

BÖLÜM 3

EKOLOJİDE KULLANILAN TEMEL ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Ekolojik bir çalışmanın yapılabilmesi için her şeyden önce elimizde gerçek dünyadan alınmış verilerin olması gerekmektedir. Bundan dolayı arazi örnekleme her ekolojik çalışmanın vazgeçilmez bir parçasıdır ve bir ekoloğun örnekleme yöntemleri hakkında yeterli bilgi donanımına sahip olması çok önemlidir.

Ekologların örnekleme yapmaları için bir çok nedenleri vardır. Bunlar arasında en belli başlıları şunlardır:

- *Bir alanın biyolojik açıdan önemini gösterebilmek*
- *Bir türün populasyon büyüklüğünü veya bolluğunu belirleyebilmek*
- *Bir türün habitat ihtiyaçlarını belirleyebilmek*
- *Populasyon büyüklüğü dalgalanmalarını açıklayabilmek*
- *Populasyon dinamiklerini belirlemek*

Bu bölümde yukarıdaki amaçları gerçekleştirmek için kullanılan temel örnekleme yöntemleri anlatılacaktır.

PLANLAMA

Çalışmamızın verimli olabilmesi için ilk önce etkin bir planlamanın yapılması şarttır. Çalışmayı doğru planlamak hem maliyet hem de zaman açısından tasarruf sağlar. Örneğin bir çok çalışmada yapılan en genel hata ihtiyaç olandan çok daha fazla veri veya çalışmada işe yaramayacak verinin toplanmasıdır.

Bir çalışmayı doğru bir biçimde planlayabilmek için 3 temel noktayı bilmemiz gerekir:

1 Amaç: Herhangi bir çalışmanın yapılabilmesi için her şeyden önce amacımızın açık ve net bir şekilde belirlenmiş olması gerekir. Birçok araştırmacı bu aşamayı sağlam bir şekilde oturtmadan çalışmalarına başladığı için oldukça hatalı yöntemler seçtikleri bilinmektedir. Bu durum, en iyi ihtimalle zaman kaybına neden olur. En kötü durumda ise araştırmacı elindeki yanlış veriler ile sorgulamakta olduğu hipotezi cevaplamaya çalışır ve böylece tamamıyla hatalı sonuçlara varabilir.

2 Organizmaların Biyolojisi: Amacımızı belirledikten sonra doğru örnekleme yöntemini seçebilmek için çalıştığımız organizmanın özelliklerini bilmemiz gerekir. Bu yüzden çalışmaya başlamadan önce incelenilen organizmanın ekolojisi ile ilgili detaylı

bir bilgiye sahip olunmalıdır. Konu hakkında bilgi, önceden o organizma ile yapılmış çalışmaları okuyarak veya konunun uzmanına danışılarak elde edilebilir. Fakat en iyi yöntem literatür taramasının ardından araziye çıkıp çalışacağımız populasyonun özelliklerini gözlemlemektir. Çünkü her populasyonun kitaplarda yazılmamış özellikleri olabilir. Bir çok ekolog her hangi bir çalışmaya başlamadan önce araziye çıkıp çalışacakları canlı populasyonlarını saatlerce sessiz bir biçimde izleyip bu canlılar hakkında bilgi edinirler.

3 Örneklem Yöntemi: En son aşama çalışmamız için gerekli olan veriyi toplamamızı sağlayacak yöntemin belirlenmesidir. Bu yöntem seçilirken dikkat edilmesi gereken en önemli unsur toplanan verinin kullanacağımız istatistiksel analiz yöntemine uygun olmasıdır. Topladığınız veri doğru bile olsa kullanacağınız analiz yöntemine uygunluk sağlamıyorsa, başka bir analiz yöntemi bulunmalı ya da veri baştan toplanmalıdır.

ÖRNEKLEM KURGULARI

Örnekleme nedir?

Bazen bir populasyonun tümünü çalışmak mümkün olabilir. Örneğin küçük bir korulukta bütün ağaçları sayabiliriz, ya da küçük bir göldeki bütün balıkları toplayabiliriz. Fakat çoğunlukla bir araştırmacının, çalışma alanının tamamını çalışabilmesi mümkün olmaz. Bundan dolayı çalışmalar genellikle toplam alanın küçük bir bölümünden "örneklem" alınması ile yapılır ve bu örneklemeden elde edilen sonuçlar bütün alana oranlanır. Örneğin bir ormandan birkaç tane 1 ha'lık alan seçilerek bu alanlardaki ağaç sayılarının belirlenmesi ile bütün ormandaki ağaç sayısı hakkında bilgi elde edilebilir ya da bir havzadaki göllerin bir kaçı içinde bulunan balık sayısını hesaplayarak havzadaki bütün göllerdeki balık sayısı tahmin edilebilir.

Örneklemeimizden elde ettiğimiz sonuçları bütün alan hakkında bilgi elde etmek amacıyla kullanabilmemiz için örnekleme belirlenmiş kuralları izlemesi şarttır. *Örnekleme işe yarayabilmesi için seçilen örneklem alanlarının çalışma alanının bütünü temsil ediyor olması gerekmektedir.* Eğer bu şart yerine getirilmezse **bütün** hakkında yaptığımız genelleme yanlı (biaslı) olacaktır. Örneğin eğer bir çalışmacı bir ormandaki sivrisinek populasyon büyüklüğünü belirlerken örneklem alanlarını ormanın en nemli bölgesinden alırsa ormandaki ortalamanın çok üstünde bir sivrisinek yoğunluğu tespit etmiş olacaktır. Böylece sonuç, bütün alana

genellediğinde ormandaki sivrisinek populasyon büyüklüğü gerçeğin çok üstünde olacaktır. Kısacası örneklem alanı (veya alanları) belirlenirken ormanın bütün özelliklerini temsil eden alanların seçilmesi gerekmektedir.

Örneklem büyüklüğü ve tekrar yapmanın gerekliliği

Örneklem büyüklüğünün ekolojik çalışmalarda büyük önemi vardır. Özellikle istatistiksel değerlendirme aşamasında, örneklem büyüklüğü ne kadar yüksekse hipotezin sınanması sırasında verinize o kadar güçlü istatistiksel testler uygulayabilirsiniz. Ayrıca, *örneklem büyüklüğünün artması, araştırdığımız değişken ile ilgili olarak bize daha doğru sonuçlar verecektir.*

Örneğin, bir ormandaki ağaçların yoğunluğunu incelerken, tek bir örneklem alanının seçilmesi bize bütün orman hakkında bilgi vermez. Ayrıca tek örneklem alanından elde edilen veri, istatistiksel açıdan değerlendirilemez. Bir değişken hakkındaki verinin istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için verinin en az iki örneklem alanından alınmış olması zorunludur. Araştırmacı, ormanda belirlediği 5 adet 1 ha'lık örneklem alanında sayım yapmak yerine, aynı boyutlarda 20 örneklem alanında sayımlarını gerçekleştirirse, elde edeceği sonuç gerçek değere çok daha yakın olacaktır.

Sistemik örnekleme

Sistemik örnekleme, örnekleme birimlerinin alansal ya da zamansal olarak eşit aralıklarla yerleştirilmesidir. Örneğin, örneklem parsellerini bir transekt (düz bir hat) boyunca 5 m aralıklarla seçebiliriz. Sistemik örnekleme, özellikle çevresel bir gradienti ve çevredeki bir değişimi tanımlamak istediğimizde kullanışlıdır. Ayrıca bu yöntem çalışma alanının bütününü hiç bir alan kaybı olmadan kapsayacak şekilde kurgulanabilir. Sistemik örneklemede ortaya çıkan en büyük risk, düzenli örneklemenin bilinmeyen bir çevresel gradientle uyumlu olabilme ihtimalidir ve alan büyüdükçe yöntemin kullanılmasının gittikçe zorlaşmasıdır.

Rasgele Örnekleme

Örneklem alanlarının temsil edici olmaları gerekmele birlikte, bunun araştırmacı tarafından yapılması çoğunlukla yanlış sonuçlara yol açabilecektir. Ne kadar objektif olunmaya çalışılırsa çalışılınsın, araştırmacı örneklem alanlarını doğrudan kendi seçmeye çalışırsa bilinçsiz olarak bile subjektif davranabilecektir.

Örneğin 5000 hektarlık bir ormandaki ağaç yoğunluğunu bulmamız gerekiyor. Farz edelim ki, bunun için orman içinden 10 tane 1 hektarlık alan seçip bu alanlardaki

ağaç sayılarından yararlanarak 5000 hektarlık alandaki orman için bir genelleme yapmamız gerekmekte. Bu durumda bu 10 tane 1 hektarlık alanı hangi kriterlere göre seçersek sonucumuzun bütün alanı yansıttığından emin oluruz? Bilimsel alandaki deneyimler, araştırmacının gözüne kestirdiği ve tüm alanı yansıtıyormuş gibi görünen 10 alanı seçmemesi gerektiğini ve bunları rasgele seçmesinin daha iyi olacağını göstermektedir.

Rasgelelik kuralı *her potansiyel örneklem alanının seçilme şansının eşit olması* gerektiğini belirtir. Rasgeleliği sağlamanın en iyi yolu ise her potansiyel örneklem alanına bir sayı vermek ve daha sonra *rasgele sayılar tablosunu* kullanarak bu sayılar arasından gerekli olan örneklem büyüklüğü kadar (yukarıdaki örnekte 10) örneklem alanı seçmektir. Rasgele sayılar tablosu özel olarak hazırlanmış tablolardır ve bu tablolarda her sayının tablonun herhangi bir noktasında bulunma şansı %10'dur.

Basit rasgele örnekleme ile çoğunlukla populasyon parametrelerini, örneğin ortalamaları, yansız bir şekilde hesaplayabiliriz. Basit rasgele örnekleme bazı durumlarda özellikle populasyonda veya incelenen alanda bir heterojenlik varsa, her alanı eşit olarak kabul etmesinden dolayı alandaki biyolojik gradientler hakkındaki bilginin kaybolmasına neden olacaktır.

Tabakalı Örnekleme

Bir alandaki çeşitli biyolojik tabakalanmaları rastgelelik kuralını çiğnemenen ele alan bir örnekleme kurgusu (dolayısıyla populasyondaki heterojenliği dikkate alan bir örnekleme kurgusu) *tabakalı örnekleme*dir. *Tabakalı örneklemede*, populasyonun bulunduğu alan, iyi bir şekilde tanımlanmış tabakalara ayrılır, ve bu tabakaların her biri bağımsız olarak rasgele örneklenir. Genellikle her bir tabakadaki örnek büyüklüğü, her bir tabakanın toplam büyüklüğüyle orantılıdır.

Kümeli Örnekleme

Yukarıda verilen temele dayanarak her çalışmanın özgül ihtiyaçlarına göre çok çeşitli örnekleme kuruları ve bunları çalışmanın ihtiyaçları oranında detaylandırmak mümkündür. Bu mantık çerçevesinde en sıklıkla kullanılan yöntem Kümeli Örnekleme yöntemidir. Bir populasyonda birincil örnekleme birimleri (kümeler) tanımladığımızı düşünelim (ör; ağaç bireyleri). Her bir birincil birim (ağaç) için, tüm ikincil birimleri kaydederiz (ör; her bir ağaçtaki dallar). Her bir birincil birim içinde tüm ikincil birimleri kaydettiğimizde, basit kümeli örnekleme yapmış oluruz. *İki aşamalı kümeli örneklemede* ise, her bir birincil birim içinde yer alan ikincil birimlerden rasgele

örneklem alınır. Her bir kademede basit rasgele örnekleme ya da oransal örnekleme kullanılabilir. Bu temele dayanarak her hangi bir alandaki her hangi bir canlı ile ilgili yapmakta olduğumuz çalışmayı rasgelelik prensibinden sapmadan istediğimiz oranda detaylandırabiliriz.

TEMEL ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Hayvan ve bitkilerde populasyon büyüklüğünün ve bolluğunun hesaplanması

A Doğrudan sayımlar

Bazen bir alandaki bütün canlıları saymamız mümkün olabilir. Örneğin, küçük bir koruluktaki ağaç sayısını hesaplayabiliriz ve büyük ve hantal olan canlıları (filler gibi) birebir takip ederek sayabiliriz. Fakat bu yöntemi uygularken çok dikkatli olmak gerekir çünkü bazen çok basit görünen çalışmalarda bile (yorgunluktan, dalgınlıktan vs dolayı) oldukça büyük hatalar yapılabilir ve bu tür sayımların genellikle gerçeklikten uzak olduğu belirlenmiştir. Çoğu durumda ise çalışma alanının çok büyük olmasından veya çalışılan organizmanın hareketli ya da gözle görülebilmesi zor olduğundan doğrudan sayım metodunun uygulanması imkansıza yakındır.

B Yakalama-işaretleme-tekrar yakalama teknikleri

Bir populasyonun büyüklüğünü veya bolluğunu belirlemenin en etkin yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde *populasyonun içinden yakalanan bireyler işaretlenir ve serbest bırakılır. Belli bir zaman sonra populasyon içinden bireyler tekrar yakalanır ve bu yeni yakalanan bireylerden kaçta kaçının işaretli olduğu tespit edilir.*

Bu yöntem, çok hareketli canlıları örneklemek için geliştirilmiştir. Bu metodun en önemli avantajı, bizlere populasyon büyüklüğü ve yoğunluğunun yanı sıra populasyondaki doğum oranları, ölüm oranları, canlıların hareket yetenekleri ve dispersalleri (dağılımları) hakkında bilgi vermesidir. Bu metodların zayıf tarafı ise veri toplamanın uzun sürmesi ve veri toplama işleminin oldukça fazla emek gerektirmesidir. Bunların yanında bu metodların doğruluğu ve güvenilirliği, bir takım ön varsayımlara dayanır.

Yakalama-İşaretleme-Tekrar Yakalama Teknikleri hem açık hem de kapalı populasyonlar için kullanılabilir. *Kapalı populasyon; çalışma dönemi boyunca büyüklüğü değişmeyen populasyonlardır, yani doğum, ölüm ve iç-dış göçün göz ardı*

edilebilecek kadar küçük olduğu durumlardır. Anlaşılacağı üzere herhangi bir populasyon ancak kısa bir süre boyunca kapalı olabilir. *Açık populasyon*; daha doğal ve sık rastlanan populasyon tipidir, yani; populasyon büyüklüğünün doğum, ölüm, iç-dış göç gibi etmenler ile sürekli değişen populasyonlar. Kapalı ve açık populasyonlarda ölçüm yapmak için farklı metotlar geliştirilmiştir ve bunlar aşağıda özetlenmiştir.

Kapalı Populasyon Örneklemesi

1 Peterson Metodu

Kullanılan en basit Yakalama-İşaretleme-Tekrar Yakalama metodudur çünkü canlılar sadece bir kere işaretlenir ve serbest bırakıldıktan sonra bir kere yakalanır. Genel prosedür aşağıda verilmiştir:

- Kısa bir zaman dilimi içinde birkaç birey yakalanır ve işaretlenir
- İşaretlenen bireyler serbest bırakılır
- Belirli bir zaman sonra populasyon içinden bireyler tekrar yakalanır
- Yakalanan bireyler içindeki işaretli bireylerin sayısı belirlenir.

Bu metotta, bireylerin hepsi aynı şekilde işaretlenir. Bu yöntemin bizlere sağlıklı bilgi verebilmesi için örneklemin rasgele olması şarttır yani; ikinci örnekleme sırasında işaretli işaretsiz bütün bireylerin yakalanma ihtimalinin eşit olması gerekir. Bu yöntemin uygulanması sonucunda elimizde aşağıda M , C ve R ile belirtilen 3 farklı veri olacaktır.

M = İlk örneklemede işaretlenen birey sayısı

C = İkinci örneklemede yakalanan birey sayısı

R = İkinci örneklemede yakalanan işaretli birey sayısı

Amacımız bu üç veriyi kullanarak populasyon büyüklüğünün (N) hesaplanmasıdır. Bunu basit oran orantı mantığı ile aşağıdaki gibi yapabiliriz:

$$\frac{N}{M} = \frac{C}{R}, \text{ buradan}$$

$$N = \frac{C \cdot M}{R}$$

bağıntısını elde edebiliriz. Bu formül ve yöntem ilk defa Lincoln tarafından uygulandığı için "Lincoln İndeksi" olarak da geçer ve uygulaması çok basit olduğundan, ekologlar tarafından oldukça sık kullanılır. Ancak daha önce de bahsedildiği gibi metodun geçerliliği bir takım varsayımların kabulüne dayanır:

- populasyon kapalıdır (N sabittir).
- ilk örnekleme sırasında her bireyin yakalanma şansı eşittir.
- organizmaların işaretli olması onların yakalanma ihtimalini değiştirmez.
- organizmaların ikinci örnekleme yapılanaya kadar işaretlerinden kurtulmazlar.
- ikinci örneklemede sayılan bireyler arasındaki işaretli bireylerden herhangi biri gözden kaçmaz.

Bu metodun işe yarayabilmesi için rasgele örneklemenin yapılması şarttır fakat bunu arazide yapabilmek o kadar kolay değildir. Bütün bireylerin yakalanma şansının eşit olduğu durumlarda uygun bir örneklem alanı seçebilmek için toplam alanı bir takım alt birimlere bölüp örnekleme işlemi bu alt birimlerde yapabiliriz. Çalışmaya başlamadan önce her bir alt alana bir numara verip daha sonra rastgele sayılar tablosunu kullanarak örneklemlerimizi alacağımız alanları belirleyebiliriz.

2 Schanbel Metodu

Bu metod Peterson metodunun genişletilmiş halidir. Bu metotta bireyler bir kere işaretleme yerine bir seri (2, 3, 4,n) yakalama-işaretleme ve serbest bırakma işlemine tabi tutulurlar. Her örneklemede yakalanan bireylerin ilk önce işaretli olup olmadığına bakılır sonra işaretlenir ve serbest bırakılır. Her örneklemede işaretleme yapılır.

Bu metotta her işaretin diğerinden farklı olması gerekmez ve tek tip işaret kullanılır. Çünkü deney sırasında bireyleri sadece iki şekilde ayırt ederiz:

İşaretli= bir veya birkaç örneklemede yakalanmış olanlar.

İşaretsiz = şu ana dek hiç yakalanmamış olanlar.

Her örneklemede aşağıdaki parametreler belirlenir:

$$C(t) = t \text{ örnekleme zamanında yakalanan toplam birey sayısı}$$

$R(t)$ = t örnekleme zamanında yakalanan ve önceden işaretli olan bireylerin sayısı.

$U(t)$ = t örnekleme zamanında ilk defa işaretlenmiş ve serbest bırakılmış birey sayısı.

Schanbel metodu, Peterson metodunda öne sürülen bütün varsayımları içerir. Bu metodun getirdiği avantaj ise çoklu yakalama-işaretleme ve serbest bırakmalar ile bu varsayımların gerçekleştirilemediği durumların daha kolay görünür bir duruma getirmesidir. Böylece hatamızı tespit edip gidermemizi ve sonuçlarımızı ona göre yorumlamamızı kolaylaştırır.

Açık Populasyon Örnekleme

Jolly-Seber Metodu

Peterson ve Schnabel metotları kapalı populasyonlar için düzenlenmişlerdir. Burada Yakalama-İşaretleme-Tekrar Yakalama metodunu daha gerçekçi populasyonlara, yani açık populasyonlara uygulayacağız. Çoğu populasyonun büyüklükleri doğum, ölüm, iç-dış göç gibi faktörlerden dolayı sürekli değişmektedir. Açık populasyonlar için gerekli verilerin toplanması şu yöntemle gerçekleştirilir: Yakalama-İşaretleme-Tekrar Yakalama işlemi üç kez veya daha fazla gerçekleştirilir. Bireyler numaralı işaretler ile ya da bize işaretlemenin ne zaman yapıldığını belirten çeşitli tipte işaretler kullanılarak işaretlenir. Burada önemli olan örneklemedeki her birey için şu soruyu cevaplayabiliyor olmaktır: Bu işaretli birey en son ne zaman yakalanmıştı?

Bu metodun da üzerine kurulu olduğu bir takım varsayımlar vardır:

- 1 Her bireyin t zamanındaki örneklemede yakalanma şansı işaretli olsun veya olmasın eşittir.
- 2 Her işaretli bireyin t örneklemesinden t+1 örneklemesine kadar hayatta kalma şansı eşittir.
- 3 Bireyler işaretlerini düşürmez veya çıkartmazlar ve sayımları sırasında işaretler gözden kaçmaz.
- 4 Örnekleme arasında seçilecek zaman dilimi önemsizdir.

Yukarıda verilen üç metot da canlıların eşit yakalanabilirlik ilkesine dayanır. Bu metotlardan herhangi birini kullanırken bireylerin yakalanma şanslarının eşit kabul edilebilmesi için örneklemeyi düşündüğümüz populasyon hakkında bazı bilgilere sahip olmamız gerekir.

1 Tuzaklara karşı bireylerin davranışlarının bilinmesi: Eğer tuzağın ortamdaki varlığı organizmaların davranışlarında bir değişikliğe neden oluyorsa elde edilen sonuçlar yanlı olabilir.

2 Bireylerin birkaç yakalamadan sonra tuzak mutlusu olup olmadıkları veya tuzak fobisi kazanıp kazanmadıkları bilinmelidir: Tuzağa bir kere giren bir canlının bu tuzağa alışması sonucunda sürekli tuzağa girme eğiliminde olması tuzaklarda sürekli aynı bireylerin yakalanması ile sonuçlanabilir (tuzak mutlusu). Böylece sonuçlarımız oldukça hatalı çıkabilir. Bunun tam tersi de mümkündür yani bir kere tuzağa giren bir canlı bir daha bu tuzaklarda yakalanmıyorsa sonuçlar yanlı çıkar.

3 Tuzakların alandaki dağılımından dolayı bazı bireylerin yakalanma şanslarının artması: Tuzakları alanda sistematik bir şekilde yerleştirmek yerine, alanın sadece bir bölümüne yerleştirirsek genel alan hakkında yanlış ve yanlı bilgiye ulaşırız.

C Kuadrat Sayımları

Hayvan ve bitki sayımlarında kullanılan en eski metotlardan biri de sayımların küçük temsili alanlarda yapılmasıdır. Bu metodun kullanılabilmesi için iki şartın yerine getirilmesi yeterlidir: (1) sayımın yapıldığı alanın boyutunun bilinmesi ve (2) sayım işlemi sırasında organizmaların nispeten hareketsiz olması. Kuadrat sayımları genellikle bitkiler için kullanılmıştır (bilindiği gibi bitkilerin araştırmacılardan kaçabilme gibi bir şansları yoktur). Fakat bunun yanında toprakta yaşayan az hareketli hayvanların veya bazı böceklerin larval evre sayımları yapılırken de oldukça sık kullanılan bir yöntemdir.

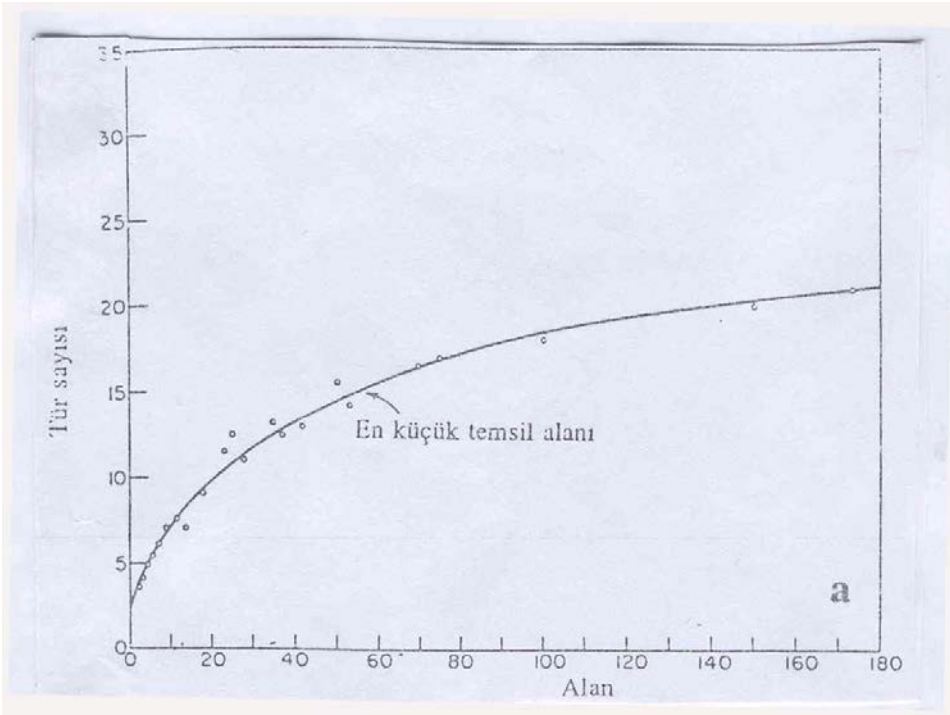
Seçtiğimiz ve sayımların yapılacağı kuadratların bütün alanı temsil ettiğinden emin olmamız gerekir. Kuadratlaşma çalışmasına başlamadan önce vermemiz gereken bir başka önemli karar da kuadratımızın büyüklüğünün ne kadar ve şeklinin ne olacağıdır.

Kuadrat kelimesi, İngilizce'de kare şeklini betimlemek için kullanılsa da biyolojide bu kelimenin anlamı daha çok toplam alanımız içerisinde seçtiğimiz küçük alt alanlar anlamına gelir. Bu yüzden kuadratin şekli daire, dikdörtgen veya altıgen

olabilir. Kuadratin şeklinin ne olacağına karar verilmesi oldukça zor bir işlemdir ve çalışmacının örneklemek istediği canlıya göre değişebilir. Bu kararı vermek tamamen çalışmacıya bağlıdır. Çalışmacı canlı ve alan ile ilgili bilgisine dayanarak ve kullanacağı istatistiksel yöntemlere göre bu şekli kendisi belirlemek zorundadır.

Kuadratin büyüklüğünün hesaplanması için aşağıdaki gibi bir grafik çizilerek karara varılır. Grafikte de görüleceği gibi, kuadrat büyüklüğünün artmasıyla, kuadratlarda rastlanan toplam tür sayısı da artış göstermektedir. Fakat toplam tür sayısındaki artış hızı kuadrat boyutunun belirli bir büyüklüğü geçmesi ile birlikte azalmaya başlayacaktır. Bu prensibe dayanarak Tür sayısı-kuadrat büyüklüğü grafiğinde eğrinin bükülmeye başladığı nokta en küçük temsil alanı olarak kabul edilir (Şekil 1). Bu boyutun altında seçilecek her hangi bir kuadrat büyüklüğü, çalışma alanını doğru bir şekilde temsil etmiyor olabilir.

Bir örneklemede uygulanacak kuadrat sayısının belirlenmesi de ekolojik çalışmalarda bir sorun oluşturur. Kuadrat sayısının belirlenmesinde en basit yöntem, x ekseninde kuadrat sayısı, y ekseninde ise incelediğimiz değişkene ait ortalama ya da ortalamaya göre yüzde standart hata değerleri olacak şekilde bir grafiğin çizilmesidir. Ortalama değerlerinin salınımının nispeten azaldığı (ortalamanın kesinliğinin arttığı) noktadaki ya da standart hata yüzdesinin nispeten azaldığı kuadrat sayısı, bize örnekleme için gerekli örnek büyüklüğünü verecektir.



Şekil 2.1

D Plotless örnekleme metodları

Kuadratlar doğal örnekleme birimleri değildir ve çalışmacı daima hangi tür ve ne kadar büyüklükte kuadrat seçmesi gerektiğini hesaplamak zorundadır. Bunun bir alternatifi, plotless örnekleme yöntemleri kullanmaktır. Bu teknikler bitki ekologları tarafından geliştirilmiştir ve son zamanlarda hayvan ekologları tarafından da uygulanmaya başlanmıştır. Bunlar sınırlı harekete sahip olan hayvan ve bitkiler için veya hareket etmeden önce gözlenebilen hayvanlar için tavsiye edilen yöntemlerdir. Plotless örnekleme yöntemleri hayvan ve bitki popülasyonlarının büyüklüklerini ve yoğunluklarını ölçmek için kullanılan üçüncü temel yöntemdir ve diğer iki yöntemle beraber ekologlar tarafından sıklıkla kullanılır.

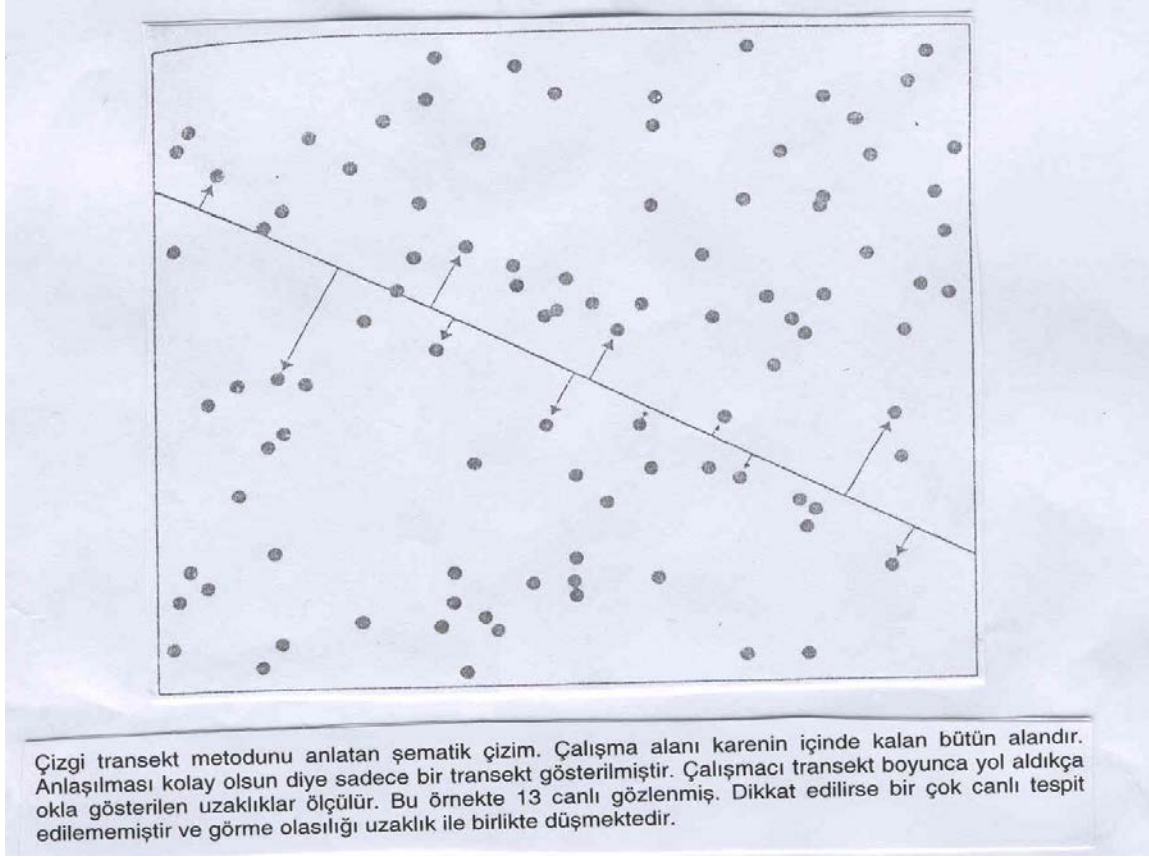
a-Çizgi Transekt Metodu

Şekil 2 çizgi transekt metodunun nasıl uygulanacağını göstermektedir. Transekt çizgisi boyunca canlılar gözle taranır, her tespit edilen canlının çizgi üzerine düşen dik uzaklığı hesaplanır ve ölçüm değeri olarak alınır. Canlılar çizgi boyunca görülebildiği için gözlemci tarafından üç önemli ölçüm gerçekleştirilir (Şekil 3).

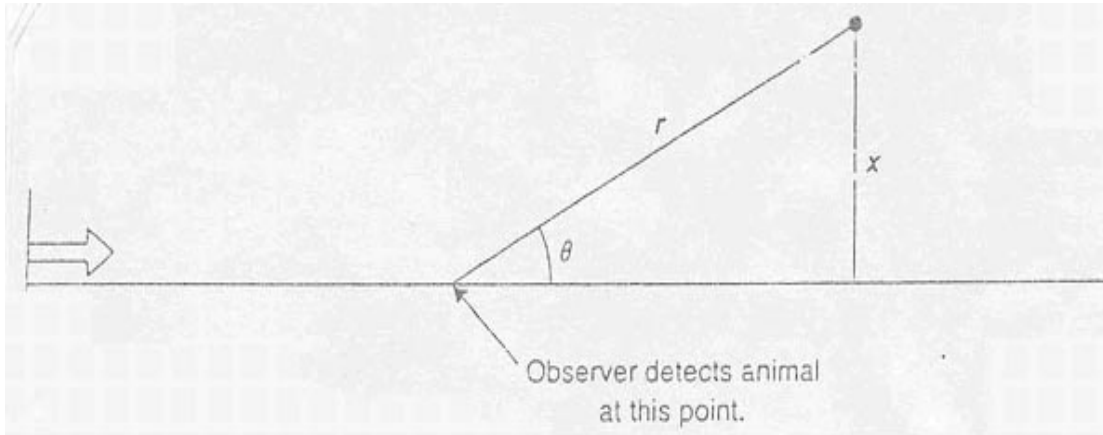
- 1 Canlıların görüldüğü uzaklık (r_i)
- 2 Canlıların görüldüğü açı (θ_i)
- 3 Canlıların transekte olan dik uzaklığı (x_i)

Transekt çizgileri (hatları) yürüyerek, at üstünde, tekerlekli bir araç ile karadan ya da helikopter ve uçakla havadan geçilebilir.

Eğer sayımlar belirli bir genişlikteki bir hat boyunca yapılırsa ve bu hat içinde kalan bütün canlılar gözlemlenip sayılabilirse, popülasyon büyüklüğünün belirlenmesi zor olmaz çünkü aslında bu hatlar ince, uzun kuadrlardır. Bu durumda yukarıda kuadrat örnekleme ile anlatılan bütün prensipler geçerlidir. Bitki ekologları genellikle çizgi transekt terimini çok detaylı bir şekilde örnekleme için ince uzun kuadrlar anlamında kullanırlar.



Şekil 2.2



Şekil 2.3

Gerçekte transekt boyunca gidildikçe, bazı canlılar gözden kaçabilir. Bu sebepten dolayı gözlemlerimizi sadece dar bir hatta indirgemek yanlış olabilir. Canlılardan bir kaçı gözden kaçtığı için sonuçlarımız yanlı olabilir. Bu durumda populasyon büyüklüğünün tahmini zorlaşır. Çünkü araştırcının canlının

gözlemlenebilme ihtimalini belirten bir "detection (tespit edilebilirlik) fonksiyonunu" hesaplaması gerekir. Genel anlamda transekten uzaklaştıkça canlıların tespit edilme ihtimalleri azalır. Bu faktörü göz önüne alarak populasyon büyüklüğü aşağıdaki varsayımlara göre hesaplanabilir:

- 1 Transekt çizgisi üzerinde olan canlılar hiçbir şekilde gözden kaçırılmaz (tespit edilebilirlik oranı= 1).
- 2 Canlılar ilk görüldükleri noktada kalırlar; tespit edilmeden önce hareket etmezler ve hiçbiri iki kere sayılmaz.
- 3 Uzaklıklar ve açılar kesin ve hatasız olarak ölçülür.
- 4 Bireylerin gözlemlenmesi birbirinden bağımsız olaylardır.

Bu varsayımlar geçerli ise populasyon büyüklüğü şu şekilde hesaplanır:

$$D = \frac{n}{2 \cdot L \cdot a}$$

D= canlıların birim alandaki yoğunluğu

n= transekt üzerinde görülen canlı sayısı

L= transektin toplam uzunluğu

a= etkin hat genişliğinin yarısı (önceden belirlenen bir sabit)

a sabiti, "tespit fonksiyonunun" kapsadığı alanı belirtir. Bu sabit, hiçbir canlının gözden kaçırılmadan tespit edilebileceği maksimum hat genişliğini belirtir.

b. Nokta Transekt Metodu

Çizgi transekt metodunun prensipleri ile hemen hemen aynıdır. Fakat burada gözlemci hareketli değildir. Gözlemlemek istediği alan içerisindeki bir noktada yeterince uzun bir süre bekleyerek canlıların tespit edilmesi esasına dayanır.

Rasgeleliğin Sağlanması

Bütün örnekleme yöntemlerinde olduğu gibi bu iki yöntemde de rasgelelik ve tekrarlı gözlemlerin yapılması şarttır. Bir alan için yapılabilecek tipik bir çizgi transekt uygulaması Şekil 4'te verilmiştir. Aynı hususların nokta transekti için de uygulanması gerekir.

E Populasyon İndeksleri

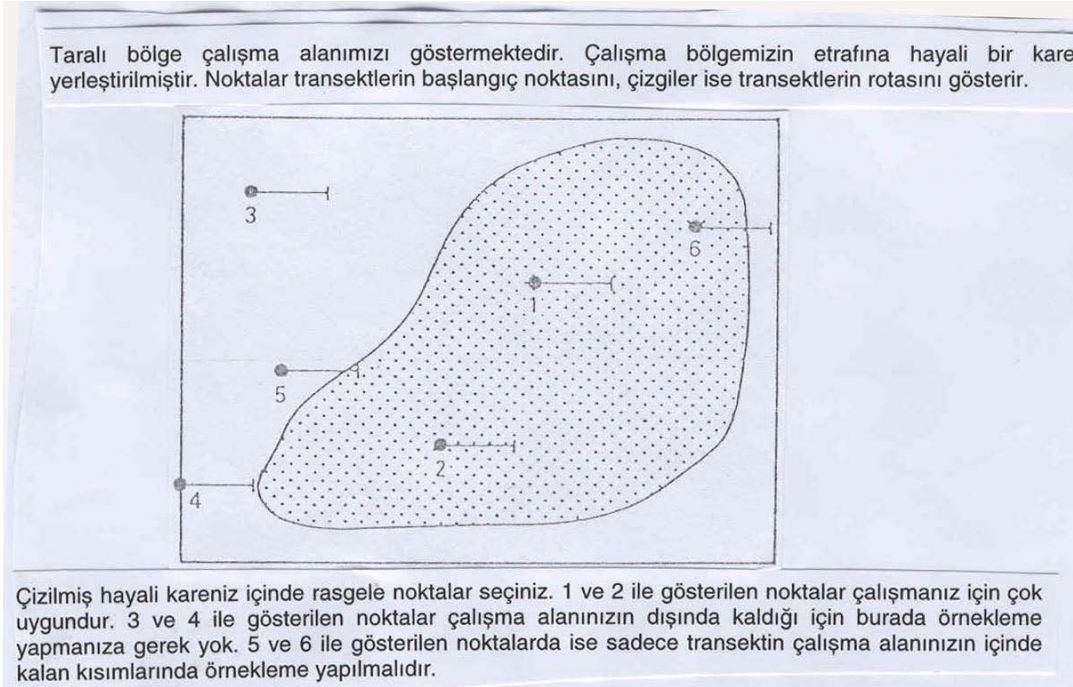
İndeks belirli bir populasyondaki toplam bitki veya hayvan sayısını ile ilişkili olan bir ölçümdür. İdeal olarak indeks ile gerçek sayının oranının daima eşit olması istenir:

$$\frac{I}{N} = K \text{ (sabit bir sayı)}$$

Bu durumda indeks oranı (K) bilinmese bile araştırmacı sadece indeksleri kullanarak farklı alanlarda veya farklı zamanda bulunan populasyonları birbiri ile karşılaştırabilir. Çeşitli indeks örnekleri verilebilir. Örneğin, dakikada duyulan kurbağa vıraklama sayısı bizlere alanda kaç kurbağa bulunduğu dair bir fikir verebilir. Fakat unutulmaması gerekir ki kurbağaların vıraklama frekansları günün saatine, aylara ve hava koşuluna göre değişebilir. Bir çok memelinin çamur, balçık gibi alanlara bıraktıkları ayak izleri bu hayvan populasyonlarının büyüklüklerini hesaplamak için birer indeks olarak kullanılabilir.

Populasyon büyüklüğü tahminleri indeks kullanılarak yapılacak ise çok dikkatli olunmalıdır. Çalışmanın çok ileri derecede standartlaştırılmış olması ve bir çok tekrar yapılması şarttır. Çalışma yapılırken sıcaklık, günün saati ve canlılığın indeks olarak kullanabileceğiniz özelliğini etkileyen bütün parametrelerin not edilmesi şarttır. Yapılacak bütün tekrarların günün aynı saatinde, aynı yerde ve eşit süreler altında gerçekleştirilmesi şarttır. Aksi halde sonuçlarımız oldukça hatalı çıkacaktır.

Şekil2.4



LABORATUVAR UYGULAMASI 2A

Konu: Kuadrat ve transekt yöntemlerinin uygulanması

Amaç:

Örnekleme yapmadaki amacımız, ağaçların alandaki yoğunluklarını tespit etmek ve iki farklı alanda ağaç yoğunluğu açısından bir fark olup olmadığını belirlemektir. Farklı örneklem büyüklüklerini ve farklı yöntemleri denememiz de ikincil bir amaca hizmet ederek, bu yöntemlerin ve örneklem büyüklüğünün, sonuçları nasıl etkilediğini görmemizi sağlayacaktır. Aslında bu iki aşamalı bir uygulamadır ve bu hafta yalnızca veriler toplanırken, veriler bir sonraki hafta istatistiksel olarak değerlendirilecektir.

Çalışma alanı:

Yapacağımız çalışmada, basit rasgele örnekleme ve tabakalı örneklemenin arasındaki farkları değişik habitat tipleri simüle edilmiş torflarda, kuadrat ve transekt yöntemlerinin uygulanışını ise 100 adet kareye bölünmüş torftan bir çalışma alanının üzerinde göreceksiniz. Torflar üzerinde yer alan potansiyel örnekleme alanlarında bir ağaç türünü temsil eden iğneler bulunmaktadır. Burada, her bir iğne tek, bir ağaç bireyini temsil etmektedir.

Örneklemenin yapılması:

Her grup, homojen bir alanda (torflar) tek bir örnekleme yöntemini iki kez birbirinden bağımsız olarak uygulayacaktır. Bu örneklemelemlerden birinde örneklem büyüklüğü düşük, diğesinde ise daha yüksek olacaktır.

Örnekleme alanları, bu föyün ek kısmında yer alan "tesadüfi sayılar tablosu" kullanılarak belirlenecektir. Tesadüfi sayılar tablosundan seçilen rakamlar referans alınarak, örneklem alanlarımızın yer aldığı torflar üzerindeki rakamlar bulunacak ve tablodan çıkan numaraya karşılık gelen kuadrat örneklenecektir. Bu işlem her bir kuadrat için tekrarlanacak ve her bir kuadrattaki ağaçlar sayılarak veri tablosuna kaydedilecektir.

Transekt yönteminde ise öncelikle transektin doğrultusunun dikey mi yoksa yatay mı olacağını belirlemek için tesadüfi sayılar tablosunda çıkan sayının tek ya da çift olmasına göre bir karara varılacaktır. Doğrultu belirlendikten sonra tekrar tabloya başvurularak, tablodan seçilen rakamlar örneklem alanlarımızın yer aldığı torflar üzerinde bulunacak ve tablodan çıkan numara, sıra numarası olarak değerlendirilecektir. Daha sonra tabloya tekrar bakılacak, yeni belirlenen numara ile de 5 kuadrat uzunluğunda olan transektin o sıradaki hangi kuadrattan başlayacağı belirlenecektir. Bu işlem her bir transekt için tekrarlanacak ve her bir transektteki ağaçlar sayılarak veri tablosuna kaydedilecektir.

Grupların hangi kuramsal çalışma alanlarında çalışacakları ve uygulayacakları örnekleme yöntemleri aşağıda verilmiştir:

Gruplar	Alan	Yöntem	Örneklem büyüklüğü
GRUP 1	A	Kuadrat	10 adet, 30 adet
GRUP 2	A	Transekt*	3 adet, 6 adet
GRUP 3	B	Kuadrat	10 adet, 30 adet
GRUP 4	B	Transekt*	3 adet, 6 adet

*Her bir transektin uzunluğu 5 karedir.

Verilerin kaydedilmesi:

Gerek kuadrat gerekse transekt örneklemelerinden elde edilen veriler, ekte yer alan veri tablosuna kaydedilecektir. Bir sonraki hafta yapılacak değerlendirmelerde bu veriler temel alınacaktır.

LABORATUAR UYGULAMASI 2B

Amaç: Elde ettiğimiz verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Laboratuvar çalışması 4 aşamada gerçekleşecektir:

- 1- Tanımlayıcı istatistiklerden ortalama ve standart sapmanın bulunması.
- 2- İstatistiksel hipotezlerin kurulması.
- 3- t testinin uygulanması.
- 4- t tablosunun kullanılarak hesapla bulduğumuz t değeriyle tablodan bulunan t değerinin karşılaştırılması.
- 5- Hipotezlerin kabul edileceğine ya da reddedileceğine karar verilerek sonucun ortaya konulması.

Yapılacak Sınamalar

1 Her grup kendi yaptığı örneklem büyüklükleri arasındaki farkın anlamlılığını yukarıda verilen adımlar takip ederek sınavacaktır. Anlamlı bir fark çıktıysa bu sonucun ne anlama geldiğini ve neden kaynaklandığını belirtecektir.

2 Size verilen birleştirilmiş veriden yararlanarak; labaratuvarda yaptığınız 30 luk kuadrat örnekleme ile birleştirilmiş verinin kuadrat verisini ve kendi transekt örnekleme verinizle birleştirilmiş transekt örnekleme verisi arasındaki farkın anlamlılığını yukarıda verilen adımları takip ederek sınavınız.

3 Size verilen birleştirilmiş kuadrat örnekleme verisini kullanarak iki alan arasındaki farkın anlamlılığını yukarıda verilen adımları takip ederek sınavınız.

T - testi (İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi)

$$t = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)}{\sqrt{\left[\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \right] \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}}$$

\bar{y}_1 : Birinci grubun ortalaması

\bar{y}_2 : İkinci grubun ortalaması

n_1 : Birinci grubun denek sayısı

n_2 : İkinci grubun denek sayısı

S_1^2 : Birinci grubun varyansı

S_2^2 : İkinci grubun varyansı

$$\text{Ortak varyans: } S_0^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

Eğer örneklem büyüklükleri eşitse denklem aşağıdaki şekilde sadeleştirilebilir;

$$t = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n} + \frac{s_2^2}{n}}}$$

İstatistiksel karar için t_{hesap} istatistiği Ek'te verilen t tablosundan; $n_1 + n_2 - 2$ serbestlik derecesi ve belirlenen yanılma düzeyimizin (α) kesiştiği noktada yer alan t_{tablo} değeri ile karşılaştırılır.

$|t_{\text{hesap}}| \geq t_{\text{tablo}}$ ise "iki ortalama arasında fark yoktur" diye kurulan H_0 hipotezi reddedilir ve gruplar arasında fark olduğu söylenir ($P < \alpha$).

Örnek:

Kuadratla örneklediğimiz A alanında farklı örnek büyüklüklerinde aldığımız iki örneklemin (10 kuadrat ve 30 kuadrat) arasında fark olup olmadığını sınavacağız.

10 kuadrat (1. grup) 30 kuadrat (2. grup)

$n_1 = 10$ $n_2 = 30$

$y_1 = 2.10$ $y_2 = 2.43$

$s_1 = 1.20$ $s_2 = 1.59$

$s_1^2 = 1.44$ $s_2^2 = 2.53$

H_0 = İki örneklem grubunun ortalamaları arasında fark yoktur.

H_1 = İki örneklem grubunun ortalamaları arasında fark vardır

Yanılma düzeyi $\alpha=0.05$ olarak belirlenmiştir.

$t_{\text{hesap}} = -0.70,$

$sd = (10-1) + (30-1) = 38$

$\alpha=0.05$ yanılma düzeyi ve 38 serbestlik derecesi için $t_{\text{tablo}} = 2.021$

dolayısıyla; $t_{\text{tablo}} > t_{\text{hesap}}$ olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Buradan;

"A alanından alınan 10 kuadratlık ve 30 kuadratlık iki örneklem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur" denir ve bu bulgu ($t = -0.70, P > 0.05$) şeklinde gösterilir.

Table of random numbers 1 to 100 with no numbers repeated in each block of 25.

75 64 26 45 10	79 18 58 61 09	67 05 60 19 91	14 62 02 35 98	88 51 53 56 96
24 05 89 42 27	98 62 31 19 95	24 25 58 50 49	19 30 31 58 59	49 47 85 48 30
63 18 80 72 41	26 11 91 96 81	55 92 44 23 93	97 89 53 40 80	29 46 34 39 63
38 81 93 68 22	84 92 59 82 80	26 94 73 71 45	63 84 68 44 94	93 64 13 94 31
25 59 54 43 02	16 41 97 40 65	70 29 77 74 27	69 81 70 01 95	82 99 77 80 21
12 28 15 88 98	21 28 92 06 08	33 72 05 13 06	85 65 33 90 20	92 33 27 59 49
36 59 95 67 96	25 72 30 41 81	71 92 18 65 17	64 58 56 89 28	69 18 36 06 71
91 72 35 68 11	22 20 15 01 65	34 60 47 16 09	44 45 46 97 83	44 51 98 67 29
86 04 47 43 69	12 85 04 93 74	80 08 57 25 79	72 96 07 57 40	82 62 68 60 73
01 05 65 97 77	96 64 98 62 49	07 19 63 46 66	77 98 80 54 60	97 32 83 74 80
26 95 96 93 87	17 59 90 35 94	73 68 03 27 29	49 64 66 14 65	57 24 45 76 39
45 27 71 62 05	71 18 32 42 91	25 66 46 49 71	67 11 25 23 12	41 47 99 66 01
74 07 90 20 25	05 52 65 84 92	87 57 95 37 83	85 45 22 56 26	10 28 04 88 49
77 99 91 43 02	96 06 07 36 68	17 48 06 09 84	31 86 91 87 96	63 87 32 33 70
75 53 35 46 41	21 95 85 61 46	94 18 78 39 47	19 60 48 15 59	68 79 42 09 67
45 65 84 36 28	48 33 82 62 71	74 48 75 92 34	32 94 26 70 88	35 50 19 97 52
81 74 60 90 46	13 51 24 54 55	45 54 12 90 99	44 68 86 71 58	27 51 81 11 77
95 11 96 85 83	93 53 74 52 97	79 53 21 41 44	45 81 02 38 07	38 07 80 89 56
29 40 82 33 86	67 95 43 41 89	05 52 17 31 13	82 61 78 57 40	84 39 57 63 78
79 14 32 21 09	32 27 02 70 20	61 47 24 42 76	77 27 99 36 15	36 98 08 40 53
51 46 23 17 11	93 35 70 37 86	26 23 64 88 17	17 78 95 93 83	65 23 90 78 55
98 75 60 99 89	91 18 20 27 74	31 82 01 32 97	97 43 21 87 82	33 28 10 56 98
15 97 42 56 79	08 58 79 40 31	37 19 20 58 41	41 86 66 54 45	08 76 89 86 32
06 16 35 93 26	36 97 26 17 71	74 95 89 08 50	50 62 48 46 26	24 95 93 01 64
54 43 55 21 74	47 59 75 03 57	63 38 02 51 77	77 76 65 08 92	72 29 35 06 85
66 31 33 83 19	15 01 38 69 66	77 83 87 16 45	04 07 72 32 08	53 91 03 48 49
06 07 88 09 61	19 29 39 18 16	76 48 53 81 12	61 39 87 60 33	84 75 78 22 55
57 01 84 02 27	11 14 47 20 44	22 34 90 86 79	89 68 71 46 77	08 76 89 86 32
47 08 89 24 85	87 13 48 68 94	07 70 88 03 36	75 92 73 05 56	62 37 77 34 42
17 05 93 51 30	82 49 61 45 31	91 55 23 11 89	53 15 34 76 78	33 41 99 79 43
15 19 85 03 11	81 76 26 77 13	73 75 64 47 85	08 61 70 03 25	90 92 94 98 97
91 64 24 16 46	23 44 70 47 17	10 70 43 35 56	67 73 71 90 57	37 34 54 95 35
70 09 43 21 61	24 74 07 96 33	08 42 19 74 12	09 27 77 23 17	93 43 14 38 15
62 94 51 92 60	49 25 15 85 34	86 09 11 03 96	47 54 02 32 76	75 13 76 32 03
53 13 59 22 82	87 37 94 62 65	18 40 14 38 71	41 55 14 50 28	62 74 08 31 58
93 59 48 96 88	04 83 14 84 53	45 70 37 18 05	79 14 45 55 46	28 55 36 35 77
58 14 07 89 30	51 76 38 05 32	13 01 23 63 33	24 73 13 21 16	46 78 20 67 32
47 40 60 22 29	52 16 70 44 19	46 41 93 73 78	68 88 42 02 28	66 17 83 37 38
28 02 81 52 80	56 08 63 06 22	35 50 32 75 22	66 69 65 97 35	87 65 33 29 10
69 24 61 41 42	24 73 45 55 46	47 21 95 09 62	86 67 29 74 54	95 14 74 72 79

Yararlanılan ve Tavsiye Edilen Kaynaklar

Krebs, C.J. 1989. Ecological Merhodology. Harper and Row Publishers, Inc. New York, pp 654.

Southwood, R. and Anderson P. A. 2000. Ecological Methods. 3rd Edition. Blackwell Science, 575 pp.