III	I
V	IV	I	II	I	IV

2. Rastgeleştirilmiş Tam Blok Dizaynı (RTBD): Tarla alanı öyle üç bloğa ayrılır ki arazi ve toprak özellikleri bakımından her blok kendi içinde nispeten homojen olmakla birlikte bloklar arasında oldukça büyük farklılık vardır. Aslında, eğer bloklar arasında herhangi bir farklılık olduğuna inanmıyorsak RTBD gayrimütenasiptir. Her blok 8 parsel bölünür. Sonra, her parsel rastgele olarak 6 muameleden biri atanır.

Blok 1

IV	I	V	II	III	VI
----	---	---	----	-----	----

Blok 2

VI	V	I	II	III	IV
----	---	---	----	-----	----

Blok 3

VI	I	IV	III	II	V
----	---	----	-----	----	---

Deney dizaynı, veri analizi metodunu belirler. Sıkı bir veri analizi, bir bilimsel araştırma projesinin çok önemli bir bileşenidir. Lisans düzeyinde yapılan bir bilimsel araştırma projesinde veri analizi çubuk grafiklerden ve saçılım grafiklerinden daha fazlasını gerektirir: İstatistiksel düşünme bağlamında açıklayıcı veri analizi ve çıkarım. Manalı istatistiksel analizler icra edebilmek için, deneyini dizayn ederken istatistiksel prensipleri de göz önünde bulundurmak zorundasın. Şöyle ki:

- Değişkenlerini ve örnek uzayını isabetle ve açıkça tanımlamalısın.
- Faktörlerini ve faktör düzeylerini isabetle tanımlamalısın.
- Yapacağın deneyin tipini belirlemelisin.
- Emin olmalısın ki mütenasip kontrolleri kullandın.
- Temsil kabiliyetine sahip bir veri elde etmek için tekrarlamının/tekerrürün yeterli olduğundan emin olmalısın.
- Verinin beklenen dağılımını anlamalısın.
- Öğrenmeye-çalıştığın alanda kullanılan açıklayıcı ve çıkarımsal analiz tiplerine aşina olmalısın. Hatta yeterli seviyede bilgi sahibi olmalısın.

Deneylerini dizayn ederken veri analizi aklında olsun. Çünkü eğer deneylerinin bitimine kadar verini nasıl analiz edeceğini düşünmemiş isen vay haline!

Deney Dizaynı Hakkında Daha Fazlası

Bilimsel araştırma projeleri her zaman, kocaman açılmış meraklı/detaycı gözlerle takip edilir. Alandaki diğer bilim insanları senin bilimsel öğrenme-çalışmana bakacaklar ve verinin sıkı bir analizini görmek isteyecekler. Fakat sıkı bir analiz aynı zamanda dikkatli bir deney dizaynını da gerektirir. Eğer, sen, yapacağın gözlemlerin tipi, olabilir sonuçlar ve sonuçlar arasındaki farklılığı istatistiksel olarak belirlemek için verini nasıl değerlendireceğin hakkında düşünmeye yeterince zaman ayırmazsan, gerçekten enforme edici veri sağlayacak deneyleri yürütmekte başarısız olabilirsin. Ve yaptığın bilim zayıf, zamanın da ziyan olur!

Burada, enforme edici deney dizaynlarını yaratmanı sağlayacak teknikleri tartışacağız. Deney dizaynının ve istatistiksel testlerin başlıca prensiplerini anacağız. Deney dizaynının genel prensiplerine aşina olacaksın.

Şimdiden not etmek gerekir ki, burada zikredeceğimiz, senin kendi deneyini dizayn etmeni ve değerlendirmeni sağlayacak prensipler, bir başkasının verisini ve müteakip yorumlarının (ister yayımlanmış olsun ister olmasın) doğruluğunu değerlendirmede de aynıdır.

Bilimsel araştırma projenin çerçevesini yazarken göreceğin üzere, veri analizini, bilimsel araştırma projenin planlama aşamasında asıl göz önüne almalısın. Niçin? Çünkü sıkı bir analiz *istatistiğe* dayanır. İstatistik, veriyi betimleyen ve gözlemlerin, rastgele değişimin ötesinde, belirli bir hipotezi desteklediğine ne kadar güvenebileceğimizi ölçen matematiksel hesaplamalardır. Fakat, eğer sen çok az sayıda gözlem yapar, yanlış tipte veri toplar, ya da münasip kontrolleri kullanmakta başarısız olursan; istatistiksel analiz “neticesiz” kalır. Böylesi bir durum da seni, şu gibi müphem ifadeler kuran bir pozisyona düşürür: “Verinin artış gösteren bir trendi var, fakat emin olabilmek için daha çok sayıda gözlem yapmış olmalıydım.” Belli belirsiz sonuçlar hiç bir zaman bilimsel zeminde saygı uyandıramaz.

Bir bilimsel araştırma projesinde veri analizi çubuk grafiklerden ve saçılım grafiklerinden daha fazlasını gerektirir: İstatistiksel düşünme bağlamında açıklayıcı veri analizi ve çıkarım. Manalı istatistiksel analizler icra edebilmek için, deneyini dizayn ederken istatistiksel prensipleri de göz önünde bulundurmak zorundasın. Şöyle ki:

- Değişkenlerini ve örnek uzayını isabetle ve açıkça tanımlamalısın.
- Faktörlerini ve faktör düzeylerini isabetle tanımlamalısın.
- Yapacağın deneyin tipini belirlemelisin ve mütenasip kontrolleri kullanmalısın.
- Temsil kabiliyetine sahip bir veri elde etmek için yeterli sayıda tekrarlama yapmalısın.
- Verinin olabilir dağılımını anlamalısın.
- Öğrenme-çalışması yaptığın bilim alanında kullanılan açıklayıcı ve çıkarımsal analiz tiplerine aşina olmalısın. Hatta yeterli seviyede bilgi sahibi olmalısın.

Deneylerini dizayn ederken veri analizi aklında olsun. Çünkü eğer deneylerinin bitimine kadar verini nasıl analiz edeceğini düşünmemiş isen vay haline!

Aynı Bilim Alanındaki Diğer Bilimsel araştırmacıların Deneylerini Nasıl Dizayn Ettiğini Anlamak

Yapacağın deneyin neye benzeyeceğine dair bir fikir edinebilmenin en iyi yolu, senin bilim alanındaki bilimsel araştırma makalelerine bakmak ve diğer soruşturmacıların/araştırmacıların neyi ölçtüğünü ve nasıl ölçtüğünü görmektir. Şu gibi şeyleri not edebilirsin:

- Hangi değişkenleri soruşturuyorlar?
- Hangileri açıklayıcı değişkenler ve hangileri yanıt değişkenleri?
- Örnek hacmi ne kadar? Yani yaptıkları gözlem sayısı kaç?
- Hangi kontrolleri kullanıyorlar?
- Deneylerini kaç tekrerrür ile yapıyorlar?

Bilimsel-çalıştığınız alandaki standartlar hakkında bir fikir edindikten sonra, kendi deneyini dizayn etmeye koyulabilirsiniz. Değişkenleri, kontrolleri ve belirli bir değişkenin etkisini görme kabiliyetini nasıl maksimize edebileceğini düşünmelisin.

Değişkenlerin Farklı Tiplerini Anlamak

Değişkenlerin iki tipi vardır: Nicel ve nitel. Senin deneyine bağlı olarak, bu değişken tiplerden herhangi biri açıklayıcı değişken veya yanıt değişkeni olabilir. Değerlendireceğin değişkenlerin tipini teşhis etmen önemlidir. Çünkü, bazı hesaplamalar ve istatistiksel testler ancak değişken tiplerinin birine veya diğerine ait veri üzerinde yapılabilir.

Nicel değişkene ait gözlemler nicelikte/büyüklikte/miktarda farklılık gösterir. Kolayca ölçülebilir ve sayılar ile ifade edilir. Nicel değişkenlere misal olarak yaş, boy, zaman ve ağırlık verilebilir.

Nitel değişkene ait gözlemler nitelikte/cinste/çeşitte farklılık gösterir. Cinsiyet veya medeni durum gibi nitel değişkenler adam/kadın veya evli/bekar/dul gibi kategorilerle ifade edilir. İstatistiksel betimlemeye veya çıkarıma konu olabilmeleri için nitel değişkenlerin kategorik değerlerinin de sayısal değerlere bir şekilde transforme edilmeleri gerekir. Bu genelde yüzdelere veya oranlar ile başılır.

Bazen, nitel değişkene ait kategorik veri sıralanabilir. Mesela, bir meyve ile ilgili yoklamada, meyvenin tadını şöyle sıralayabiliriz:

- 1- Çok tatlı
- 2- Orta tatlı
- 3- Az tatlı
- 4- Ne tatlı ne ekşi
- 5- Az ekşi
- 6- Orta ekşi
- 7- Çok ekşi

Sıralı veri, pek çok zaman dereceli veri olarak ta adlandırılır. Bu durumda, gözlemler her ne kadar kategorik olsa bile sıralama aritmetik ortalama gibi bazı sayısal hesaplamalara olanak tanır. Bu, özellikle, kanaat, tutum ve duygu gibi durumlarına göre insanları kategorize eden öğrenme-çalışmalarındaki değişkenler için önem arzeder. Mesela, pazara yeni sürülen genetiği değiştirilmiş bir meyveyi fiilen tatmadan önce ve bir örneğini yedikten sonra tadının nasıl olduğuna dair insanların kanaatlerinin aritmetik ortalamalarındaki değişme değerlendirilebilir. Dereceli veri üreten değişkenler bilhassa sosyal ve davranışsal bilimlerde yaygındır.

Bazı koşullarda, veriyi sayısal veya kategorik toplamak bizim kararımız olabilir. Mesela, insanların tam yaşını (nicel) kaydedebileceğimiz gibi çocuk, genç veya yaşlı (nitel) diye de kaydedebiliriz. Veri analizi metotlarını önceden planlamak suretiyle, veri tipini ve böylece kendi bilimsel araştırmanın amacına en uygun deney dizaynını seçebilirsiniz.

Müteakip tablo değişkenlerin farklı tiplerini, bunlarla uyumlu veri misallerini ve kullanılabilecek istatistiksel betimleyicileri/özetleri göstermektedir. Deneyini planlarken, bu tablodan yararlanabilirsiniz.

Nicel Değişkenler			
Veri Tipi	Tanım	Veri Misali	İstatistiksel Betimleyiciler
Kesikli	Veri sonlu bir ölçekte/skalada ifade edilir. Kesinliğin/hassasiyetin limiti mantıksaldır.	• Bir ailedeki çocuk sayısı • Bir petrideki bakteri kolonisi sayısı • Madeni para atışı • Ayakkabı numarası	• Aritmetik ortalama • Ortanca • Moda/Mod • Standart sapma • Standart hata • Korelasyon katsayısı • Regresyon katsayısı
Sürekli	Veri, sonsuz ölçümlere parçalanabilen bir sürekli ölçekte/skalada ifade edilir. Teorik olarak, Kesinliğin/hassasiyetin bir limiti yoktur.	• Sıcaklık • Yaş • Ağırlık • Zaman • Uzunluk	• Aritmetik ortalama • Ortanca • Standart sapma • Standart hata • Korelasyon katsayısı • Regresyon katsayısı

Nitel Değişkenler			
Veri Tipi	Tanım	Veri Misali	İstatistiksel Betimleyiciler
Kategorik /Adlı	Veri, kategorilerle veya sözlerle ifade edilir. Sayısal değildir ve büyükten küçüğe doğru sıralanamaz.	• Renk • Cinsiyet • Meslek • Yer	• Moda/Mod
Dereceli /Sıralı	Veri, kategorilerle veya sözlerle ifade edilir. Her ne kadar toplama ve çıkarma anlamında sayısal değilse de, büyükten küçüğe doğru sıralanabilir.	• 1'den (düşük) 10'a (yüksek) kadar bir ölçekte/skalada acı şiddeti • Minerallerin sertliği için Moh ölçeği/skalası • IQ • Beğenme veya beğenmeme seviyesi • Duygudurum için Likert ölçeği/skalası	• Ortanca • Tepe değeri • Sıra korelasyonu

İnteraksiyonlu/Etkileşimli Faktörlerin Sayısı Deney Dizaynına Nasıl Tesir Eder?

Bir deneyin ereği/gayesi belirli bir değişkenin, veya değişkenler kümesinin, bir sistem üzerindeki etkisini ölçmektir. Atacağın en önemli ilk adım, sonuçlarında payı olabilecek olanaklı değişkenler hakkında düşünmendir. Ki bunlara faktör diyoruz. Mesela, iki ayrı lastik markasını (A ve B), hangisinin otoyolda sürüş esnasında daha az yakıt tüketimine neden olduğunu bulmak amacıyla test etmek istediğimizi varsayalım. Öncelikle, yakıt tüketimine tesir eden bütün olanaklı faktörleri belirlememiz gerekir. Bu faktörler arasında sayabileceklerimiz: Otomobil, hava koşulları, yol yüzeyinin tipi ve otomobilin hızı. Bütün değişkenleri belirledikten sonra, yalnızca bir faktörü değiştirirken diğer tüm değişkenleri sabit tutmak suretiyle nizami ve adil bir test dizayn edebiliriz. Bu durumda, her denemede otomobile takılacak lastik markasını (A veya B) değiştirirken, diğer tüm değişkenleri sabit tutarız; yani aynı otomobil, aynı gün, aynı hava koşulları, aynı yol ve aynı hız. Bu, bize sadece lastik markasının etkisini değerlendirme olanağı verir.

Mamafih, daha kompleks/karmaşık deney sistemleri de söz konusudur. Nihai sonuca, interaksiyonlu/etkileşimli birkaç değişkenin etkisini değerlendirmek gerektiğinde veya yalnızca bir defasında bir faktörü değiştirmek çok pahalıya mal olduğunda ya da fiziksel olarak olanaksız olduğunda bu yola baş vurulur. Mesela, yukarıdaki soruya tekrar bakalım: “İki ayrı lastik markasından (A ve B) hangisi otoyolda sürüş esnasında daha az yakıt tüketimine neden olur?” Çerçevesini çizdiğimiz nizami ve adil testin bize söyleyeceği, hangi lastik markasının belirli bir otomobil için daha az yakıt tüketeceğidir. Ki bu otomobil, çok spesifik koşullarda testi yapmak için kullandığımız otomobildir.

Fakat, eğer hangi lastik markasının daha az yakıt tüketimine neden olduğu sorusuna, farklı otomobillere ve farklı koşullara uygulanabilecek daha genel bir cevap bulmak istiyor olsaydık? Elbette, “en az yakıt tüketimine neden olan” lastiğin; otomobilin tipine (minivan, sedan veya arazi) ve lastiklerin yıpranmışlık seviyesine (yeni veya 10000 km’den daha çok kullanılmış) bağlı olduğunu düşünebiliriz. Şimdi üç faktörümüz (lastik markası, otomobil tipi ve yıpranmışlık seviyesi) var. Ve bu faktörler birbirleri ile interaksiyonlu/etkileşimli olabilirler. Ve bu interaksiyonlar/etkileşimler, farklı sonuçlara yol açabilir. Mesela, A lastik markası, sedan otomobil tipinde, yıpranmışlık seviyesi ne olursa olsun, en az yakıt tüketimini sağlarken, B lastik markası ise minivan otomobil tipinde 10000 km’den daha çok kullanılmış lastiklerle çok daha az yakıt tüketimi sağlayabilir. Bu misalde test edilebilir 12 kombinasyon/katışım (2 lastik markası x 3 otomobil tipi x 2 yıpranmışlık seviyesi) görüyoruz. Fakat, eğer hava sıcaklığı (10 °C’den düşük, 10-25°C veya 25°C’den yüksek) gibi sadece bir faktör daha ilave edersek kombinasyonların toplam sayısı 36’ya (2 x 3 x 2 x 3) fırlar ki bunları ayrı ayrı test etmek zorlaşır.

Eğer lastik misalinde olduğu gibi, senin deney sistemin de çoklu faktörlerin interaksiyonuna/etkileşimine dayanıyor ise, deney(ler)ini öyle dizayn etmelisin ki faktörlerin her birinin bireysel etkilerini ve kombine/katışık etkilerini sistematik olarak değerlendirmek için istatistiksel testleri kullanabilesin. Bu türden sistematik değerlendirmeye adanmış pek çeşitli deney dizaynları mevcuttur. Bunlar arasında, ileri gidersek, ortogonal dizgeleri ve çok değişkeli veya faktöriyel analizi sayabiliriz. Esas itibarıyla, eğer deneyini münasipçe dizayn eder isen, bu teknikler çoklu faktörleri aynı anda test debilmeni olanaklı kılar.

İyi Kontrol Altına Alınmış Deneyler

İster bir faktörü ister çoklu faktörleri değerlendirmek üzere deneyler yürütüyor ol, iyi kontrol altına alınmış bir deney dizayn etmek zorundasın. Kontroller sana şunları sağlar:

- Teknik bir seviyede deneyin işleyip işlemediğini değerlendirmek.
- Karşılaştırma yapmana olanak tanıyacak standartları vermek suretiyle sonuçları yorumlamana yardımcı olmak.
- Sonuçlarını yanlayabilecek öngöremeyeceğin faktörlere karşı seni korumak.

Kontrol kelimesi bilimsel araştırmacılarca farklı fakat ilişkili şekillerde kullanılır. Müteakip tablo bu farklı kullanımları özetlemektedir.

Pozitif Kontrol	Bir veya daha çok sayıda deneysel örnek ki deneyde pozitif bir sonuç vereceği önceki veriden biliniyor. Bir pozitif kontrol, deneyin bir pozitif sonuç verebileceğini teyit etmek için kullanılır.
Negatif Kontrol	Bir veya daha çok sayıda deneysel örnek (muamele grubu) ki deneyde negatif bir sonuç vereceği önceki veriden biliniyor. Bir negatif kontrol, deneyin bir negatif sonuç verebileceğini teyit etmek için kullanılır.
Kontrol Grubu	Açıklayıcı değişkenin, diğer tüm muamele grupları ile karşılaştırılmak maksadı ile, önceden tespit edilen bir düzeyde tutulduğu bir muamele grubu. Ki bu düzey çoğunlukla değişkenin doğal halidir.
Kontrol Altındaki Değişken	Bilimsel araştırmacının, yalnızca açıklayıcı değişkenin etkilerini ölçebilmek maksadı ile, denemeler arasında aynı düzeyde tutmak istediği nicelikler. Bazen, <i>sabit değişkenler</i> de denir.

Pozitif kontrolleri, deney dizaynının ve test etme metodunun, değerlendirmeye çalıştığımız etkileri saptayabilirliğini belirlemek için kullanırız. Pozitif kontroller, bir ya da daha çok sayıda deneysel örnekten ibarettir ki bu deneysel örneklerin bilinen bir tarzda davranmasını bekleriz. Deneyini yürüttükten sonra eğer pozitif kontrolünün beklediğinden başka bir tarzda davrandığını görürsen o taktirde deneyinin geçerliliğine dair şüphe duymalısın. Mesela, eğer bilimsel araştırma projenin sorusu, “Bu yeni devre dizaynı bir ampulu yakacak mı?” ise, ampulün yanabilirliğini (yani sağlamlığını) teyit etmek istersin. Peki ya ampul yanabilir değilse (yani bozüksa)? Bu durumda, yeni devre, ampulu yakabiliyor olsa bile, daima yanlış bir sonuç verecektir (ampulün yanmaması). Bunun gibi *yanlış negatif* bir sonuçtan kaçınmak için, bir pozitif kontrolü dahil etmen gerekir. Misalimiz üzerinden konuşursak, ampulün fonksiyonunu denetlemek için kullanabileceğimiz, güvenilir/denenmiş bir lamba gibi, çalışırılığından emin olduğumuz bir devreye sahip olmak isteriz.

Bir deneyde, tam da, yanlış negatiflerin tesirini minimize etmek için pozitif kontrolleri kullandığımız gibi, *yanlış pozitiflerin* tesirini minimize etmek için de **negatif kontrolleri** kullanırız. Negatif kontroller teyit eder ki deney prosedürü bir ilişkisiz/ilgisiz etkiyi gözlemiyor. Yukarıdaki yeni devre dizaynı misalimizde, bir negatif kontrol, yeni devrenin ampulü yakmasından sonra devreyi kapatmamızın ampulü söndüreceğinden emin olmamız olabilir. Bu, ampulü yakacak, açık unutulmuş başka bir devrenin mevcudiyeti gibi, diğer herhangi bir güç kaynağının olanaklılığını bertaraf eder.

Deney sorusunun, basit bir “evet/hayır”dan daha kompleks/karmaşık olduğu durumlarda, test örnekleri ile karşılaştırmak üzere standartlara sahip olmak ta çoğunlukla yararlıdır. **Standartlar**, belirli bir alandaki ürünler veya pratiklerdir ki herkesçe müştereken iyi çalıştıkları düşünülür. Yeni devre dizaynı misalimize geri dönersek, bilimsel araştırma projemizin sorusu eğer sadece yeni devrenin ampulü yakıp yakamayacağı değil de, ne kadar verimli yakabileceği olsaydı, bu halde yeni devrenin tüketeceği güç miktarını bilmemiz gerekecekti. Ancak, watt/saat cinsinden güç tüketiminin bir mutlak ölçümünün yanı sıra karşılaştırma yapabilmemiz için iyi ve verimli çalıştığı bu alanda genel kabul görmüş diğer bir devre dizaynına da ihtiyacımız var. Bu diğer devre dizaynı, karşısında bizim yeni devre dizaynımızın verimliliğini ifade edeceğimiz standarttır.

Bazı bilimsel araştırma projesi soruları vardır ki ne pozitif ve negatif kontroller ne de standartlar uygulanabilir. Bu çoğunlukla, deney ünitelerinin canlılar olduğu durumlarla alakalıdır. Böylesi durumlarda, çoğu zaman, *test/deney grubumuzu* karşılaştırmak üzere bir **kontrol grubu** istihdam ederiz. Bu karşılaştırma, açıklayıcı değişkenimizi değiştirdiğimiz zaman gördüğümüz değişmelere gerçekten açıklayıcı değişkenin bizzat neden olduğunu garantilememize yardımcı olur. Mesela şu hipotezi kurmuş olalım: “Aspirin baş ağrısını dindirir.” Bilimsel çalışmamızda iki grup insan olacaktır. Deney grubundakiler, başları ağrıdığı anda bir aspirin alacaklar ve belli bir süre sonunda bize ilacın baş ağrılarını dindirip dindirmediğini bildirecekler. Kontrol grubundaki insanlar, başları ağrıdığı anda aspirin yerine şekerden bir hap alacaklar ve aynı süre sonunda bize hapın baş ağrılarını dindirip dindirmediğini bildirecekler. Nihayetinde, eğer hem deney grubundakiler hem de kontrol grubundakiler aldıkları hapların baş ağrılarını dindirdiğini bildirir ise, anlayacağız ki basitçe bir hap yutmanın, salt psikolojik bile olsa bir etkisi var. Bu da demektir ki veri yanlıdır ve bu veriyi analiz ederken bunu hesaba katman gerekir.

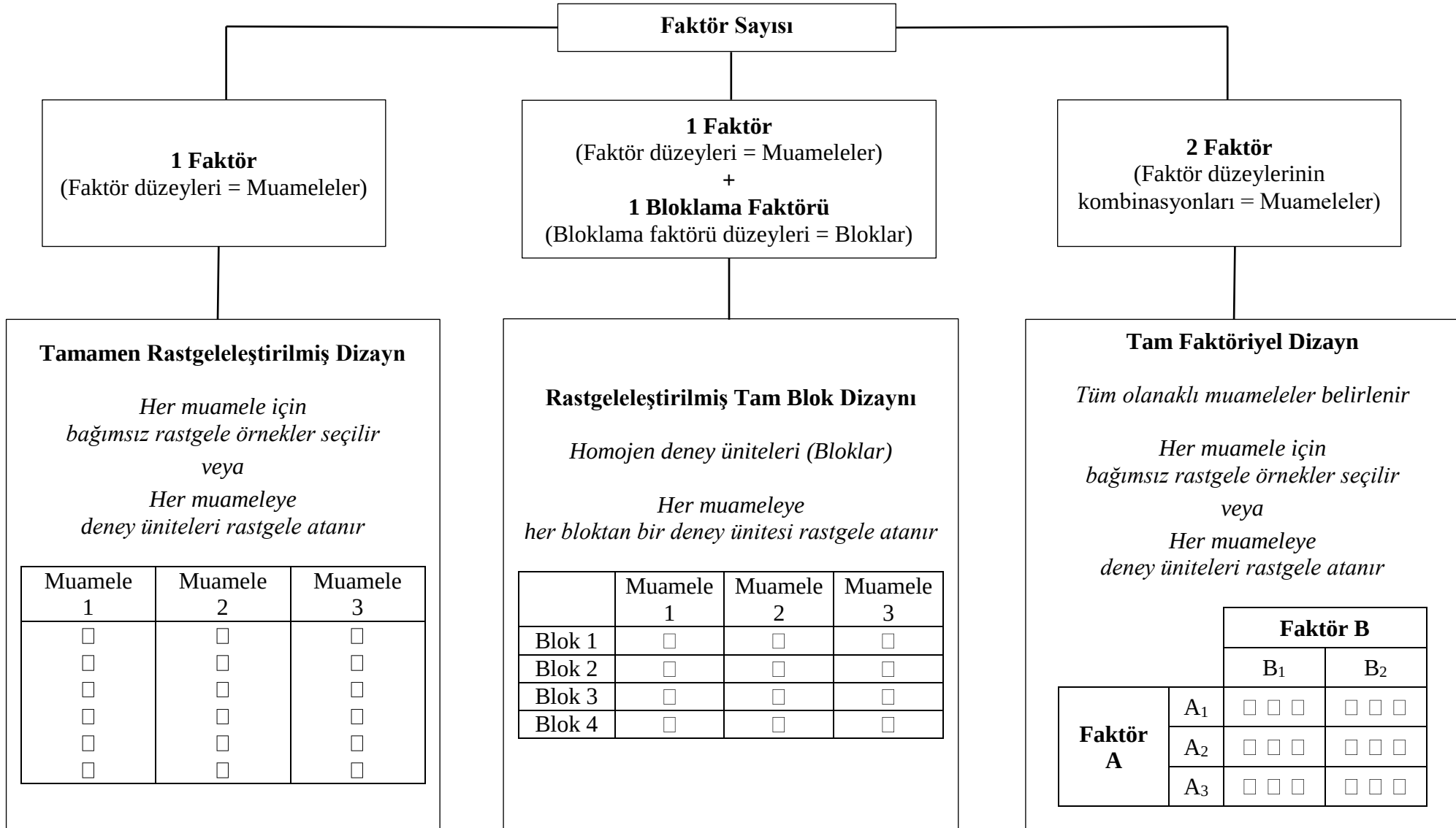
Öngöremediğimiz yanlılığa karşı bizi koruyacak efektif/etkili vasıtalar olabilmelerini sağlamak için, kontrol gruplarının deney grupları ile mümkün olduğunca özdeşliğini sağlamak zorundayız. Bunu başarabilmenin bir yolu, deney ünitelerini her gruba rastgele atamaktır.

Bir deneyde yanlılık, aynı zamanda, kör deneyler yürülerek te kontrol edilebilir. *Kör deneylerde*, bilinçli veya bilinç altı yanlılığa karşı korunmak için kritik enformasyon deneklerden gizlenir. Kör deneylerin iki tipi vardır: Tek taraflı ve çift taraflı.

Tek taraflı kör deneylerde, kritik enformasyon deneklerden gizlenir fakat deney yürütücüsü herşeyi bilir. Yukarıdaki aspirin misalimizde, deneklere aldıkları hapın aspirin mi yoksa şeker mi olduğunu söylemeyerek bir tek taraflı kör deney yürütebiliriz. Bunu yaparak, aspirin alan kişilerin salt aspirinden beklentileri doğrultusunda ağrılarının dindiğini bildirmelerinin önüne geçebiliriz. Hangi hapi aldıklarını bilmedikleri zaman, psikolojik beklentiden kaynaklanan yanlılığı bertaraf edebiliriz.

Çift taraflı kör deneylerde, hem denekler hem deney yürütücüsü kritik enformasyondan mahrumdur. Bu enformasyon veri toplandıktan sonra ancak deney yürütücüsüne açık edilir. Mesela, ne denekler ne de deney yürütücüsü kimin aspirin kimin şeker aldığını bilemez ise bu bir çift taraflı kör deney olur. Bunun yararı şu ki açıklayıcı değişkenden habersiz olan deney yürütücüsü, aspirin verilen kişileri şeker verilen kişilere göre daha sert sorgulamak gibi bilinçaltı davranışlarda bulunmak suretiyle deneklerin cevaplarını yanlayabilemez. Daha geniş bir yelpazede potansiyel yanlılıklara karşı bizi koruduğu için, çift taraflı kör deneyler, bilimsel olarak en sıkı deneylerdir. Mamafih, hangi denneğin kontrol hangi denneğin deney grubuna ait olduğuna dair enformasyonu tutacak bir ara durum/istasyon gerektirdiğinden uygulaması biraz zorluk yaratabilir.

DENEY DİZAYNI SEÇME KILAVUZU



İSTATİSTİKSEL ANALİZ SEÇME KILAVUZU

		Açıklayıcı değişken (X)			
		1 adet		1 den çok	
		Nitel	Nicel	Nitel	Nicel
Yanıt değişkeni (Y)	Nitel	Ki-kare testi	Lojistik regresyon		
	Nicel	<i>t</i> -testi veya Tek-yönlü ANOVA (Eğer ölçümler yineleniyor ise eşli <i>t</i> -testi)	Basit doğrusal regresyon	İki-yönlü ANOVA (Eğer ölçümler yineleniyor ise yinelenen ölçümler ANOVA)	Çoklu doğrusal regresyon

Bir Deneyin Bir Etkiyi Ölçme Kabiliyetini Artırmak

Bütün deneysel gözlemler bir sinyal ve parazit kombinasyonudur. **Sinyal**, bir değişkenin/faktörün bir çıkım/sonuç üzerindeki gerçek etkisidir. **Parazit**, deney tekniğinin özünde barındırdığı rastgele hatadır. Deneyleri dizayn ederken ve analiz ederken, ereğimiz/gayemiz sinyalin-parazite-oranını artırmaktır ki isabetli neticelere varabilelim. Sinyalin-parazite-oranını artırmak için müştereken riayet edilen altı vesile şunlardır:

1. Bir deney ünitesinin ölçümünü tekrarlayarak
2. Örnek hacmini artırarak
3. Örnekleri rastgeleleştirerek
4. Deneyleri rastgeleleştirerek
5. Deneyleri tekrarlayarak
6. Kovaryeteleri dahil ederek

Bir bilimsel araştırma projesi sorusu nadiren bu sinyalin-parazite-oranını artırma tekniklerinin altısına birden elverişli olabilir. Ancak, eğer sonuçlarının isabetliliğini maksimize etmek istiyorsan, mantık dairesinde olanaklı olduğu kadarını kendi deney dizaynına dahil etmeye çaba göstermelisin. Maliyet, zaman ve kaynak kısıtları hangi tekniklerin olanaklı hangilerinin olanaksız olacağına karar verdirir genelde.

Aynı Ölçümü Tekrarlamak

Aynı ölçümü tekrarlamak, güçlü fakat sınırlı bir tekniktir. Ölçüm yapmanın zor olduğu durumlarda ziyadesiyle yararlıdır. Mesela, bir sıvının tamamen buharlaştığı anı gözlemek ve kaydetmek gibi. Bu halde, birden çok ölçümün ortalamasını almak ölçüm hatasını elemine etmeye yardımcı olur. Ve ölçümlerin değiştiği aralığa ve değişkenliğine bakmak suretiyle, ölçüm tekniğinin kifayetli olduğuna veya güvenemeyeceğimiz kadar hatalı olduğuna karar verebilmemize de yardımcı olur. Mamafih, eğer ölçüm kum dolu torbaları bir terazide en yakın kilogram ile tartmak gibi basit ve kolay anlaşılabilir ise, ölçümleri tekrarlamak (veya tekrarlayan ölçümler) hiç bir katkı sağlamayacağı gibi zaman ve kaynak kaybına da neden olacaktır.

Örnek Hacmini Artırmak

Deneysel parazitin azaltılmasında en müşterek yollardan biri örnek hacmini artırmaktır. Örnek hacmi ile kastettiğimiz, bir deneyde üzerinde ölçüm veya gözlem yapacağımız deney ünitelerinin (yani insanların, hayvanların, nesnelerin, yerlerin veya durumların) sayısıdır. Genellikle, bir deneyde örnek hacmi ne kadar geniş olursa, bir değişkeni/faktörü değiştirmenin etkilerini o kadar güçlü (olasılıklı) saptayabiliriz. Örnek hacmi tam olarak ne kadar geniş olmalı? Efektif/etkili bir örnek hacmi belirlemek için *güç analizi* yapabilirsin.

Bir genel geçer kural olarak şunu söyleyebiliriz ki beklediğimiz etki ne kadar küçük ise, toplamayı planladığımız örneğin hacmi o kadar geniş olmalıdır. Mesela, erkekler ve dişiler arasındaki biyolojik farklılıkları belirliyor olsaydık, erkeklerin bir *X* kromozomuna ve dişilerin iki *X* kromozomuna sahip olduğunu görmek için 10 erkekten ve 10 dişiden ibaret bir örnek hacmi yeterdi. Fakat, erkeklerin ortalamada dişilerden daha uzun olduğunu binnetice/isabetle belirlemek için bu örnek hacmi çok dar kalırdı. Benzerce, belirli bir deneyde ne kadar çok sayıda değişkeni/faktörü test edeceksek, değerlendireceğimiz örneklerin sayısı da o kadar fazla olmalıdır.

Rastgeleleştirme (Örnekler Ve Deneyler)

Bir bilimsel araştırmacı her ne kadar değişimin/varyasyonun potansiyel tüm kaynaklarını teşhis edebilse dahi, bir deneydeki bütün faktörleri kontrol altına alması neredeyse olanaksızdır. Sıcaklık, yer, ekipman veya fiziksel koşullardaki küçük farklılıklar deneysel yanlılığa (yani bir sonucun diğer sonuçlara nazaran daha avantajlı olmasına) ve parazite yol açabilir. Deneysel yanlılık ve parazit rastgeleleştirme ile azaltılabilir. Hem örnekler hem de deneyler rastgeleleştirilebilir. Mamafih bir bilimsel araştırma projesinde her iki taktiği aynı anada kullanmak her zaman olanaklı olamayabilir.

Örnek rastgeleleştirmesi yaparken deney üniteleri kontrol ve deney gruplarına çekilişle atanır. Mesela, varsayalım ki yeni bir diyet rejimini öğrenmeye-çalışıyoruz, deneklerimizi, diyet yapmayacak kişilerden oluşacak bir *negatif kontrol grubuna* veya altın standart olarak kabul edilen bir diyet rejimini (ki halihazırda bilinenin en iyisi) uygulayacak bir *pozitif kontrol grubuna* ve yeni diyet rejimini uygulayacak bir *deney grubuna* rastgele atayacağız. Bunun yerine, deneklerin kendi istedikleri grubu seçmelerine izin verseydik eğer, sonuçları yanlayabilirdi. Diyet yapmayacaklar grubunu seçecek olanlar daha obur kişiler olabileceği gibi, altın standart grubunu seçecek kişiler de daha atletik kişiler olabilecektir. Bu olanaklılıklardan hangisi olursa olsun, daha çok yeme veya daha çok egzersiz yapma eğilimleri sonuçları çarpıtacaktır. Fakat eğer denekleri rastgele atarsak, böylesi farklılıklar bütün deneysel ve kontrol grupları arasında dağılabileceğinden deneyin sonuçlarına yansıyabilecek rastgele çarpıklık ta olasılık kuralları dahilinde değerlendirilebilecektir.

Deneysel rastgeleleştirme, bir seri testin sırasının çekilişle belirlenebileceği durumlarda uygulanabilir. Böylesi durumlarda, verideki beklenmedik yanlılığı azaltmak için rastgeleleştirme kullanılabilir. Mesela ereğimiz/gayemiz ortalama bir erişkinin tolere edebileceği ekşilik düzeyini bulmak olsun. Her yetişkin deneğe tatması için her biri farklı ekşilik yoğunluğuna sahip bir seri jelatin vereceğiz. Ve denekler hangi jelatinin ekşiliğinin tolere edilebilir ve hangisinin yiyelemeyecek kadar ekşi olduğunu değerlendirecekler. Eğer jelatinleri deneklere ekşilik yoğunluğunun arttığı bir sıra ile verirsek sonuçta yapay olarak yükseltilmiş bir ortalama tolerans elde ederiz. Niçin? Çünkü, ekşiye maruz bırakmayı sistematik olarak artırırsak, deneğin tat alma cisimciklerini ekşiliğin etkisine karşı duyumsuzlaştırırız/duyarsızlaştırırız. Her deneğe çekilişle bir jelatini deneterek sıralamayı rastgeleleştirmemizle, geçici duyumsuzluğun yaratacağı yanlılık veriye daha az tesir edecek ve ortalama sonuç daha isabetli olacaktır.

Deneyleri Tekrarlamak

Bir deneyi tekrarlamak, aynı zamanda sinyalin-parazite-oranını da artırır. Deneysel tekrarları analiz etmek suretiyle, neticelere yön verecek (kontrol altına alınamayan faktörlerin neden olacağı) çakma etkileri giderme şansımız olur. Tek deneyde, örneklerden gelen veri birlikte toplanır; bir deneyin tekrarı *bağımsız* olmak zorundadır. Yani, deneysel parametrelerin pratik olarak mümkün olduğu kadarı değiştirilmelidir: Farklı örnekler, farklı makineler, farklı gün, farklı deney icracısı, gibi. Bir deneyin üç kere tekrarlanması genellikle minimum kabul edilir. Niçin? İki sebebi var: Birincisi şu gerçeğe dayanır ki üç deneyin ortalama sonucunun tek deneyin sonucundan daha fazla isabetli olması olasılığı %66'dır. Yüzde altmış altı çok yüksek görünmeyebilir sana belki ama sonraki tekrarların getirisi azalandır. Yani üç tekrarlardan sonra istatistiksel şansa başlıca bir artış sağlamak için pek çok sayıda daha tekrarlama yapmak gerekir. Müteakip tabloda bu olasılıkları bulabilirsin.

Deneyisel tekrarların sayısı	Tekrarların ortalamasının tek denemeden daha isabetli olmasının istatistiksel şansı
2	%60,8
3	%66,7
4	%70,5
5	%73,2
10	%80,5
20	%86,0
40	%90,0
100	%93,7
162	%95,0
500	%97,2

İkinci sebep şu ki üç tekrarlama yaptığımız zaman grafikleme ve (aritmetik ortalama ve standart sapma gibi) istatistiksel betimlemeler için, sonuçların bir netice çıkaracak kadar sağlam olup olmadığını görmek amacıyla veriyi değerlendirmek için ve daha fazla veri toplamaya ihtiyacımızın olup olmadığına karar vermek için iyi bir zeminimiz olur. Mesela, Amazon yağmur ormanı gibi çok büyük bir alanda yapılacak bir biyolojik yoklama sadece bir kez yürütülebilir. Deneyleri tekrarlamalar olanaklı olmayınca, örnek hacminin yeterince genişliğinden (yani gözlemlerin yeterince tekrarlandığından) emin olmalıyız.

Kovaryeteleri Dahil Etmek

Pek çok doğal sistem ve bilimsel olgu çok sayıda faktörün toplamı etkisidir. Bu faktörleri *kovaryeteler* diye adlandırırız. Çünkü bunlar “birlikte değişerek” nihai sonucu müştereken kontrol ederler. Mamafih, bilimsel araştırmacılar, çoğu zaman faktörlerden bir tekini değiştirmenin tüm sistemi nasıl etkileyeceğini değerlendirmekle alakadar olsalar dahi, yalnızca bir faktörün değiştirilebileceği ve değerlendirilebileceği bir deney kurmak pratik olamayacağı gibi olanaklı da olmayabilir. Mesela, yeni bir otomobil fabrikasının kurulması ile bölgenin hava kalitesinin nasıl etkileneceğini tahmin etmek istiyorsak eğer, bunun bir yolu fabrikanın ne kadar kirlilik yaratacağını hemen belirlemek olabilirdi. Ancak, bu model kesinliksizdir. Yeni bir fabrikanın kurulumu ile ilişkili diğer olaylar da vuku bulabilir. Mesela, fabrika istihdam yaratır ve bu istihdamdan yararlanmak isteyen insanlar bu bölgeye taşınır. Bu insanlar evlerde oturur, otomobil kullanır, ilişkili endüstrileri başlatır, vb. Bütün bu olaylar aynı zamanda bölgenin hava kalitesine tesir eder. Böylece, daha isabetli bir değerlendirme bu kovaryetelerden mümkün olduğu kadarını hesaba katmalıdır.

Kovaryeteleri hesaba katmakla, aynı zamanda, bir değişmeyi saptama gücünü de artırmış olursun. Mesela, yeni bir ilacın kolesterolü düşürme kabiliyeti üzerine bir öğrenme-çalışması yürüttüğümüzü varsayalım. Kolesterol düzeyi pek çok sayıda faktör tarafından belirlenir. Bu faktörler arasında cinsiyet, yaş, aile geçmişi, diyet, fizisel aktivite ve ağırlık sayılabilir. Farelerle yapılacak bir öğrenme-çalışmasında, bu faktörlerin hepsini de kontrol edebilirdik. Hepsi aynı cinsiyette, aynı yaşta, aynı genetiğe sahip, aynı diyetle beslenen, aynı ağırlıkta ve aynı egzersiz rejimine uyan farelere sahip olabilirdik. Fakat böylesi ful kontrol altında benzeri bir öğrenme-çalışmasını insanlarla yapmak mümkün olabilir miydi? Elbette hayır! Ve kontrol altına almaya çalışacağın her faktör, öğrenme-çalışman için elverişli olabilecek insanların sayısının daha da azalacağı anlamına gelir. Bu sebeple öğrenme-çalışmada kullanacak denek bulman çok zorlaşacaktır. Alternatif yaklaşımımız, değişkenlerin sadece bir kısmını kontrol altına almak ve geriye kalan kovaryeteleri ölçmektir ki nihai veri analizi modelimize birer faktör olarak ekleyelim. İstatistiksel modelimizi kullanarak, kovaryetelerin etkilerini matamatiksel olarak çıkarabiliriz/ayırabiliriz ve halihazırda ilgilendiğimiz değişkenin etkisini/etkilerini görebiliriz. Misalimiz üzerinden konuşursak, kolesterol düşürücü ilacın etkisi.

Sinyalin-Parazite-Oranını Artırmakta Kullanabileceğimiz Tekniklere Dair Bir Çerçeve

Sinyalin-parazite-oranını artıran teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Aynı ölçümü tekrarlamak	Ölçüm hatasını elemine etmek için, bir tek deney ünitesini birden çok kere ölçmek. Bir tek nesnenin ya da olayın birden çok ölçümü, isabetli bir ortalama ölçüm hesaplamada daha fazla güven sağlar.	Çabucak ölçülmesi gerektiğinde, tam noktasal ifadesi zor olduğunda veya bir takım teknik sıkıntılar olduğunda, tek ölçüm hatalara açıktır ve değişkenliği fazla olabilir. Bu durumda çok yararlıdır. Eğer bir kişinin yaşına dair bir yoklama sorusunu cevaplamak veya bir odanın boyutlarını metre ile ölçmek gibi belirgin bir ölçüm yapıyorsan, pek bir katkısı yoktur.	• Bu indikatör çözeltinin rengini değiştirmek için kaç damla asit gerekir? Aynı çözeltinin parçaları ile reaksiyonu bir çok kere gerçekleştir. • Bir spesifik grafik kartının çevresindeki hava sıcaklığını 100°C'ye çıkarması ne kadar zaman alır? Aynı grafik kartını çok kere test et. • Bir deniz kaplumbağası, soluk almak için yüzeye çıkmadan önce sualtında ne kadar süre kalır? Aynı kaplumbağayı çok kere gözle.
Sinyalin parazite oranını artıran teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Örnek hacmini artırmak	Üzerinde veri toplayacağın nesnelerin veya insanların sayısını artırman, gözleyeceğin şeyin popülasyonun bütününe tekabül etme olasılığını yükseltir. Ne kadar genişlikte bir örnek hacmi gerektiğini belirlemek için hesaplamalar	Eğer popülasyonun tamamı hakkında bir neticeye varmak istiyorsan yararlıdır. Eğer Bir tek bireye/vakaya veya nesneye spesifik neticeler peşindeysen uygulama.	• Gençler sağlıklı gıda tüketiyor mu? Birlikte takılan ve aynı günlük diyeti havi beş genç ile değil, daha çok sayıda genç ile bir yoklama yap. • Tütün içenlerle içmeyenlerin akciğer kapasitelerini nasıl karşılaştırırsın? Tütün içen ve içmeyen çok sayıda kişide ölçüm yap.

	yapabilirsin.		• Belirli bir marka 9 voltluk pil bir feneri ne kadar süre yakar? Bu markanın ürettiği çok sayıda 9 voltluk pilin şarjını test et.
Sinyalin-parazite oranını-artıran teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Örnekleri rastgeleleştirmek	Belli bir deneyde örnekleri deney gruplarına ve kontrol grubuna rastgele atamak, gözden kaçırmış olabileceğin değişkenler için bile, grupların başlangıçtaki yapısını mümkün olduğunca eşitlemeye yardımcı olur. Bazı deneyler tamamen rastgeleleştirilebilir. Diğerlerinde önce <i>bloklama</i> yapılır. Bloklama, erkekler ve dişiler gibi homojen grupların yaratılmasına imkan sağlar. Ve sonrasında bloklar içerisinde rastgeleleştirme yaparsın. Eğer bilimsel araştırmacı, deney üniteleri arasında bilimselce önemli farklar olduğundan şüphe ederse bu tarz davranabilir.	Örneklerini çekeceğin popülasyon (ki aynı zamanda hakkında netice çıkarmak istediğin popülasyon) çok heterojen ise özellikle yararlıdır. Eğer popülasyonu tabakalara bölerek her alt-grup için ayrı bir netice çıkarmayı arzu edersen, sana yararı yok.	• Hangi gübreleme tekniği ürün miktarını en çok artırır? Gübre muamelesini her tarla parseline çekilişle ata, böylece toprak yapısı ve su seviyesi gibi diğer değişkenlerin etkilerini deney grupları arasında eşitle/dengele/götürt. • Belli bir tedavi osteoporozu azaltır mı? Tedavinin efektif/etkili olup olmayacağını belirlemek üzere, hastaları kontrol/plasebo veya muamele/tedavi grubuna rastgele ata.
Sinyalin parazite oranını artırıcı teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Deneyleri rastgeleleştirmek	İlişkili deneylerin mantıklı görünen	Bilhassa bizi tek bir meta/üst neticeye	• Bir kalıptaki baskı süresinin uzunluğu

	sıralaması, gözden kaçabilecek başka değişkenlerin etkilerinin karışmasına neden olabileceği için, ilişkili deneylerin yürütüleceği sıralamayı rastgele (yani çekilişle) belirlemek.	vardıracak ilişkili deneyleri yürüteceğimiz zaman kritik önemi vardır. Hem aynı ekipmanı serice kullanarak ilişkili deneylerin yapılmasında ve hem de farklı ekipmanı kullanarak paralel deneylerin yapılmasında uygulanabilir.	plastığın dayanıklılığını etkiler mi? Deneyleri 10, 20, 30 vb.saniyelik baskı süreleri ile ardı sıra yapmak yerine, bu sırayı rastgeleleştir. Rastgeleleştirmek, deneyler yürürken plastığın farklı uzunluklarda karıştırma zamanı ve tüm deneylerin devam ettiği süre boyunca kalıp sıcaklığındaki değişimler gibi diğer değişkenlerin potansiyel etkilerini elemine eder. • Bir fare labirentinin duvarlarının rengi, farelerin yollarını bulma zamanını etkiler mi? Deneyin bir tekrarı için, bütün fareleri aynı günde bütün labirentlerde dene. Labirentler, duvar rengi dışında özdeş olmalı. Her fare için, farklı renkteki labirentlerde deneneceği sırayı rastgele belirle. Rastgeleleştirme, deneme sahası üzerine farenin yorgunluğu gibi etkilerin potansiyel katkısını elemine edecektir.
Sinyalin-parazite-oranını artıran teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Deneyleri	Bir deneyi birden çok	Çoğu alanda,	• Görülebilir ışığın

tekrarlamak	kere tekrarlamak, verinin şans eseri mi ortaya çıktığını yoksa normal durumu mu temsil ettiğini belirlemeye yarar. Tekrarlama yaparak, yeterli delil olmaksızın müphem neticelere varmaktan kendini koruyabilirsin. Tekrarlamanın sayısı pek çok hususa bağlıdır. Bunlar arasında, verinin yayılımı ve kaynakların müsaitliği sayılabilir. Üç tekrarlama, verinin yayılımını değerlendirmek için genellikle iyi bir başlangıç noktasıdır.	deneyleri tekrarlamak, standart bir bilimsel pratiktir. İstisnalar, genellikle, deneylerin ölçeği ve maliyeti tekrarlamayı olanaksızlaştırdığı zaman yaşanır. Mesela, nadir görülen bir medikal durum üzerinde ilaç denemeleri, geniş ölçekli sosyolojik deneyler, nadir olguların astronomik gözlemleri, vb.	hangi dalgaboyu daha fazla ısı yayar? Her dalgaboyu için tekrarlanan ölçümler yap, dalgaboyu deneylerini icra ettiğin sıralamayı rastgeleleştir ve deneylerin tamamını farklı günlerde, eğer mümkün ise farklı ekipman ile, en az iki kere daha tekrarla. • Kalorik kısıtlama, solucanların yaşam süresini nasıl etkiler? İstatistiksel olarak yeterince geniş bir örnek hacmi ile başla, kalorik kısıtlamaya tabi tutacağın solucanları ve istedikleri kadar yiyebilecek solucanları rastgele seç, farklı günlerde başlayarak, farklı solucan toplulukları ile bütün deneyi en az iki kere daha tekrarla.
Sinyalin-parazite-oranını artıran teknik	Ne ki bu?	Ne zaman işe yarar?	Farzı muhal:
Kovaryeteleri dahil etmek	Bazı olgular çok sayıda değişken tarafından kontrol edilir. Çıkım/sonuç çoğu zaman bu kovaryetelerin toplamıdır. Bu tipteki olguları modellerken, veya bunlardan gelen veriyi analiz ederken, en iyisi modele veya analize bütün kovaryeteleri dahil etmektir. Bu bize, olgunun tezahürüne	Eğer çıkımı/sonucu çok sayıda faktörün toplamına bağlı bir kompleks olguyu öğrenmeye-çalışıyor isen kovaryeteleri dahil etmek yararlıdır. Eğer tüm değişkenleri sıkıca kontrol altına alamayacak isen özellikle gereklidir. Mesela, bir ilaca dair yapılacak bir öğrenme-	• Y ilacı hastaların kan basıncını nasıl etkiler? Hastaların rastgele seçilmiş, istatistikselce yeterince geniş bir örneği ile başla. Rastgele seçeceğin yarısına Y ilacını ve diğer yarısına plasebo ver. Cinsiyet ve vücut ağırlığı gibi kan basıncı üzerinde etkisi olduğu bilinen diğer değişkenleri

	ait en tamam resmi verecektir.	alışmasındaki hastaları, iklimsel veriyi ya da besin zincirleri ve ekosistemlerin analizini ele alırken.	hesaba katarak sonuçları değerlendir. • Belirli bir türün neslinin tükenmesinin, bölgesel ekosistemin geri kalanını nasıl etkileyeceğini değerlendir. Tehdit altındaki tür ile başlamak ve dallandırmak suretiyle, çeşitli türler arasındaki interaksionlara dair tarihsel veri üzerine tahminleyici modelleri baz al.
--	--------------------------------	---	---

Materyal Listesi

Bilimsel araştırma projeni tamamlamak için ne tip malzeme ve araç-gerece ihtiyacın var? Deneye başlamadan önce, eksiksiz bir liste yapmak sureti ile, gereksinim duyduğunda her şeyin elinin altında olmasını sağlayabilirsin. Bazı şeylerin temini uzun sürebilir, bu sebeple önceden bir materyal listesi yapmış olmak güzeldir.

Materyal listeni mümkün olduğunca spesifik yap ve bilimsel araştırma projenin startını vermeden önce listedeki her şeyi temin etmiş olduğundan emin ol.

Materyal Listesi ve Deney Prosedürüne bir Misal

Materyal Listesi:

- Diskçalar ve bir disk (düşük akım çeken cihaz)
- Üç özdeş fener (orta akım çeken cihaz)
- Kamera flaşı (yüksek akım çeken cihaz)
- AA ebadında Duracell, Energizer ve Panasonic piller
- Voltmetre ve bir AA pil aparatı
- Zamanlayıcı

Deney Prosedürü:

1. Her pile bir numara ver
2. Voltmetre ile her pilin voltajını ölç
3. Aynı pili cihazlardan birine koy ve aç
4. Cihaz 30 dakika çalıştıktan sonra pilin voltajını yeniden ölç ve kaydet
5. Adım 4'ü pilin voltajı 0,9 volta düşünceye kadar veya cihaz duruncaya kadar tekrarla
6. Adım 1-5'i yeniden yap, her deney grubunda her pil markası için üç deneme
7. Kamera flaşı için, flaş butonuna her 30 saniyede bir bas ve pilin voltajını her 5 dakikada bir ölç
8. Her fenderde her pil markasını rotasyonla dene
9. Diskçalarda aynı şarkıyı aynı ses düzeyinde her deneme/test için çal

Bilimsel araştırma Projesi Çerçevesi

Bilimsel araştırma projenin sorusunu seçip, literatür taramasını yapıp, değişkenlerini tespit edip hipotezini kurduktan ve deney prosedürü üzerinde düşündükten sonra, bir bilimsel araştırma projesi çerçevesi yazmaya geldi sıra. Bilimsel araştırma projesi çerçevesi; fikirlerini, sorularını, deneysel önceliklerini ve yapacaklarının listesini bir arada görebilmeni sağlar. Bu sayede, bunları değerlendirebilir ve geliştirebilirsin. Bu, bütün profesyonel bilimsel araştırmacıların geçtiği bir aşamadır. Bir bilimsel araştırmacının projesine finansal destek sağlayabilmesi, yazdığı bilimsel araştırma projesi çerçevesine bağlıdır.

Proje çerçevesinin maksadı, yapacağın deneyi, deneyi yürütmeden önce en ince ayrıntısına kadar incelemektir. Bunu yapmakla, deneyini münasipçe dizayn ettiğini, teklif ettiğin analizin toplanacak veri tipine uygun olduğunu ve beklenen sonuçların deneyinin amacına uyumlu olduğunu garantiyeceksin. Aşağıda belirttiğim enformasyonu proje çerçeveye dahil etmekle, teklif ettiğin öğrenme-çalışmasını münasipçe gözden geçirebilme fırsatına sahip olacağız.

Bilimsel araştırma projen için bir çerçeve yazarken, literatür taramasında elde ettiğin enformasyonu ve mevzuyla ilgili geliştirdiğin fikirleri baz alacaksın. Bir kere, bu çerçeveyi tamamladın mı, artık yapacakların için elinde bir “tarif” var demektir.

Bir bilimsel araştırma projesi çerçevesi beş bölümden oluşur:

1. Giriş
2. Metotlar
3. Tahmin edilen Sonuçlar
4. Münasebet
5. Referanslar

Giriş

Giriş bölümünde bilimsel araştırma mevzun hakkında halihazırda ne bilindiğini ve alanda cevap bekleyen soruları yazacaksın. Burada yapacağın toparlama, okumuş olduğun bilimsel araştırma makalelerine dayanacak. Güzel bir giriş yazmak istiyorsan, okuman gereken bilimsel araştırma makalesi sayısı ne olmalı? Bu sayı, bilimsel araştırmanı yaptığın alana göre değişir. Fakat, bilimsel araştırma projenin bütün girdisini çıktısını soruşturmayı/araştırmayı bitirdiğinde, metotlar da dahil olmak üzere, kesinlikle on adetten az olmamalı.

Giriş bölümünde, aynı zamanda, bilimsel araştırma projenin sorusuna cevap bulmak için kullanacağın canlı türünü veya sistemi betimlemelisin. Bu canlı türünün veya sistemin, niçin üzerinde bir öğrenme-çalışması yapmak için en mütenasip seçim olduğunu eklemeyi unutma. Giriş bölümünün sonunda, spesifik sorunu, bu soruya nasıl cevap arayacağını/vereceğini ve hipotezini uzatmadan ifade et. Bu durumda, hipotezin, literatür taramana dayanarak bulmayı beklediğin/umduğun deney sonuçları olacak. Yazarken, referanslarına atıf yapmayı unutma ve atıf yaptığın her referansı referanslar bölümünde listele.

Metotlar

Bilimsel araştırma projesi çerçevesinin metotlar bölümü, esasında senin deneyinde yapacaklarının bir listesidir. Bu bölümde yapmayı tasarladığın deneyi veya yapmayı planladığın gözlemleri en ince ayrıntısına değin betimlemelisin. Betimlemelerin öyle uyumlu olmalı ki şu enformasyonu kapsamalı:

- Bilimsel araştırma ne zaman ve nerede yürütülecek?
- Hangi materyal ve araç-gereç kullanılacak?
- Muamele faktörleri ne olacak?
- Her bir muamele faktörünün düzeyleri ne olacak?
- Öğrenme-çalışmasının dizaynı uygun kontrolleri kapsıyor mu?
- Her bir muamele faktörü için deney ünitesi nedir?
- Deney ünitelerini hangi metotla/kriterlerle seçeceksin?

- Muamele faktörleri deney ünitelerine nasıl atanacak?
- Her bir muamele düzeyinde ya da muamele düzeylerinin kombinasyonlarında kaç deney ünitesi yer alacak?
- Muamele faktörleri, münasipçe ve uygunca tekrarlanacak mı?
- Hangi yanıt değişkenlerini ölçeceksin? Hepsini de gerekli mi?
- Ölçümlerinin isabetli ve tutarlı olabilmesi için hangi önlemleri alacaksın?
- Ölçümler zaman sürecinde tekrarlanacak mı?
- Örnek hacmi yeterli mi?
- Her bir deney ne kadar sürecek? Deneyini bir bütün olarak takvimlendirdin mi?
- Veriyi nasıl kaydedeceksin? Veri sayfası hazırladın mı?
- Eğer bu bir grup çalışması ise iş bölümünü nasıl yaptınız?

Bu dersin kapsamında pek tavsiye edilmese de bilimsel araştırma projesi olarak bir örnek yoklaması öğrenme-çalışması yapacak olan öğrenciler bir deney yerine bir örnekleme dizayn edeceklerdir. Yukarıda ki sorulara ilaveten bir örnekleme dizaynı şu sorulara da cevap vermelidir:

- Yoklanacak popülasyon veya evren hangisidir?
- Örnekleme çerçevesi nedir?
- Örnek yoklamasından hangi enformasyonu elde etmeyi bekliyorsun?
- Örnekleme dizaynının hangisi olacak (basit rastgele, tabakalı rastgele, öbek, sistematik, çok safhalı)?
- Veriyi hangi metotla toplayacaksın (yüz yüze görüşme, telefon, e-posta, vb.)?

Bu bölümde, yine, deneylerinden elde edeceğin veriyi nasıl değerlendireceğin ve analiz edeceğin hakkında şimdiden düşünmen ve yazman gerekir. Bunu önceden düşünmek senin için önemli. Çünkü daha ileri bir istatistik bilgisi, tekerrürlerin belirli bir sayıda yapılması veya verinin belirli bir tarzda toplanması gibi bazı becerileri kazanmış olmalısın. Hipotezinin testi için toplayacağın veriyi analiz etmekte kullanacağın analiz metodunu betimlemelisin. Şu detayları göz önünde tut:

- İstatistiksel veri analizini hangi metotla yapacaksın?
- Ham veri analize uygun olacak mı? Eğer değilse, veri nasıl manipüle edilecek?
- Eğer veri transformasyona uğrılacak ise, hangi transformasyonu, neye göre yapacaksın?
- İstatistiksel analiz için kaç veri noktası mevcut olacak?
- Teklif ettiğin analiz için yeterli veri olacak mı?
- Teklif ettiğin analiz metodu, toplayacağın verinin tipi ile münasip mi?
- Eğer bir endeks hesaplanacak ise, endeks nasıl yorumlanmalı ve endeks değerlerinin beklenen değişim aralığı ne olacak?
- Eğer teklif ettiğin analiz metodu varyans analizi ise, deney dizaynı ile eşleşen bir varyans analizi tablosunu proje çerçevesine dahil ettin mi?
- Eğer deney dizaynının tekrarlanan ölçümleri kapsıyor ise, bunlar nasıl analiz edilecek?

Metotlar bölümünü yazdıktan sonra, bütün metotların uygulanabilirliğini ve deneylerin bilimsel araştırma projenin sorusunu yeterlice cevaplayabilirliğini tekrar denetle. Maaliyet, ekipman, materyal ve kişisel koşullar bakımından gerekli gördüğün revizyonları yap.

Tahmin Edilen Sonuçlar

Tahmin edilen sonuçlar bölümünü yazarken, toplamaya niyet ettiğin verinin sana ne söyleyebilip ne söyleyebilemeyeceği hakkında düşün. Deneylerinin bütün olanaklı sonuçlarını düşün ve düşündüklerini kaydet. Aynı zamanda, olanaklı sonuçları gösteren örnek figür ve tablolar yap ve veriyi nasıl yorumlayabileceğini düşün. Deney(ler)inin neticelendirici veri üretmesini akamete uğratacak koşullar var mı? Eğer varsa, ilave deneyler yapmayı düşünebilirsin.

Münasebet

Bilim insanlarından, çoğu zaman yaptıkları öğrenme-çalışmasının münasebetini (yani hangi erek/amaç uğruna yapmak istediklerini) açıklamaları istenir. Bu bölümde, senin bilimsel araştırma projenin, seçmiş olduğun bilim alanındaki bilgi dağarcığına nasıl bir katkı sağlayacağını detaylıca anlat. Bilimsel araştırma projenin, diğer bilim alanlarına, insanlığa ve çevreye yapacağı etkileri açıkla. Bilimsel araştırmanın günlük uygulamalara ve teknolojiye aktarılabilirliğini tartış.

Referanslar

Bütün bilimsel araştırma projesi çerçevesi boyunca atıf yapmış olduğun kaynakları referanslar bölümünde listeleyeceksin. Farklı fikirlerin nereden geldiklerine ve neye dayandıklarına atıfta bulunmak bilimsel araştırmalarda her zaman önem taşır.

Bir Bilimsel Deneyi Yürütmek

Elindeki detaylı deney prosedürü ile, bilimsel deneyinin startını vermeye neredeyse hazırsın. Fakat başlamadan önce, hala yapacak bir kaç şey var:

- Ne yapacağını biliyor musun? Deney prosedürünü oku ve anla. Gerekli bütün adımları yazmış mısın? Herhangi bir adımı nasıl yapacağına dair aklında soru işaretleri var mı?
- Bir proje defterin var mı? Notlar almak ve veri toplamak için bu defteri kullanacaksın. Zaten projeni planlarken, literatür taramanı yaparken ve deney prosedürünü yazerken kullanmış olduğun bir proje defterin olmalıydı ;)
- Hazır mısın? Deneyde gereksinim duyacağın bütün materyali, malzemeyi ve arç-gereci toplama ve organize et.
- Güvenlik tedbirlerini sakın ihmal etme.

Veri Tablosu

Veri toplamana yardımcı olması amacıyla, proje defterinde bir veri tablosu hazırla. Veri tablosu kullanırsan, verini kaydederken tutarlı olursun ve deneyinin bitiminden hemen sonra analiz edebilirsin.

Veri Tablosuna Bir Misal

Deneme	Musluk Açıklığı (Açıklayıcı Değişken)	Su akışı (Yanıt Değişkeni)
1	$\frac{1}{4}$ açık	(Deneyini icra ederken yapacağın gözlemlerden elde edeceğin veriyi bu sütuna yaz)
2	$\frac{1}{4}$ açık	
3	$\frac{1}{4}$ açık	
4	$\frac{1}{2}$ açık	
5	$\frac{1}{2}$ açık	
6	$\frac{1}{2}$ açık	
7	$\frac{3}{4}$ açık	
8	$\frac{3}{4}$ açık	
9	$\frac{3}{4}$ açık	
10	tam açık	
11	tam açık	
12	tam açık	

Deney Esnasında

Deneyini yürütürken çok detaylı notlar alman çok önemlidir. Yapacağın gözlemlerden elde edeceğin verinin yanı sıra, geniş manada deneye dair tüm gözlemlerini kaydetmelisin. Herhangi bir aksaklığı, problemi, planlamış olduğundan daha farklı yapmak zorunda kalacağın herhangi bir şeyi, deney sırasında aklına gelen yeni fikirleri veya karşılaşacağın ilginç durumları yazmalısın. Beklentilerinin dışındaki gelişmeleri gözden kaçırma. Verini analiz ederken ve veriden netice çıkarırken gözlemlerin sana çok yardımcı olacak.

Daha sonra, bilimsel araştırma projenin nihai raporunu ve neticelerini yazarken, proje defterine kaydettiğin veriyi baz alacaksın. Bu sebeple, başarı, başarısızlık ve kaza; her ne olursa, proje defterine

kaydetmelisin.

şunu sakın aklından çıkarma, yrteceğin deneyin kredibilitesi, başkaları tarafından ne ölçüde tekrar edilebilir olduğuyla doğru orantılıdır. Deney kayıtlarını, bu yüzden tutabildiğin kadar iyi ve kesinlikli tutmaya zen göster.

Deneyini yürütürken resimlerini çekmekle iyi edersin. Bu resimleri nihai raporunda kullanabileceğin gibi bilimsel araştırma projeni bir poster halinde sunmayı düşündüğünde de çok işine yarayabilir.

Deneylerinde olanaklıca sayısal ölçümleri kullanmaya alış. Eğer deneyin nitel değişkenleri (kategorik ölçümleri) de barındırıcak ise, resimler ekmen veya çizimler yapman yine çok yararlı olacaktır.

Deneyini yürütürken, bilhassa, deney prosedürünü takip ederken, ölçümlerini yaparken ve not alırken, olabileceğin kadar kesinlikli ol. Başarısızlıklar ve hatalar öğrenme prosesinin/sürecinin bir parçasıdır. Bu sebeple, işler ilk defasında planladığın gibi gitmez ise şayet, sakın cesaretin kırılmasın. Bilimsel araştırma projenin takvimini yaparken, deneyini en az bir kere yinelemek zorunda kalabileceğin ihtimalini göz ardı etme.

Esasında, deneyin, önce, bir **pilotunu** yapmak akıllıcadır. Bu pilot veriyi, hocan veya danışmanınla tartıştıktan sonra, eğer gerekli görülürse, deney prosedüründe revizyona gidebilirsin. Çoğu zaman, deney prosedüründe, deneyi fiilen icra etmeden anlaşılamayacak kusurlar bulunur, ki bu normaldir. Eğer deney prosedüründe değişiklikler yapman icap ederse (ki çoğu zaman eder), yapacağın değişiklikleri kesinlikli olarak proje defterine yaz.

Veri Analizi

Deneylerini dizayn ettin, yürüttün ve verini topladın. Şimdi veriyi dikkatle gözden geçirmek, analizini yapmak ve tablo ve grafikleri de kullanarak verinin taşıdığı enformasyonu açığa çıkarmak zamanı geldi. Beklediğin sonuçlara varabilecek misin? Deneyinin bulguları neler olacak?

Veriyi analiz ederek akla uygun olup olmadığına ve bilimsel araştırma projenin sorusuna bir cevap verip veremediğine bak. Unutma ki bu, hipotezinin teyit edilmesi ile aynı anlama gelmiyor. Belki de senin orijinal tahminlerin yanlıştır!

Analize başlamadan önce verini son bir kere gözden geçir. Deneyinin sonuçlarına eleştirel bir gözle bakmaya çalış. Kendine şu soruları sor:

- Her şey tamam mı? Unuttuğun bir şey olmasın?
- Verini planladığın gibi toplayabildin mi?
- Herhangi bir hata yaptın mı?

Yukarıdaki sorulara uyarlı cevapları verdiysen, verinin istatistiksel analizine geçebilirsin. Gayen, ister bulgularını bir şekilde sunmak olsun, ister bilimsel araştırma makalenin bir bilimsel dergide yayımlamak olsun, bir bilimsel araştırma projesinde elde edilen verinin sıkı bir analizi elzemdir. Varacağın neticelerin dayanağı olacak titiz/dikkatli bir veri analizi olmaksızın, bilimsel araştırma projenin sonuçları diğer bilim insanlarınca ciddiye alınmayacaktır. Bu bölümde, esaslı bir bilimsel veri analizini nasıl yaparsın, onu tartışacağız. Çeşitli veri analizi prensiplerini ve istatistiksel testleri, verini analiz ederken sana kılavuzluk edecek tarzda anacağız.

Veri Analizi Hakkında Doğruluğu Olmayan Faraziyeler

- Veri analizi ancak bütün veri topladıktan sonra gündeme gelir.
- Veri analizini bir çırpıda yaparsın. Analiz metodunu alırsın, veriyi “içine tıkarsın,” oldu da bitti.
- İlave bir metin/bağlam olmaksızın veri tek başına durabilir.

Bunların hiç biri gerçeğe bağdaşmaz. Veri analizi bilimsel araştırma projesi boyunca yürüyen bir süreçtir/süreçtir/işlemdir. Verine ne çeşit bir analiz uygulayacağını planlamak, deneylerini dizayn etmenin kritik bir parçasıdır. Eğer bu adımı ihmal edersen, kendini manalı neticeler çıkarmak için yetersiz veri ile başbaşa bulabilirsin. Burada bir kere daha ifade etmek zorundayız ki başarılı bir veri analizi iyi bir deney planına bağlıdır.

Her ne kadar, veriyi çarçabuk bir hesap tablosuna tıktırıp, bir grafik çizdirip, bir de mukabil temel istatistikleri hesaplatıp bastırmak sueriyle bilimsel araştırma projenin “bitişini” kutlamak sana baştan çıkartıcı gelse bile, bu yoldan yürümek ilgili enformasyonu iskalamana yol açabilir. Böyle yapmak yerine, oldukça uzun bir zaman dilimini, elindeki veri ile “oyunmak” için rezerve etmelisin. Ne kadar çok sayıda değişkeni test edeceksen, bu süre o kadar uzar. Veriye çeşitli perspektiflerden bakmak, veriyi farklı biçimlerde organize etmeye çalışmak ve görsel ve matematiksel olarak temsil etmek suretiyle, bilimsel araştırma projenin başlangıcında farkında olmadığın bağlantılara veya trendlere tesadüf edebilirsin.

Hiç bir zaman veriyi bir başına bırakma. Bir bağlamın içine oturt. Verini diğer ilgili veri ile ilişkilendirerek ifade etmen, çok daha aydınlatıcıdır. Mesela, Japon profesyonel erkek basketbolcuların boylarına dair bir öğrenme-çalışmasındaki veri gösterebilir ki ortalama bir basketbolcunun boyu 1 metre 95 santimetredir. Eğer, bu değeri ortalama bir Japon erkeğinin boyu, 1 metre 70 santimetre ile karşılaştırsak bu veri çok daha enforme edici olur. Böylece, Japonyada basketbol oyuncularının ortalama bir erkeğe göre %14 daha uzun boylu olabileceği neticesine varabiliriz. Benzerce, eğer senin bilimsel araştırma projen önceki bir öğrenme-çalışmasının tekrarı veya bir prosesin/sürecin/işlemin metodolojik ilerletilmesi/ıslahı olacak ise, önceden yayımlanmış veri ile dolaylı karşılaştırmalar yaparak verini analiz etmen önem arzeder.

Veri Analizi İçin Alan Standartlarına Bakmak

Her bilim alanı veri analizi için kendi standartlarına ve normlarına sahiptir. Bilimsel araştırmacılar ve alanda senin bilimsel araştırmanla ilgilenen diğerleri, senden standartlarla mütenasip bir veri analizi bekleyeceklerdir. Elbette ki bu, analitik metotlarda yenilikçiliğin ve yeni tekniklerin istenmediği anlamına gelmez. Yeter ki kendi yaklaşımının geleneksel olana avantajını açıklayabilesin.

Öğrenme-çalışmanı yürüttüğün alanda kullanılan analitik tekniklerin standardı nedir? Bunu anlamamanın en iyi yolu, alanda yayımlanmış bilimsel araştırma makalelerini dikkatlice gözden geçirmektir. Senin toplamayı planladığın veri ile aynı tipte veri toplamış bilimsel araştırma makalelerine özellikle ilgini yoğunlaştır. Şu soruların cevaplarına dair notlar al:

- Veriyi nasıl organize etmişler?
- Ne tip trendler görmüşler ve bu trendleri nasıl tespit etmişler?
- Veriyi analiz etmek için hangi istatistiksel testleri kullanmışlar?
- Hangi p değerlerini ve/veya güven aralıklarını kabul edilebilir görmüşler?

Alanda müştereken kullanılmakta olan analiz tipleri ile tanıştıktan sonra, bunlar arasında kendi bilimsel araştırma projen bağlamında en manalı olacakları (yani en mantıklı gelenleri) seçebilirsin.

Veriyi İncelemenin Üç Farklı Yolu

Genel olarak söylemek gerekirse, bilimsel veri analizine şu üç işlemten bir veya daha fazlası dahildir:

- Tablolar yapmak
- Veriyi grafiklere veya diğer görsellere dönüştürmek
- İstatistikleri ve/veya istatistiksel testleri kullanmak

Tabloları veriyi bir yerde organize etmek için kullanırız. Münasip sütun ve satır başlıkları, tabloda sunulacak enformasyona ulaşmayı kolaylaştırır. Tabloların en büyük avantajlarından biri, verinin organizasyonu sırasında trendleri ve anomalileri göz önüne çıkarabilmemizi kolaylaştırmasıdır. Diğer bir avantaj ise çok yönlü kullanılabilirlik olmalarıdır. Nicel veya nitel değişkenlere ait kategorik veya sayısal veriyi veya bu ikisinin karışımını tablolara dökümleriz. Veriyi olduğu gibi ham formunda veya mukabil istatistiklerle özetleyerek organize edebiliriz.

Grafikler veriyi temsil etmenin görsel araçlarıdır. Kompleks verinin öyle bir tarzda temsilini olanaklı kılarlar ki trendleri gözle görebiliriz. Grafiklerin çok çeşitli tipleri mevcuttur.

Grafikleri, verini diğerlerine sunmanın başlıca yolu olarak düşünebilirsin. Bunun yanı sıra, bir grafik aynı zamanda iyi bir analitik mekanizmadır da. Veriyi farklı görsel formlara manipüle etme prosesi/süreci/işlemi çoğu zaman dikkatimizi verinin farklı bakışlarına/hususlarına çeker ve veri hakkında düşünme ufkumuzu açar. Bu süreçte/süreçte/işlemden öyle bir biçime veya trende tesadüf edebilirsin ki bilimsel araştırma projen hakkında hiç aklından geçmemiş yeni bir şeyi aklına getirir. Toplamış olduğun veriyi farklı grafiksel formatlarda görmek, seni yeni neticelere, yeni sorulara veya ilave veri toplamaya götürebilir.

Grafikler diğer yandan *dışlakların* teşhisine de yardımcı olur. Diğer veri değerleri/noktaları ile tutarsızlık gösteren veri değerlerine/noktalarına dışlaklar diyoruz. Dışlaklar deney hatasının bir sonucu olabileceği gibi (hatalı ölçüm aleti, veri kayıt hatası, vb.), fiilen gerçekleşen fakat normali yansıtmayan nadir olaylar (Erzurum’da şubat ayında -39°C sıcaklık, vb.) da olabilirler. Veriyi istatistiksel olarak analiz edeceğin zaman, dışlakları teşhis etmen ve varacağın neticeleri orantısızca etkilemelerine mani olacak tarzda ele alman önemlidir. Dışlakları teşhis ettikten sonra aynı zamanda bunların nadir olaylar olup olamayacağı ve çıkaracağın bilimsel neticelere enforme edici katkılarının olup olamayacağı üzerinde kafa yorabilirsin.

Eğer elindeki veriyi ne tür grafiklere dökebileceğin hakkında kararsızlık yaşırsan, benzer veriye sahip bilimsel araştırma makalelerine git. Yazarların kendi verilerini nasıl grafiğe döktüklerine ve temsil ettiklerine bak. Aynı metotları kullanarak kendi verini analiz etmeye çalış.

İstatistikler veriyi incelemenin diğer bir yoludur. Tablo ve grafiklerle uygun kombinasyonlarda kullanılırlar. İstatistikleri genel olarak iki kategoriye ayırırız: Betimleyici istatistikler ve çıkarımsal istatistikler.

Betimleyici istatistikleri veriyi özetlemek için kullanırız. Betimleyici istatistikler arasında ortalama, çeyreklikler, aritmetik ortalama, standart sapma ve tümeorana gibi istatistikleri sayabiliriz.

Çıkarımsal istatistikler, bir popülasyon hakkında çıkarımlar yapmak için bu popülasyondan çekilmiş örneklerle (yani senin topladığın veriye) dayanır. Çıkarımsal istatistikleri, elimizdeki deneysel veriyi baz almak suretiyle, popülasyona genelleştirilmiş neticeler çıkarabilmenin veya geleceğe matuf tahminler yapabilmenin olasılığını belirlemek için kullanırız.

Sen, ben ya da bir başka bilimsel araştırmacı, bir deney yürüttüğümüzde, topladığımız veride farklılıklar veya değişimler meydana gelmesini bekleriz. Bu farklılıklar kaçınılmaz olarak şu soruyu aklımıza getirir: “Elimdeki veride gözlediğim farklılıklar deneysel muamelenin bir sonucu mu yoksa şans eseri mi?” Her ne kadar bu sorunun cevabını kesinlikle bilemesek veya “ispatlayamasak” bile, veriyi istatistiksel olarak analiz etmek suretiyle vereceğimiz cevabı bir şekilde güvenilir kılabiliriz.

Çok sayıda istatistiksel test mevcuttur. Hangi testi kullanacağın nihayetinde topladığın verinin tipine ve toplama metoduna bağlıdır. Daha önce değinmiştik. Deneyini icra etmeden önce hangi tip veriyi toplayacağını ve hangi istatistiksel testi kullanacağını belirlemeliydin. İstatistiksel testleri kullanabilmek için topladığın verinin bu testlerin varsayımlarını karşılayıp karşılamadığını çek-etmen gerekir.

Aritmetik ortalama, ortalama, ve standart sapma gibi temel betimleyici istatistiklerin ötesinde istatistiklere pek aşina olamayabilirsin. Bu halde, elindeki veriye hangi istatistiksel testleri uygulayacağını nasıl bileceksin? İyi bir başlangıç noktası, yine, senin alanında yayımlanmış bilimsel araştırma makalelerini referans almandır. Seninki ile aynı tipte veri kümelerine sahip bilimsel araştırma makalelerinin “Metotlar” bölümü, yazarların kullanmış olduğu istatistiksel testleri tartışır. Kendi verini benzer testler kullanarak değerlendirmeye çalış. İstatistik ders kitaplarına, Web sitelerine ve hocalarına danışmaktan da geri durma.

Bulgularını Sunmak

Eğer sonuçlarda anlayamadığın bir şey var ise, cevabını bulmak için çaba göster. Kitapları, dergileri ve interneti yeniden araştır. Alandaki deneyimli kişilere danış. Sonuçlarını açıklarken, sağladığın enformasyon ışığında kendi düşüncelerini ifade etmekten çekinme.

Deneyini ve veri analizini tamamladıktan sonra artık bulgularını sunmaya hazırsın. Bulguların sunumu seçtiğin platforma bağlı olarak yazılı, sözlü veya görsel olur. Veya bunların her üçünün her hangi bir kombinasyonu olabilir. Hangi metodla sunum yaparsan yap, bilim camiasının ortak dilini ve formatını kullanman gerekir.

Olasılık *P-değeri*nin İnterpretasyonu

Hipotez testini, herhangi bir istatistiksel yazılımı kullanarak yaptığında, sana çıktı olarak bir olasılık ya da *P-değeri* rapor edilecektir. Bu değeri ilgili hipotez hakkında neticeye varmak için kullanacaksın. Burada *p-değerlerinin* kullanımı ve yorumlanması mevzusunu biraz açacağız.

Mesela, gübre üreticisi bir firma iddia etmekte olsun ki yeni geliştirdikleri bir gübre tipi belirli bir buğday çeşidinde dane verimini artırmaktadır. Bu iddiayı test etmek için, bu buğday çeşidinin ekildiği parsellerin rastgele yarısına “yeni” tip gübre diğer yarısına ise standart gübre muameleleri uygulanır. Amaç, yeni tip gübre ile muamele edilen parsellerin dane veriminin standart gübre ile muamele edilen parsellerden daha yüksek olup olmadığını belirlemektir.

Hipotez testinde, birbirinin karşısı iki hipotez göz altındadır. Sıfır hipotezi, H_0 , popülasyon parametreleri arasındaki eşitliği ifade eder; mesela, yeni tip gübre ile muamele edilen parsellerin dane verimi standart gübre ile muamele edilen parsellerin dane verimi ile aynıdır. Alternatif hipotez, H_1 , popülasyon parametreleri arasında bir farklılığı ifade eder ve genellikle bilimsel araştırmacının doğrulamayı arzuladığı şeydir; mesela, yeni tip gübre ile muamele edilen parsellerin dane verimi standart gübre ile muamele edilen parsellerin dane veriminden daha yüksektir. Eğer örnek kanıt (veya kanıt örneği) alternatif hipotez ile daha tutarlı ise sıfır hipotezi reddedilir.

Hipotez testinde bir neticeye varırken, iki tip hata yapma olasılığına odaklanılır. Sıfır hipotezini doğru iken reddettiğimiz zaman Tip I hata vakidir ve sıfır hipotezini yanlışken reddedemediğimiz zaman Tip II hata vakidir. Tip I hata yapma olasılığı geleneksel olarak α ile gösterilir ve Tip II hata yapma olasılığı β ile gösterilir. Çoğunlukla, bilimsel araştırmacı, Tip I hata için tolere etmeye razı olduğu bir büyüklüğü belirtmek üzere spesifik bir α değeri seçer. Bu α değeri, testin **anlamlılık düzeyi** olarak adlandırılır. Bilimsel araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan kabul edilebilir α -düzeyleri 0.05 ve 0.01’dir. Eğer, mesela, bilimsel araştırmacı, yeni tip gübre ile muamele edilen parsellerin dane veriminin standart gübre ile muamele edilen parsellerin dane veriminden, %5 anlamlılık düzeyinde ($\alpha = 0.05$), daha yüksek olduğu neticesine varır ise, varılan neticenin yanlış olması şansı %5’tir.

Herhangi bir hipotez testinin sonucunu rapor ederken, sıfır hipotezinin belirli bir α düzeyinde reddedildiğini ifade etmek yeterli değildir, çünkü bu durumda sıfır hipotezine karşı ortaya çıkmış olan kanıtın ağırlığına dair enformasyonu sağlamış olmayız. Aynı zamanda, böyle yapmak, başkalarına bu α -düzeyini kullanmayı dikte etmektir. Daha mütenasip bir yaklaşım ***P-değeri***ni rapor etmektir ki bu *P-değeri* verinin anlamlı olduğu en düşük düzeydir. Sıfır hipotezi, ancak eğer *P-değeri* α ’dan daha küçük ise α -düzeyinde reddedilir.

Varsayalım ki yukarıda andığımız gübre testine ait *P-değeri* 0,02 olsun; yani, veriye dayanarak bilimsel araştırmacı eğer sıfır hipotezini reddedecek ise, kararının doğru olmaması için %2’lik bir şans var. Yüzde 5 anlamlılık düzeyinde ($\alpha = 0.05$), bilimsel araştırmacı, verideki Tip I hata (%2), izin verilen spesifik hata miktarı içinde kaldığından dolayı, sıfır hipotezini reddedebilir. Tersine, %1 anlamlılık düzeyinde ($\alpha = 0.01$), bilimsel araştırmacı, verideki Tip I hata bilimsel araştırmacının tolere etmeye razı olduğu miktarı geçtiğinden dolayı, sıfır hipotezini reddedemez. Yani, test %5 düzeyinde anlamlı fakat %1 düzeyinde anlamlı değil.

Esasında, *P-değeri*nin ölçtüğü, alternatif hipotez lehine sıfır hipotezine karşı istatistiksel kanıtın miktarıdır: ne kadar küçük *P-değeri*, sıfır hipotezine karşı o kadar kuvvetli kanıt. Bir neticeye vardığımız zaman, hesaplanan *P-değeri*nin gösterdiği kanıtın ağırlığını mutlaka rapor etmeliyiz. Kanıtın ağırlığını belirtmek için şu tablodaki kelimeleri kullanabilirsin:

<i>P-değeri</i> = p	Sıfır hipotezine karşı kanıtın ağırlığı
$p \leq 0.01$	çok kuvvetli
$0.01 < p \leq 0.05$	kuvvetli
$0.05 < p \leq 0.10$	yeterli

$0.10 < p$

zayıf ya da yok

Misal 1. Varsayalım ki iki farklı tipte gübre var elimizde ve bunların performansları arasında bir fark olup olmadığını test etmek istiyoruz. Parselleri rastgele iki gruba ayırıyoruz ve herbirine gübrelerden biri ile muamele ediyoruz ve dane verimini ölçüyoruz. SPSS yazılımını kullanarak veriyi bilgisayarda analiz ediyoruz. Bağımsız grupların aritmetik ortalamaları arasındaki farkın testi bize *P-değerini* 0.35 olarak veriyor. Şu neticeye varıyoruz: “İki gübrenin farklı performans gösterdiğine dair kanıt yok ($p = 0.35$).” Veya daha terminolojik bir dille yazarsak: “Grupların aritmetik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ($p = 0.35$).”

Misal 2. Varsayalım ki bir ağaç çeşidinin büyüme hızının (Y) uygulanan gübre miktarına (X) doğrusal yanıt verdiğine inanıyoruz. Bu iddiayı test etmek için, veriye $Y = \beta_0 + \beta_1 X$ regresyon doğrusunu uyduruyoruz. Akabinde, $H_1: \beta_1 \neq 0$ karşısında $H_0: \beta_1 = 0$ hipotezini test ediyoruz. SPSS yazılımı bizim için β_0 ve β_1 parametrelerine ait kestirilen değerleri hesaplıyor, bir *t*-testi icra ediyor ve *P-değerini* 0.023 olarak veriyor. Şu neticeye varıyoruz: “Uygulanan gübre miktarının büyüme hızını etkilediğine dair kuvvetli kanıt ($p = 0.023$) var.”

Misal 3. Varsayalım ki bir öğretim üyesi asistanlarının öğretim performanslarını değerlendirmeyi arzu ediyor. İki saatlik bir derste, 60 öğrenci rastgele 3 gruba eşit hacimde ayrılıyor ve her bir gruba yine rastgele bir asistan atanıyor. Asistanlar gruplara “hipotez testi” konusunu anlatıyor. Derslerin bitiminde gruplara “hipotez testi” konusunda aynı mini sınav uygulanıyor. SPSS yazılımı kullanılarak puanlar varyans analizine tabii tutuluyor. *F* testi *P-değerini* 0.0012 olarak hesaplıyor. Şu neticeye varıyoruz: “Üç asistanın öğretim performanslarının öğrencilerin sınavdan aldıkları puanları etkilediğine dair çok kuvvetli kanıt ($p = 0.0012$) var.”

Misal 4. Varsayalım ki arpa çeşidi ve tohumun çimlenme kabiliyeti arasında bir ilişki olup olmadığını test etmek istiyoruz. Her arpa çeşidi için çimlenen tohumların sayısını kapsayan sayma verisi bir çapraz tabloda analize hazır. SPSS yazılımını kullanarak, bu iki yönlü frekans dağılımı tablosuna ait χ^2 istatistiğini hesaplıyor ve test ediyoruz ve *P-değerini* 0.084 olarak buluyoruz. Şu neticeye varıyoruz: “Yeterli kanıt ($P = 0.084$) var ki tohumun çimlenme kabiliyeti arpa çeşitlerine göre farklıdır.”

İstatistiksel Sonuçların Sunumu Üzerine

Bir öğrenme-çalışmasının final adımları, bulgularının bir rapor ya da dergi yayını yoluyla başkalarına haber verilmesidir. Burada istatistiksel analizin bir raporda veya dergi makalesinde sunumuna dair prensipler üzerinde duracağız. Böylesi bir genelgeçer kural olmamakla birlikte çeşitli kaynaklardan yararlanarak bir senteze varacağız.

Herşeyin öncesinde, rapor, deneyin arkaplanını, amacını ve deney dizaynını (mesela, tamamen rastgeleleştirilmiş dizayn, rastgeleleştirilmiş tam blok dizaynı vb.) açıkça betimlemelidir; öyle ki okuyucu deneyin dizaynını kavrayabilsin ve veri analizinin etkinliğini yargılayabilsin. Sonra, rapor, analiz metodunu detaylarıyla betimlemelidir. Bilgisayar paketlerinin verdiği kısaltmalar yerine istatistiksel terminolojiyi kullan (mesela, “Proc GLM kullanıldı” yerine “genel doğrusal model kullanıldı” vb.). Raporda emin ol ki:

- Analizin baz aldığı modeli ifade ediyorsun.
- Analizin varsayımlarını ifade ediyorsun.
- Amaca binaen kullandığın analiz metodunu betimliyorsun. Analiz metodu öğrenme-çalışması dizaynı ile eşleşmelidir.
- Analizde kullanılan değişkenleri tanıtlıyorsun. Eğer bir değişkeni transformasyona tabii tuttuysan sebebini ifade et.
- Var ise analize dahil etmediğin veriyi izah ediyorsun (mesela, dışlaklar). Altgrup analizleri yapmışsan, sebebini izah ediyorsun.

Rapor, okuyucuların analizin mütenasipliğini değerlendirmelerine ve kendi yorumlarını yapabilmelerine olanak verecek yeterlilikte nicel enformasyonu sağlamalıdır. Rapor, aynı zamanda, veri yapısını göstermek ve müteallik analizi gerekçelendirmek için özet istatistikleri (mesela, aritmetik ortalama, standart hata, örnek hacmi vb.) ihtiva etmelidir. Standart hata hesaplamasının öğrenme-çalışması dizaynı ile eşleştiğinden emin ol. Mesela, tamamen rastgele dizaynda, altörnekler mevcut ise, ana faktörün (muamelenin) düzeylerine ait doğru standart hatalar deney ünitelerinden hesaplanmalıdır, altörneklerden değil. Veri normal dağılmıyor ise, ortanca, mod ya da frekans sayıları gibi özet istatistiklerini rapor etmelisin, bu defa.

Şimdi, yaygınca kullanılan bazı analiz metotlarının gerektirdiği enformasyon tiplerini detaylandıralım.

Varyans Analizi

- İstatistiksel modeli ve faktörlerin (muamelelerin) mahiyetini/doğasını (sabit veya rastgele; yuvalandırılmış veya çaprazlanmış) ifade et
- Varyans analizi tablosuna varyasyon kaynaklarını, serbestlik derecelerini, kareler toplamalarını, hata terimlerini ve p -değerlerini dahil et
- Varyans analizinin varsayımlarının geçerliliğine ait kontrol sonuçlarını rapor et (“kalıntıların bir olasılık grafiği gösterdi ki normallik varsayımı geçerlidir”; “kalıntılara karşı tahmin değerlerinin bir grafiği belirgin bir biçim göstermedi bu da bağımsızlık ve eşit varyans varsayımlarının geçerliliğine delalet eder”)
- Faktöriyel dizaynlar için, önce interaksiyon terimini yorumla daha sonra ana faktörleri
- Eğer mütenasip ise, kullandığın çoklu karşılaştırma testini ifade et ve o testi seçmenin sebebini yaz (“Muameleler arasında ikili karşılaştırmalar yapmak ve bütüncül/genel Tip I hata oranını kontrol etmek için Benferroni düzeltmesi ile birlikte en küçük anlamlı fark metodu kullanıldı”)
- Tüm anlamsız sonuçlar için, biyolojik olarak manalı bir etki büyüklüğü kullanmak sureti ile testin istatistiksel gücünü sun. Testin gücü, okuyucunun anlamsız sonuçların gerçek mi yoksa sadece küçük örnek hacminden mi kaynaklandığını yargılama olanağı verir.

Regresyon Analizi

- Düzeltilmiş R^2 ve örnek hacmini rapor et.
- Veri farklı popülasyonlardan karılmış (mesela, farklı mevkilerden gelen veri) ise izah et.
- Regresyon teşhislerinin sonuçlarını ver.
- Final regresyonu için niçin belirli bir denklemini seçtiğini açıkla.
- Regresyon denkleminin formunu yorumla.
- Regresyon denklemini kullanarak elde edeceğin tahminlerin geçerli olacağı X değişkenine ait değişim aralığını ver. Regresyon sonuçlarının, orjinal verinin segilediği değişim aralığının dışında ekstrapolasyonunu yapma.
- Tüm tahminler için standart hata kestirimlerini ver.
- Regresyon modelinin uyumunu tanıtlamak için aynı grafik üzerinde hem ham veriyi hem de uydurulan denklemini çiz.

Çapraz Tablo Testleri

- Hem gözlenen hem de beklenen sayılarla birlikte çapraz tabloyu ver.
- Öğrenme-çalışmanın amacına binaen hangi testi kullandığını ifade et (mesela, ki-kare uyum iyiliği testi, ki-kare bağımsızlık testi, ki-kare homojenlik testi, log-doğrusal model, v.b.).
- Az hücre sayılarını meselesine değin.
- Veri sınıflarını katıştırmanın olanaklı müstakbel biyolojik etkilerini tartış.

Aritmetik Ortalamaların, Toplamların ya da Diğer Popülasyon Parametrtlerinin Kestirimi

- Veri toplama için kullanılan örnekleme metodunu ifade et (mesela, basit rastgele örnekleme, öbek örnekleme, tabakalı örnekleme, çoksafhalı örnekleme v.b.).
- Tüm kestirimlerin standart hatalarını rapor et. Emin ol ki standart hataları hesaplamak için kullandığın formül örnekleme dizaynı ile eşleşiyor.
- Eğer mütenasip ise kestirimlerin güven aralıklarını dahil et.

Tekrarlanmış Ölçümler

- Verinin tekrarlanmış mahiyetini/doğasını açıkla
- Kullanılan analiz metodunu (mesela, zamanda bölünmüş parseller, çok değişkeli varyans analizi, yanıt eğrisi analizi v.b.) ve metodun seçilmesi sebebini ifade et.
- Tekrarlanmış ölçümlerin analizinin varyans analizi bileşenine ait sonuçları rapor ederken yukarıda yer alan “varyans analizi” tartışmasına bak.

Sonuçları sunarken ve tartışırken, öğrenme-çalışmanın sınırlamalarını aklından çıkarma. Sonuçları öğrenme-çalışmanın kapsamının dışına genelleştirme. Mesela, gebelikte tütün içmenin bebeğin zihinsel gelişimine etkisini inceleyen bir öğrenme-çalışması, ancak gebelikte tütün içmenin bebeğin zihinsel gelişimi ile çağrışımlı olabileceği neticesine varabilir. Neden-ve-etki ilişkisi tesis edemez zira tütün içme gebelere rastgele atanmamıştır.

İstatistiksel analiz, karar-verme prosesine/sürecine yardımcı olacak nesnel kriterler sağlar, kararın kendisini bize sağlamaz. İstatistiksel anlamlılık, *tek başına* yanıltıcı olabilir. Yeterli hacimde bir örnek ile, her hangi bir fark, ne kadar küçük olursa olsun, istatistiksel olarak anlamlı bulunabilir. Bu sebeple, istatistiksel sonuçları yorumlarken, kendi kişisel tecrübemizi ve bilgimizi kullanmalıyız.

Netice

Çıkaracağın netice, veri analizi sonuçlarının bilimsel araştırma projenin hipotezini destekleyip desteklemediğini veya karşıt olup olmadığını özetleyecek:

- Sonuçlarını bir kaç cümle ile özetle ve neticelerini bu özetlemeye dayandır. İhtiyaç duyduğunda, literatür taramanda elde etmiş olduğun olguları dahil et.
- Sonuçların hipotezini destekliyor mu, yoksa karşıt mı? İfade et.
- Eğer mütenasip ise, açıklayıcı değişken ve yanıt değişkeni arasındaki ilişkiyi ifade et.
- Deney prosedürünü özetleyerek ve değerlendirerek başarıllılığı ve etkililiği hakkında yorum yap.
- Gelecekteki öğrenme-çalışmaları için deney prosedüründe (veya dizaynında) değişiklikler veya diğer olanaklılıkları öner.

Bilimsel deneyinin sonuçları eğer hipotezini DESTEKLEMEDİ ise, sonuçlarını asla ve kat'a DEĞİŞTİRMEYE VE/VEYA MANİPÜLE ETMEYE kalkışma. İşlerin neden beklediğin gibi gitmediğini basitçe açıklamaya çalış. Profesyonel bilim insanları sonuçların hipotezlerini desteklemediği durumlarla sıkça karşılaşır ve bu beklediklerinin dışındaki sonuçları yeni hipotezlerini kurmak için kullanırlar. Eğer kendinde ilave deneyler yapma ihtiyacı duyuyorsan, düşüncene göre olabilecekleri betimle.

Bilimsel araştırma sonu olmayan bir prosestir/süreçtir/işlemdir; ve eğer hipotezinin doğru olmadığını keşfedersen, bu, sana seni yeni deneylere götürecek soruları sordurarak, aynı zamanda, öğrenmene büyük katkı yapacaktır. Bilimsel bakış, senin hipotezini ispat edip edemediğine değil, güvenilir enformasyonu ne kadar açığa çıkarabildiğine (ne kadar öğrenebildiğine) odaklanır.

Bilimsel Araştırma Projesi Nihai Raporu

İşte şimdiye kadar toplamış olduğun enformasyonu bir araya getirme zamanı. Bilimsel araştırma projenin nihai raporu şu bölümleri ihtiva edecek:

- Başlık
- zet – Nihai raporun kısaltılmış hali
- Soru, değişkenler ve hipotez
- Literatür taraması – Daha önce yazmış olduğun “Literatür taraması Raporu”
- Materyal listesi
- Deney prosedürü
- Veri analizi ve tartışma – İstatistiksel testlere, tablolara ve grafiklere dayanarak deneyinde ne bulunduğun ve önceki bulgularla ilişkisi
- Neticeler
- İleriki bilimsel araştırmalar için fikirler
- Bilgilendirme – Bilimsel araştırma projene yardımı dokunmuş olan kişi, kuruluş ve/veya kurumlara teşekkür
- Referanslar

Nihai raporun bölümleri arasında “zet” ilk sıralarda görünüyor olsa da, en son yazmalısın. Nihai raporunda gerekli enformasyonu elbette sunacaksın ama fazla uzatmadan tabii ki. Zaten çoğu bölüme girecek enformasyonu halihazırda yazdın. Her bölüme ait enformasyonu bir araya getir ve bir kelime işlem programı yardımı ile bir bilgisayarda yaz. Dil bilgisi kurallarına uymayı unutma. Yazarken ve yazmayı bitirdikten sonra başkalarına okut mutlaka. Çünkü eleştiri geliştirir.

Bilimsel araştırma projenin nihai raporunu yazmayı tamamladığın zaman, anlaşılacağı üzere, literatür taraman esnasında okuduklarına benzer, yeni bir bilimsel araştırma makalesini literatüre kazandırmış olacaksın.

Bilimsel Araştırma Makalesi Nasıl Yazılır?

Yazıya dökülmüş cümleler vasıtasıyla etkin haberleşme/muhâbere/iletişim/komünikasyon yeteneği bütün bilim insanları için esansiyeldir. Bilimin günümüzdeki konumunu kazanmasına tarih boyunca katkıda bulunan soruşturmacılar/araştırmacılar keşiflerini kesin/hassas ve kapsamlıca kavranabilir bir biçimde kaydetmişlerdir.

Bir öğrenci bilimsel araştırmacı olarak, “gelecek neslin” uygulama/pratik yapan bilim insanısın. Bir öğrenme-çalışması yürüttün, deneyler yaptın, veri topladın, analiz ettin ve sonuçları yorumladın. Şimdi, öğrenme-çalışmada bulduğun/keşfettiğin her ne ise diğer insanlara haber verme zamanı geldi. Bu kitapçığın maksadı bulgularını diğer insanlara rapor ederken sana mütenasip bir kılavuz olmaktır. Her ne kadar bu kitapçıkta tavsiye edilen yazım stili “değişmez” değilse bile, bilimsel araştırma makalenizi yazarken sana münasip bir kılavuzluk yapacaktır.

Bilimsel araştırma projeni mezuniyet öğrenme-çalışması olarak değerlendirebileceğin gibi bir öğrenci kongresinde veya bir proje yarışmasında sunmayı da düşünüyor olabilirsin. Bu kitapçıkta çerçevesi çizilen stilde yazdığın bir bilimsel araştırma makalesini bütün bu platformlarda kabul ettirebilirsin. Yine de unutmaman gerekir ki her platformun birtakım kendine özgü gerektirmeleri olabilir.

Yazmaya Başlamadan

Türk dilinin münasip kullanımına ve doğru yazımına her zaman özen gösterilmelidir. Yazım kurallarına uymak hususunda konunun uzmanlarından gerektiğinde yardım alabilirsin.

Bilimsel araştırma makalesi üçüncü tekil şahsın ağzından yazılmalıdır. Zaman kipi mişli geçmiş veya dili geçmiştir. Asla kendini cümlelerin öznesi yapmamalısın.

Yanlış: “Bitkilerin boylarını ölçtüm.” (Birinci tekil şahıs, dili geçmiş zaman)

Doğru: “Bitkilerin boyları ölçüldü.” (Üçüncü tekil şahıs, dili geçmiş zaman)

Eğer kendini referans göstermen elzem ise, şu şekilde yapmalısın: “Bitkilerin boyları yazar tarafından ölçüldü.”

Bilimsel araştırma makalesi her zaman matbaa harfleri ile yazılır. Kağıdın sadece bir yüzü kullanılır. On iki punto büyüklüğü ve 1,5 satır aralığı kolay okunabilirlik ve estetik görünüm bakımından idealdir. Paragraflar uygun genişlikte kenar boşlukları bırakılarak iki yandan hizalanmalıdır. Bölüm başlıkları kelimelerin ilk harfi büyük ve koyu karakterlerle yazılmalıdır.

Bir Bilimsel Araştırma Makalesinin Genel Çerçevesi

- I. Başlık
- II. Özet
- III. Giriş
 - A. Literatür (Teorik çerçeve ve önceki öğrenme-çalışmalarının özeti)
 - B. Amaç
 - C. Hipotez(ler)
- IV. Metot
 - A. Materyal
 - B. Deney Prosedürü
 - C. İstatistiksel Prosedür(ler)
- V. Sonuçlar/Bulgular ve Tartışma
- VI. Netice
- VII. Referanslar
- VIII. Ekler (Eğer gerekli ise)
- IX. Bilgilendirme (Eğer gerekli ise)

Başlık

Başlık kısa fakat isabetli ve kapsayıcı olmalı. Tartışılan konuyu isabetle ifade etmeli. Ne eksik ne fazla. Etkili başlıklar çoğu zaman üç veya dört başlıca kelime veya kelime grubundan oluşur.

Bilimsel makalenin başlığı ortaya hizalanır ve her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde koyu karakterler ile yazılır.

Başlığın hemen altında bilimsel araştırma makalesinin yazarı ve eş yazarların adları ve soyadları yer alır.

Özet

Özet, bilimsel araştırma öğrenme-çalışmasının tamamını özetler ve makalenin parçası olarak sunulur. Belki de makalenin en önemli ve aynı zamanda yazılması en zor kısmıdır. Her ne kadar özet genellikle önce okunur ise de, makalenin içeriğini isabetle yansıtabilmesini sağlamak için en son yazılmalıdır. Bir özet yürütmüş olduğun öğrenme-çalışmasının amacını, objektifini/ereğini, metodolojisini, başlıca bulgularını ve neticelerini özetleyerek enforme edici olmalıdır. Herhangi biri özeti anlayabilmek için makaleyi okumak zorunda kalmamalıdır. Şunu varsaymalısın ki okuyucu konuya biraz aşinadır fakat senin soruşturmanın/araştırmanın detaylarına yabancıdır.

Özetin biricik gayesi okuyucuyu öğrenme-çalışmanın konusu, amacı, hipotezi, metodu ve bulguları hakkında kısaca bilgilendirmektir. Buna göre, yazacağın özet, öğrenme-çalışmanı niçin yürüttüğünü, bir bilimsel araştırmacı olarak aklındaki soruları cevaplamak üzere nasıl bir yol izlediğini ve öğrenme-çalışmana ait veriyi analiz ettikten sonra ne keşfettiğini belirtmelidir.

Makalenin diğer bölümlerinden farklı olarak, özet genellikle 1 satır aralığı ve çoğu durumda 10 punto ile yazılır. Tablo, çizim, numaralı denklem, dipnot veya betimleyici detaylara özette yer verilmez. Tek paragraftan ibaret olmalı ve 250 kelimeyi geçmemelidir.

Giriş

Bir bilimsel makalenin **girişi** genellikle üç kısımdan ibarettir: Öğrenme-çalışmasına dair **literatürü** betimleyen bir kısım, **amacını** ifade eden bir kısım ve bilimsel araştırmacının **hipotezlerini** ortaya koyduğu bir kısım.

Literatür

Çoğu bilimsel araştırmacı ampirik sorgulamalarını/araştırmalarını yürütmelerinin nedenini açıklayarak bilimsel makalelerine başlarlar. Belki bir bilimsel makale yazarı olarak hocalarınla veya arkadaşlarıyla yaptığın tartışmalardan soruşturulabilir/araştırılabilir bir fikir çıkardın. Belki önceki bir öğrenme-çalışması beklenmedik sonuçlar ortaya koydu ve bu sonuçların tekrarlanabilirliğini görmek için yeni bir öğrenme-çalışması yürütmek istedin. Belki de rakip iki teoriden hangisinin, toplayacağın veri tarafından destekleneceğini görmek istedin. Okuyucu senin makalenin giriş paragraflarını okuduğunda öğrenme-çalışmanı niçin yürüttüğünü anlamalı.

Soruşturduğun/araştırdığın veya deneylediğin problemi açık ve tam olarak ifade etmelisin. Problemi ifade etmeye, gözlemlerinden ve okuduğun literatürden elde ettiğin, seni probleme götüren enformasyonu naklederek başlayabilirsin. Problemi özlü, kısa ve dikkatlice ifade etmelisin. Bazı durumlarda problemi bir soru olarak ifade etmek yararlı olabilir.

Kendi bilimsel öğrenme-çalışmanın literatürünü betimlerken aynı konuda daha önce yapılmış bilimsel öğrenme-çalışmalarıyla bir bağlantı kurmalısın. Bu literatür taraması ister kısa olsun ister uzun, maksadı senin yaptığın bilimsel çalışmanın önceki bilgiyle enforme edildiğini veya önceki bilginin bir uzantısı olarak düşünülebileceğini göstermektir. Böylesi bir tartışma bilimsel disipline uygun bir öğrenme-çalışmasının nişanesidir. Elbette ki bir bilimsel araştırmacının daha önce hiç kimse tarafından soruşturulmamış/araştırılmamış veya yazılmamış bir konuda bir öğrenme-çalışması yürütmeye olanağı vardır. Fakat bu türden öğrenme-çalışmaları çok nadirdir.

Referans verirken yazar(lar)ın adını ve eserin yayımlanma yılını belirtmelisin. Bu bölümde verdiğin referansların tamamını Referanslar bölümünde eksiksiz bir şekilde yazmalısın.

Amaç

Öğrenme-çalışmasının literatürünü tartıştıktan sonra, bir yazar soruşturmasının/araştırmasının spesifik amacını ifade etmelidir. Amacın ifade edilmesi bir bilimsel makalenin en önemli kısımlarından biridir. Çünkü, bir anlamda, yazarın “varacağı yeri” açıklar. Eğer varmak istediğin hedefi açık ve net bir biçimde ifade etmezsen yürüttüğün bilimsel araştırmanın bulguları ve neticesi okuyucu tarafından değerlendirilemez.

Yapmış olduğun öğrenme-çalışmasına insanlar niçin ilgi gösterebilir? Niçinini onlara sen söylemelisin. Günlük yaşamlarında onların davranışlarını değiştirebilecek bir şeyi mi açıklıyorsun? Bir icat yaptıysan veya yeni bir prosedür geliştirdiysen, halihazırdaki durumdan ne kadar daha iyi, hızlı veya ucuz olacak? Okuyucuyu, özeti bitirdikten sonra, makalenin geri kalanını da koması için motive et.

Amaç bir cümle kadar kısa olabileceği gibi bir paragraf kadar uzayabilir. Bilimsel makalenin giriş bölümünün herhangi bir kısmında yer alabilir.

Hipotez(ler)

Literatür taramasından kazandığın enformasyonu, ifade etmiş olduğun probleme bir olanaklı çözüm önermek için kullanacaksın. Bu önerme senin hipotezindir. Bir hipotezi iki parçalı bir ifade olarak düşünebilirsin. İfadenin birinci parçası, altında deneyini kurduğun çevresel koşulları betimler ve deneyinde manipüle ettiğin açıklayıcı/deneysel değişkeni tanıtır. İkinci parçası ise deneyinin sonunda olabileceğini tahmin ettiğin şeyi betimler ve yanıt değişkenini (yani sonuçta ölçeceğin değişkeni) tanıtır.

Çoğu araştırmada literatür, amaç ve hipotez(ler) ayrı başlıklar altında yazılmaz, *Giriş* başlığı altında birleştirilir.

Metot

Bilimsel makalenin metot bölümünde öğrenme-çalışmanı nasıl yürüttüğünü detayları ile kaydedeceksin. Bunu öyle bir tarzda yapmalısın ki sağladığın enformasyonu kullanarak başka biri senin öğrenme-çalışmanın aynısını tekrarlayabilsin. Şu dört soruya, bu bölümde cevap vermelisin: (1) Üzerinde deney yaptığın üniteler nelerdi? (2) Deneyde hangi enstrümanları kullandın? (3) Deney ünitelerine ne yaptın? (4) Veriyi nasıl analiz ettin?

Materyal

Bir deney yürütüldüğünde veri deney ünitelerinden elde edilir. Deney üniteleri soruşturulan/araştırılan konunun özelliğine bağlı olarak insanlar, hayvanlar, bitkiler veya diğer doğal varlıklar veya durumlar olabilir. Bilimsel makalenin Metot bölümünün Materyal kısmında öncelikle üzerinde deney yaptığın üniteleri tanıtmalı ve bunların sayısını ve nasıl seçildiklerini belirtmelisin.

Deney ünitelerinin eksiksiz bir betimlemesi gereklidir. Çünkü bir öğrenme-çalışmasının sonuçları çoğunlukla üzerinde deney yapılan ünitelerin doğasına göre değişiklik gösterir. Yani öğrenme-çalışmasının neticesi, çoğu durumda, bilimsel araştırmacı tarafından kullanılan deney ünitelerinin benzerleri için genelleştirilebilir.

Deneyini yürütmek için kullandığın malzeme, ekipman, cihaz, enstrüman ve ölçekleri de hiç eksik bırakmadan bu kısımda betimlemelisin. Bundan maksat, Metot başlığı altındaki diğer kısımlarda olduğu gibi, ne yaptığını yeterince açıklıkla nakletmendir ki başkaları da aynı sonuçların çıkıp çıkmayacağını görmek için yaptığın deneyi tekrarlayabilsinler.

Deney Prosedürü

Deneyi nasıl yürüttüğünü bu kısımda açıklayacaksın. Deney ünitelerine deney sırasında ne yaptın? Deney prosedürünü açıklıkla ve tüm detayları ile anlatabilmek için şu sorulara cevap vermelisin: Deney ne zaman yürütüldü? Deney nerede yürütüldü? Deneyi kim yürüttü? Hangi işlemler hangi sıra ile icra edildi? Deneyin bitiminden önce deney ünitelerinden ziyan olan var mı?

İstatistiksel Prosedür(ler)

Deney dizaynını ve topladığın veriyi analiz etmekte kullandığın istatistiksel prosedürleri bu kısımda belirteceksin. İstatistiksel analiz için kullandığın yazılımı da anmanda yarar var.

Sonuçlar/Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde, yürütmüş olduğun ampirik soruşturmanın/araştırmanın sonuçlarını objektif olarak meydana koyarsın. Topladığın veriden edindiğin enformasyonu tablolar ve grafikler ile desteklediğin bir metin halinde okuyucunla paylaşırsın. Bu bölüm esasında yapılan istatistiksel analizlerin sonuçlarını kapsar: Betimleyici ve çıkarımsal.

Bu bölümü yazarken ifadelerinin kesinlikli olmasına dikkat et ve muğlak müphem ifadelerden kaçın.

Netice

Bilimsel araştırma makalesinin Sonuçlar ve Tartışma bölümünde istatistiksel analiz sonuçlarını teknik bir dille verdikten sonra, Netice bölümünde bu sonuçların teknik olmayan bir dille yorumlanmasına geçilir. Yani bu bölümde bilimsel öğrenme-çalışmasının amacı ekseninde sonuçların ne anlama geldiğini açıklarsın. Bilimsel araştırma makalenin Giriş bölümünde ifade etmiş olduğun amaç, esasında aşık bir bilimsel araştırma sorusunu havidir. Tartışma bölümünde bu soruya doğrudan bir cevap vermelisin.

Veri analizi sonuçlarını/bulgularını konuştururken şu sorulara cevap vermelisin: Veri ne gösterdi ve anlamı nedir? Bilimsel araştırmacı olarak kurmuş olduğun hipotez(ler)i, topladığın veri ile destekleyebildin mi yoksa destekleyemedin mi? Deneyde manipüle ettiğin değişken(ler) ile gözlediğin değişken arasında nasıl bir ilişki var? (Yani açıklayıcı değişkenin yanıt değişkeni üzerindeki etkisi nedir?) Şunu da aklından çıkarma ki yapacağın herhengi bir yorum veya çıkaracağın herhangi bir netice mutlaka bu deneyde topladığın veri tarafından desteklenmelidir.

Bu bölümde, sonuçların ne anlama geldiğinin yanı sıra niçin o şekilde ortaya çıkmış olduklarına dair düşüncelerini de açıklayabilirsin. Bu durum genelde sonuçlar bilimsel araştırmacının beklentileri ile uyuşmadığında yaşanır. Eğer öğrenme-çalışmanı yürütürken karşı karşıya kaldığın bir takım kısıtlamalar, çevresel değişkenlerin kontrol altına alınmasında veya ölçüm yapma esnasında yaşadığın sıkıntılar var ise bu bölümde değinmelisin.

Öğrenmeye-çalıştığın problemin gelecekte soruşturulmasına/araştırılmasına veya bu soruşturmanın/araştırmanın sonucunda açığa çıkan yeni problemlere dair bir düşüncen var ise yine bu bölümde ifade edebilirsin.

Referanslar

Bilimsel araştırma makalenin, önceki bölümlerde referans verdiği bilimsel araştırma makalelerini, kitapları ve diğer kaynakları listeleyerek bitireceksin. Bunların muhtemelen bir çoğu bilimsel araştırma makalenin giriş bölümünde referans gösterdiklerin olacak.

Referanslarını ilk yazarın soyadına göre alfabetik olarak sıralamalısın. Bilimsel araştırma makalelerinin başlığını, yayımlandığı yılı, yayımlandığı dergiyi ve sayfa numaralarını yazman gerekir. Kitapların başlığı, yayımlandığı yıl, baskı sayısı ve basıldığı yer yazılmalıdır.

Eğer bilimsel araştırma makalenin her hangi bir bölümünde bir internet sitesinde yer alan bir kaynağı referans olarak göstermişsen, enformasyonu sağlayan kişinin adını soyadını, internet sitesinin Web adresini ve alıntıyı yaptığın tarihi yazmalısın.

Ekler

Bazı durumlarda yazar, makalesini destekleyici bir takım materyali sunmak gereksinimi duyabilir. şöyle ki bu ek materyal konu bütünlüğü için elzem fakat anlatımın mantıksal akışını bozucu olabileceğı gibi genel okuyucunun üzerinde fakat alan uzmanlar için değerli olabilir.

Bilgilendirme

Eş yazarların dışında öğrenme-çalışmana katkıda bulunmuş kişiler veya kurumlar var ise bunlara ilişkin bilgilendirmeyi bu başlık altında yapabilirsin. Ancak mümkün olduğunca kısa tutmalısın. Bilhassa soruşturman/araştırman için herhangi bir finansal destek veya materyal, malzeme veya araç gereç yardımı aldıysan, bunu burada ifade etmek bir gelenektir.