

RI  
RIES  
RIE  
RIE

B

CILT  
VOLUME  
BAND  
TOME

31



SAYI  
NUMBER  
HEFT  
FASCICULE

2

1981

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

## DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL  
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# HASILAT ARAŞTIRMALARINDA KULLANILABİLECEK DENEME DÜZENLERİ VE BUNLARA İLİŞKİN SORUNLAR<sup>1</sup>

Doç. Dr. H. Alptekin GÜNEL

## KISA ÖZET

Orman hasılat araştırmaları, sonuçlarının alınması uzun zaman isteyen ve çok sayıda faktörün dikkate alınması gerektiği çalışmalardır. Bu yüzden, araştırmaların ortak bir esasa göre yürütülmesi, söz konusu esasların mümkün olduğu kadar basit ve açık tutulması gerekir. Denemenin planlanması teorisinin sağladığı olanaklar bu konuda yararlanılabilecek en güvenilir kaynaktır.

Hasılat araştırmalarında söz konusu olabilecek deneme düzenlerinden tesadüfi sıralar ve eksik bloklar düzeni mevcut kısıtlamalara uygunluğu, dolayısıyla kullanılma potansiyeli yüksek iki düzendir.

Orman hasılat araştırmalarının başlatılabilmesi ve başarıyla sonuçlandırılabilmesi, idari, teknik ve pratik sorunların tanınması ve özenle çözüme ulaştırılması ile mümkündür. Araştırmalarının geleceğe yönelik en güvenilir yatırımlar olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

## 1. GİRİŞ

Birim orman alanından daha yüksek odun hasılatı elde etme isteği güncelliğini her zaman korumuş, fakat bu güne kadar Türk ormancısının çözümlerini getirmekte yeterli özeni göstermediği sorunlardan biridir.

Hızlı büyüyen türler bu genel sorunun ancak kısmen çözümüne yönelik bir konudur. 1980 yılında Türkiye'deki odun tüketiminin gerçekte 28 milyon m<sup>3</sup> civarında olduğu ileri sürülmektedir. Bugünkü durumda Orman Genel Müdürlüğü'nün üretimi 22 milyon m<sup>3</sup> dolaylarındadır. Her yıl idare süresi 25 yıl kabul edilen hızlı büyüyen türlerle 30 bin hektarlık bir alanın ağaçlandırılmasının gerçekleştirildiği ve hektarda 10 m<sup>3</sup> lık bir artım sağlandığı varsayılacak olursa, hızlı büyüyen türlerde 25 yıl sonra elde edilecek odun miktarı 7.5 milyon m<sup>3</sup> tür. Geriye kalan ormanlar da gereken iyileştirilmelere gidilmediği takdirde 25 yıl sonra ancak 1980 nin ihtiyacını karşılayabilecek bir üretim elde edilebilecektir. Buna karşı, artan nüfus, gelişen hayat standardı ve odun teknolojisine dikkate alındığında, oduna olan talebin bugünkü miktarın iki katı olacağını söylemek bir abartma değildir. Bu nedenle, hızlı büyüyen türlerin tartışıldığı bu toplantı bize birim olarak daha çok üretim so-

\* Türkiye'de hızlı gelişen endüstriyel ağaçlandırmalar sempozyumunda sunulan tebliğ (21 - 28 Eylül 1981 - Kefken).



rununun en büyük ve önemli parçasını, diğer bir deyişle doğal ormanlarımızın ıslâhı ve optimal yapıya kavuşturulması konusunu dikkatlerimizden kaçırmamalıdır. Bu konunun en kısa zamanda ele alınarak ayrıntıları ile tartışılmasının zamanı çoktan gelmiştir.

Bu soruna ilişkin olarak kısaca bir iki hususu hatırlatmada yarar vardır.

Birim alanda elde edilecek odun hasılatı

a. Ağaç türü, b. Yetiştirme ortamı özellikleri, c. Uygulanan teknik müdahaleler, d. Kullanılan ölçme ve hesap tekniği, e. Uygulanan kesim tekniği, f. Hastalık ve diğer zararlılara karşı alınan önlemler, h. Ulaşım tekniği gibi faktörlerin ortak etkileri sonucu olarak belirlenmektedir (GÜNEL, s: 25). Bu faktörlerden ilk üçünün odun verimini ne yönde etkilediğini araştırmak Orman Hasılat Bilgisinin üzerine aldığı görevdir.

Meşçereye uygulanan teknik müdahaleleri, müdahale objesine göre ikiye ayırmak mümkündür.

i. Uygulama objesi ağaç olanlar, ii. Uygulama objesi yetiştirme ortamı, daha doğrusu toprak olanlar.

Birinci gruptaki müdahaleler, meşçereyi oluşturan ağaçlar arasındaki rekabeti, meşçere verimini yükseltecek şekilde düzenlemeyi ve meşçere sağlığını korumayı hedef alırlar. Yetiştirme ortamının iyileştirilmesine yönelik ikinci grup müdahaleler, toprak işleme, sulama, drenaj, gübreleme gibi daha çok toprak özelliklerini düzeltmek amacındadırlar.

Gübreleme yolu ile birim alandaki verimin yükseltilmesi Türkiye'de de tartışılması yapılan, fakat konusu bu tebliğin amacı dışında kalan bir sorundur. Bununla birlikte, özet olarak söylenebilir ki, üretimi yükseltmek amaçlandığına göre, gübrelemenin daha çok düşük bonitetler için düşünülmesi gerekir. Ne var ki, bu gibi yerlerde verim yalnız, söz gelimi, azot veya potasyum eksikliğinin bir sonucu değildir. Sathi toprak derinliği, aşırı eğim, yetersiz yağış v.b. gibi olumsuz özellikler verim düşüklüğünün diğer nedenleri olabilmektedir. Ayrıca, topraktaki besin elementleri arasındaki dengenin bozulmasının da verim düşüklüğüne yol açtığını gösteren örnekler vardır (ASSMANN, S: 421). Gübrelemenin zamanı, miktarı, teker-tür aralığı ile ilgili sorunlar henüz doyurucu bir çözüme ulaştırılamamıştır. Bu yüzden, gübrelemenin ona en çok ihtiyaç duyduğumuz yörelerde yetersiz kaldığını rahatlıkla ileri sürebiliriz. Türkiye geniş alanlar kaplayan bozuk ormanların varlığı, iyi orman olarak nitelendirilen ormanların da henüz optimal yapıya kavuşturulmamış olması, gübrelemenin Türk ormancısı için acil bir sorun olmadığı kimsini desteklemektedir. Bununla birlikte, gübreleme ile ilgili sorunların akademik düzeyde araştırılması kuşkusuz isabetli bir hareket olacaktır.

Birim alandaki verimi etkileyen faktörlerden biri olan ağaç türünün bu yöndeki katkısı aynı türün genetik özellikleri yüksek bireylerden elde edilen tohum ve fidanlarla ağaçlandırmaya gitmekte yüksekilebildiği gibi, ağaçlandırmalarda aynı türün daha iyi büyüme yapan ekotipini kullanmak veya hızlı büyüme gösteren yabancı türlerin ithali suretiyle de artırılabilir. Ayrıca, yabancı türlerin de artırılabilir.

Ağaçlandırmalarda yabancı bir türün kullanılması, bu ağaç türünün biyo-

\* Yabancı tür terimi ile yalnız ülke dışından getirilen tür değil, aynı ülkenin farklı bölgesinden getirilen tür de kastedilmektedir.



lojik özellik ve istekleri yanında, ağaçlandırılacak yörenin yetişme ortamı özellikleri, çevredeki pazar koşulları ve o türün hastalık ve zararlılarının dikkate alınması zorunludur. Bu hususlardan her hangi birinin yeteri özenle göz önünde tutulmaması yapılan emek, masraf ve geleceğe yönelik beklentilerin boşa çıkmasına neden olabilmektedir. Buna göre, yabancı türlerle geniş alanlarda ağaçlandırmaya gitmeden önce bu türlerin hasılat ve diğer genetik özelliklerini belirleyecek ön araştırmaların yapılmış, ihtiyaç duyulan bilgilerin elde edilmiş olması gereklidir. Ne yazık ki, Türk ormancılığı bu konuda oldukça geç kalmıştır. Kısıtlı koşullarda yürütülen bazı çalışma sonuçları ise, Türkiye çapında yapılacak yabancı tür ağaçlandırmalarına istenen esasları sağlamaktan uzaktır. Esasen, sorunun her yetişme bölgesi için yerel olarak ele alınma zorunluluğu vardır.

Hasılat araştırmalarının güvenilir sonuçlar vermesi ve bu sonuçların karşılaştırılabilmesi, söz konusu çalışmaların ortak bir düzen ve anlayış içinde yürütülmesine bağlıdır. Bu tür çalışmalar çok uzun zaman devam edebildiğinden, araştırmada esas alınan kriterlerin basit tutulması ve açık bir şekilde ortaya konması gerekir. Araştırma amacı, araştırmanın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında izlenecek yol ve yöntemler kuşkuyla yer vermeyecek şekilde ortaya konmalı, gösterilen faaliyetler, yapılan ölçme ve gözlemler ile araştırma ile ilgili ayrıntılar araştırmaya sonradan katılacak elemanların kolayca anlayabileceği açıklıkta ve kapsamda kayıtlara geçirilmelidir.

Yukarıda değinildiği gibi, ülkemizde orman hasılat çalışmaları için ihtiyaç duyulan deneme alanı şebekeleri bu güne kadar gereken kapsam ve sayıda kurulamamıştır. Gerçekte, bu tür deneme alanı şebekelerin kurulması, periyodik ölçmelerinin düzenli olarak yapılması ve çeşitli zararlılara karşı korunması oldukça zahmetli ve külfetli bir iştir. Bu tür çalışmalar, bütün dünyada, Orman Araştırma Kurumları tarafından, diğer bilimsel kurumlarla işbirliğine gidilerek yürütülmektedir. Ülkemizde böyle bir işbirliğinin, bir iki iyi niyet gösterileri dışında, sağlanamaması Türk ormancılığının zararına olmuştur. Geçmişteki hatalı davranışlarda ısrardan vazgeçerek ormancılığımızın sorunlarına birlikte eğilmek ve bunu geleneksel bir tutum durumuna getirecek çarelere bir an önce etkinlik kazandırmak bu vesileyle ifade etmek istediğim dilektir.

Daha önce işaret edildiği gibi, yabancı türlerle yapılacak hasılat araştırmaları sonuçlarının güvenilir ve karşılaştırılabilir olabilmesi için, araştırmalarda istatistik yöntemlerin olanaklarından yararlanılması ve deneme alanlarının aynı deneme düzenine göre kurulması gereklidir.

Bu yazının amacı, söz konusu araştırmalarda kullanılacak deneme düzenlerinden bazılarını genel çizgileri ile tanıtmak ve ortak düzenin kararlaştırılmasına yardımcı olmaktır. Bir deneme düzeninin kararlaştırılmasında, deneye sokulacak faktörler önemli rol oynadığından, önce yabancı türlerle yapılacak hasılat araştırmalarında dikkate alınması gereken faktörler üzerinde durulacaktır.

## 2. HIZLI BÜYÜYEN YABANCI TÜRLERLE YAPILACAK HASILAT ARAŞTIRMALARINDA YER VERİLMESİ GEREKEN FAKTÖRLER

Genel karakteri itibarıyla hasılat araştırmalarında dikkate alınması gereken faktörlerin sayısı oldukça kabardır. Ağaç türü, aynı türün orijinleri, toprak ıslah şekilleri, fidanların dikime hazırlanış yöntemleri, dikim yöntemleri, uygulanacak aralık - mesafe değerleri, aralama ve şiddetli, zamanı ve araklıkları, yetişme



ortamının nitelikleri kapsamlı ve geçerli bir hasılat araştırmalarında deneye sokulması gereken faktörlerdir.

Bu kadar çok sayıda faktörün aynı deneyde yer alması deneye çok karmaşık bir yapı vereceği gibi, deneyin vazını ve yürütülmesini olanaksız değilse bile son derece güç kılacaktır. Bu kadar sayıda faktörün yer alacağı bir deneme bloku büyüklüğünde toprak özelliklerini sabit tutmak hiç bir zaman söz konusu olamamaktadır. Bu nedenle deneye alınacak faktörlerin azaltılması zorunluluk arz etmektedir. Bunun için aşağıdaki üç yaklaşımdan yararlanılabilir.

- i. Yurt içinde ve dışında yapılmış çalışmaları gözden geçirmek ve denemenin yapılacağı yörenin yetiştirme ortamını inceleyerek deneme alınacak ağaç türü sayısını azaltmak,
- ii. Deneme bloklarını küçültmeye izin veren deneme düzenlerini kullanmak,
- iii. Sonuçların karşılaştırmaların sıralama (ordinal) ölçeğinde yapmak.

Yukarıda işaret edildiği gibi, Hasılat Bilgisi açısından, bir meşcereden elde edilecek odun miktarı ağaç türüne, uygulanan aralama kesimlerinin şiddet ve türüne, bunları uygulama zaman ve aralıklarına, yetiştirme ortamının kalitesine göre belirlenmektedir.

Denemeye alınacak ağaç türü sayısı her şeyden önce yetiştirme ortamı özellikleri ile sınırlıdır. Bunun dışında, eldeki para ve işgücü miktarı, istenilen miktarda tohum ve fidan temin edilip edilemeyeceği bu konuda kısıtlayıcı diğer etkenlerdir. Örneğin, Pinus radiata nispi rutubeti % 60 in altına düşen yerlerde başarılı olamamaktadır. Dolayısıyla Türkiye koşullarında bu tür ağaçlandırmalarda sınırlı olarak kullanılabilir.

Öte yandan, meşcere verimini etkileyen ikinci ana faktör aralamaların amacı meşcere içindeki kök ve rekabetini olumlu yönde etkilemek için, ağaca isabet eden büyüme ortamını ayarlamaktır. Dikim yolu ile oluşturulmuş meşcerelerde ağaç başına düşen ortalama büyüme alanının doğal yolla getirilmiş meşcerelerin ilk yıllardan itibaren aralama kesimleri görmüş durumlarına tekabül ettiği kabul edilebilir. Bu kabule göre, aralama şiddeti yerine dikim zamanındaki aralık ve mesafenin alınması ihtiyaca yeterli olacaktır. Gerçekten Kuru dağdaki Kızılcım Ağaçlandırma alanlarında yapılan son bir araştırmaya göre<sup>1</sup> büyüme alanını belirli bir miktarın üzerine çıkarmak aslı meşcere veriminde kayba yol açmaktadır. (\*)

Açık alanlarda yetiştirme ortamı kalitesini tayinde tam açıklığa kavuşturulmamış bazı sorunların bulunması böyle yerlerde yetiştirme ortamını geniş sınırlar içinde nitelendirilmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu tür ayırım genel düzeyde yapıldığında, deneme alanlarının araziye uygulanmasında, uygulama yerlerinin çevrenin genel özelliklerini temsil eden yerler olmasına özen gösterilmesidir. Sıcaklık, yağış ortalamaları ile toprak özellikleri yetiştirme ortamını ayırım kriterleri olarak alınmalıdır. Yetiştirme ortamı için üç genel sınıf oluşturulması kanımca yeterlidir.

Ağaçlandırma alanlarında söz konusu olan diğer bir faktör toprak işleme şeklidir. Kanımca bu konuda ayrıntıya inilmekten kaçınılmalı ve her yerde kolayca uygulanabilecek bir şekilde benimsenmelidir.

Fidan dikimlerinde de tek bir metodun seçilmesi deneye girecek faktörleri azal-

\* Odabaşı, T. Keşan mıntıkasında Kızılcım plantasyonlarında aralama denemelerine ait ön sonuçlar (Tebliğ).

tacağından ve bu nedenle replikasyonların büyüklüğünü artırmayacağından tercih edilmelidir.

Dikim şekillerinden üçgen dikimin rüzgâr ve güneşin olumsuz etkilerine karşı daha iyi koruma sağladığı, araziye daha etkin bir şekilde kullandığı kabul edilmektedir (SAATÇIOĞLU, S. 343).

Dikimlerde,  $1^m \times 1^m$  ilk şekli standart kabul edilerek, 0,5 m ilk beş aralık kademesi uygulanması kanımca yeterli olacaktır. Böylece,  $1,15 \times 1,5$ ,  $2 \times 2$ ,  $2,5 \times 2,5$  ve  $3 \times 3$  m ilk kademeler denemeye alınacak dikim aralıkları olmaktadır.

Ancak, yukarıda sözü edilen standart konusu silvikültürcü ile işbirliği yapılarak daha isabetli olarak kararlaştırılabilir.

Bir örnek olarak ağaç türünün dört düzeyde (dört ağaç türü) denemeye sokulması beş aralık - mesafe kabulü ve iki toprak işlemesi durumunda, bir yetiştirme ortanı türü için tam bloklar düzeninde gerekli deney parseli sayısı  $4 \times 5 \times 2 = 40$  tane'dir.

### 3. DENEME PARSELLERİNİN ŞEKİL VE BÜYÜKLÜĞÜ

Deneme parselleri, kare, dörtgen, daire veya daire kesmesi şeklinde alınabilmektedir. Toprak özelliklerinin çabuk değişmediği yörelerde, dar dikdörtgen şekilli parsellerin, aynı yüzeye sahip kare şeklindeki parsellerden daha etkin olduğu kabul edilmekle birlikte, söz konusu özelliğin değişkenlik gösterdiği yerlerde kare parsellerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Blokları oluşturan parsellerin mümkün olduğu kadar birbirlerine yakın alınması parseller arası değişkenliği azaltmada yarar sağlamaktadır. Meyilli arazilerde olduğu gibi, toprak özelliklerinin belirli bir yönde değişkenlik göstermesi durumunda bloklar bu yöne dik gelecek şekilde araziye uygulanmalıdır.

Deneme parsellerinin büyüklüğü karşılaştırılmaların hangi ölçüğe göre yapılacağı ile ilgilidir. Ağaç türlerinin verimleri karşılaştırılırken, verimlerin sadece birbirlerinden az veya çok olduğunun bilinmesi ile yetinilebileceği gibi (sıralama ölçüğü), verimler arasındaki farkın sayısal olarak da ortaya konması istenebilir (oran-sal ölçek).

Birinci tür karşılaştırma için, deneme parsellerini daha küçük tutma olanağı vardır. Bu durumda replikasyonlar da daha küçük olacak, dolayısıyla toprak özelliklerinde değişimin yol açtığı farklılık önemli ölçüde elemine edilebilecektir. Bu tür denemede, bir deneme parselinin 50 ağaç alacak kadar büyüklükte tutulması kanımca yeterlidir. İkinci tür karşılaştırma için deneme parsellerinin en az  $30 \times 30$  m<sup>2</sup> büyüklüğünde alınması gerekir. Ayrıca, deneme parselleri etrafına 5 metreden az olmayacak tampon şerhlerin yerleştirilmesi gerektiğinden, 40 deneme parselinden oluşacak bir replikasyon büyüklüğü 5,13 hektar veya daha fazla olacaktır.

### 4. ORMAN HASILAT ARAŞTIRMALARINDA KULLANILAN BAZI DENEME DÜZENLERİ

İster niteliksel, ister niceliksel türden olsun, çeşitli türlerin veya bunların ekotiplerinin verimlerini karşılaştırmada kullanılacak deneme düzenleri esas itibarıyla aynıdır. Bu amaçla yararlanılan deneme düzenlerinin sayısı oldukça kabardır. An-



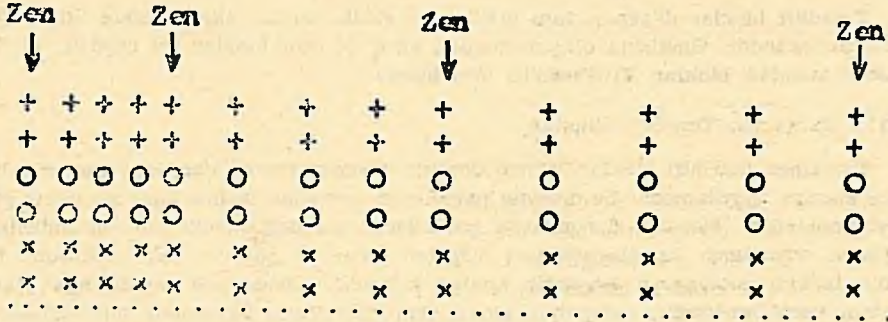
cak, bunlardan bir kısmının araziye uygulanışı nispeten güçlük arzetyemekte, bir kısmının yürütülmesi ise deneme düzenleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmayı gerektirmektedir. Bu nedenle, tebliğde söz konusu deneme düzenlerinden bir kısmı üzerinde durulmuştur. Kısaca tanıtılacak düzenler şunlardır ;

- Tesadüfi sıralar düzeni,
- Satranç düzeni,
- Tesadüfi bloklar düzeni.
  - a. Tamamen tesadüfi bloklar düzeni,
  - b. Tesadüfi tam bloklar düzeni,
  - c. Eksik bloklar düzeni,
  - d. Eksik replikasyonlar.

**4.1. Tesadüfi Sıralar Düzeni**

Bu düzende her ayrı ağaç türü bir veya birkaç sıra halinde dikilmektedir. Hangi sıraya hangi türün dikileceği tamamen tesadüfi şekilde kararlaştırılmaktadır. Her sırayı bir deneme alanı olarak düşünmek mümkündür. Ancak, deneme alanlarının büyüklüğü farklı olabilecektir.

Bu düzende çok sayıda tür kullanılabilir. Ağaçlar arası dikim aralığı bir veya her iki yönde sistematik olarak değiştirilebilir. Yanlız, aynı sütuna düşen ağaçların aynı dikim aralık ve mesafesinde olması gerekir (Şekil 1).



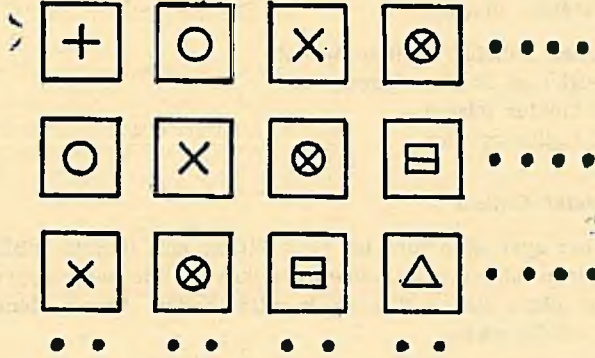
Şekil 1. Tesadüfi sıralar düzeni. (Her işaret farklı türü göstermektedir.)

Sıraların alana uygulanması gayet kolaydır. Ayrıca türlerin yerleri sonradan kolaylıkla bulunabilir. Her büyükdükteki alana uygulanabilmektedir. Düzenin maliyeti de düşüktür. Ancak, ağaçların zamanla ölmesi durumunda başlangıçtaki aralık-mesafenin korunması çok güçtür. Düzen sayısal karşılaştırmaya pek uygun olmamakla birlikte, türlerin diğer genetik özellikleri kolayca karşılaştırılabilir. Nelder'in önerdiği düzen sıraların çeyrek daire içine yerleştirilmiş özel şeklidir.

**4.2. Satranç Düzeni**

Aynı türün bireylerinden oluşan deneme parselleri bir satranç tahtasını andırarak şekilde araziye uygulanmaktadır. Sıralar ve sütunlardaki dizilim tesadüfi olarak karşılaştırılan ilk sıra ve sütunun bir parsel sağa (veya sola) ve yukarıya (veya aşağıya) kaydırılmasıyla elde edilmektedir. Düzenin araziye uygulanması kolay-

dır. Bununla birlikte farklı aralık mesafedeki dikimler arasında geçiş zonlarına gerek olduğundan sıra düzenine göre daha büyük bloka ihtiyaç gösterebilmektedir. Bu yüzden deneye alınacak tür sayısı nispeten kısıtlıdır. Niteliksel ve niceliksel karşılaştırmalar için kullanılabilir. Ancak, parseller yeteri büyüklükte değilse niteliksel karşılaştırmalara daha çok uygundur. Düzen gerçekte Lâdin karelerinin özel bir şeklidir (Şekil 2).



Şekil 2. Satranç düzeni örneği.

#### 4.3. Tesadüfi Bloklar Düzeni

Tesadüfi bloklar düzenini tam bloklar ve eksik bloklar olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Blokların oluşturulmasına göre de tam bloklar iki çeşittir. 1) Tamamen tesadüfi bloklar, 2) Tesadüfi tam bloklar.

##### 4.311. Tamamen Tesadüfi Bloklar

Tamamen tesadüfi bloklar bilinen deneme desenlerinin en basitidir. Bununla birlikte araziye uygulanması ile deneme parsellerin sonradan tesbiti bazı zorluklar gösterebilmektedir. Mümkün durumlarda parseller arası değişkenlik en aza indirildiğinden sonuçların karşılaştırılması nispeten daha az güvenle yapılmaktadır. Bununla birlikte sonuçların istatistik analizi kolaydır. Düzen çok sayıda ağaç türüne izin verebilmektedir, dolayısıyla bloka yeni parsellerin eklenmesi mümkündür.

##### 4.312. Tesadüfi Tam Bloklar

Tesadüfi tam bloklar parseller arası değişkenliği en aza indirmek için bağvuran bir düzendir. Bu amaçla dikim alanı eşit büyüklükte bloklara ayrılmakta işlemlerin parsellere dağıtımı her blok için bağımsız olarak uygulanmaktadır. Aynı işlemi gören parseller arasındaki farklılık en aza indirildiğinden sonuçların karşılaştırılmaları daha güvenli yapılabilmektedir. Söz konusu güvenliğin ortaya çıkabilmesi için bloklararası kareler ortalamasının hata kareler ortalamasından büyük olması gerekir. Bloklar oluşturulurken bu durum sağlanamamışsa tamamen tesadüfi bloklar düzeninin güvenilirliği ile tam tesadüfi bloklar düzeninin güvenilirlikleri en azından farklı olmayacaktır.

Tesadüfi tam blokların araziye uygulanması kolay olmakla birlikte blokların büyük tutulmasının doğuracağı sakıncalar yüzünden deneye sokulacak tür sayısı kısıtlanabilmektedir. Uygun arazilerde blok sayısı artırılabilir. Sonuçların istatistik analizi kolaydır.



Tesadüfî tam bloklar düzeninde bir bloktaki parsellerin satır ve sütunlardaki dağılımları kısıtlamaya tabi tutularak lâtin kareleri düzeni elde edilmektedir. Lâtin karelerinde her hangi bir işlem aynı satır ve sütunda yalnız bir kez yer alabilmektedir. Bu yüzden satır ve sütunlar «ortogonal» durumudurlar. Lâtin kareleri değişkenliği iki yönde de azalttığından daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak, bu düzende parsel sayısı işlem sayısının karesine eşit olmak zorundadır. Bu zorunluluk blokların büyüklüğünü artırmakta düzeni daha az elastiki kılmaktadır. Düzen her türlü araziye uygulanamamaktadır. Bununla birlikte, müsait yerlerde araziye uygulanması kolaydır.

Lâtin karelerinin «tek boyutlu» kısıtlamaya göre olan üstünlüğü, ikinci kısıtlamanın verdiği «kareler ortalamasının» düzenin hata kareler ortalamasından büyük olmasına bağlıdır. Ayrıca bu büyüklük, serbestlik derecelerine göre belirlenen bir oranı aşmalıdır.

4.32. Eksik Bloklar Düzeni

Tesadüfî tam bloklarda, bir bloğun içerdiği parsel sayısının fazla olması durumunda, blok büyüklüğü artmakta, bunun sonucu bloklara ayırmadan beklenen yarar sağlanamamaktadır. Bu nedenle arazi araştırmalarında blok büyüklüğünü küçük tutacak düzenlere gerek duyulmuştur. Denemenin faktöriyel olmadığı durumlarda eksik bloklar düzeni bu amaçla baş vurulan düzen çeşidi olmaktadır. Çok değişik şekilleri olan eksik bloklar düzeninden burada sözü edilecek olan dengelenmiş eksik bloklar düzeninin basit formu ile Youden dikdörtgeni formudur.

Eksik blokların genel özelliği, bloklardaki parsel sayısının işlem sayısına eşit olmaması, çok kez parsel sayısının işlem sayısından az olmasıdır. Buna göre blokların içerdiği işlemler birbirlerinden fark etmektedir. Dengelenmiş eksik bloklarla, her bloktaki parsel sayısı aynıdır. Blokların tümü nazara alındığında, işlemlerin tekrerrür sayıları eşit olmaktadır. Ayrıca, bir blokta her hangi iki işlem çifti kaç kez tekrerrür ettirilmişse, diğer ikill işlem kombinasyonları da genelde aynı sayıda tekrerrür etmelidir.  $t =$  işlem sayısını,  $r =$  tekrerrür sayısını,  $b =$  blok sayısını ve  $k =$  bloktaki parsel sayısını göstermek üzere, dengelenmiş eksik bloklar düzeninde  $t \times r = b \times k$  ve  $n(t-1) = r(k-1)$  eşitlikleri vardır. Son eşitlikteki  $n$  işareti ikili işlem kombinasyonlarının tekrerrür sayısını göstermektedir (Şekil 3).

|      |                                                                                      |     |   |   |   |     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|---|-----|
| Blok |                                                                                      | Rep |   |   |   |     |
| 1.   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 1   | 2 | 3 | 4 | I   |
| 1    | 2                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 3    | 4                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 2.   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td></tr></table> | 1   | 3 | 2 | 4 | II  |
| 1    | 3                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 2    | 4                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 3.   | <table border="1"><tr><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td></tr></table> | 1   | 4 | 2 | 3 | III |
| 1    | 4                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 2    | 3                                                                                    |     |   |   |   |     |
| 4.   |                                                                                      |     |   |   |   |     |
|      | $t = 4, k = 2, r = 3, b = 6$                                                         |     |   |   |   |     |

$t = 7, k = r = 4, b = 7$

|      |      |    |     |    |
|------|------|----|-----|----|
|      | Rep. |    |     |    |
| Blok | I    | II | III | IV |
| 1.   | 1    | 2  | 3   | 4  |
| 2.   | 2    | 3  | 4   | 5  |
| 3.   | 3    | 4  | 5   | 6  |
| 4.   | 4    | 5  | 6   | 7  |
| 5.   | 5    | 6  | 7   | 1  |
| 6.   | 6    | 7  | 1   | 2  |
| 7.   | 7    | 1  | 2   | 3  |

Şekil 3. Dengelenmiş eksik bloklar düzeni örneği.

Şekil 4. Youden dörtgeni düzeni örneği.

Dengelenmiş eksik bloklar düzeninin en önemli sakıncası  $t \times r = b \times k$  eşitliğinin sağlanmadığı  $t$ ,  $r$ ,  $b$  ve  $k$  değerleri için söz konusu düzenin bulunmamasıdır. Bu eşitlik sağlansa bile, bazı  $t$ ,  $r$ ,  $b$  ve  $k$  değerleri için düzen gene olmayabilmektedir. Buna karşı, bloktaki parsel sayısı küçük tutulabiliyorsa, diğer bir deyişle blok büyüklüğü azaltılabiliyorsa, oldukça değişik ( $t$ ) değerleri için dengelenmiş eksik bloklar düzeninde formlar oluşturulabilmektedir.

Lâtin karelerine benzer bir düzenin eksik bloklarla oluşturulmak istenmesi Youden dikdörtgeni formunun ortaya atılmasına yol açmıştır. Youden dikdörtgeninde satır veya sütunda yer alan parsel sayısı işlem sayısından azdır. Bazı dengelenmiş eksik bloklar düzenini Youden dikdörtgeni şeklinde oluşturmak mümkündür (Şekil 4).

Hata kareler ortalamasında yeteri bir azalma sağlamıyorsa, eksik bloklar düzeni kullanılmamalıdır. Genel olarak denebilir ki, bloklardaki parsel sayısı ile denemede kullanılacak işlem sayısı arasında fark fazla ise eksik bloklar düzeninin etkinliği yükselmektedir.

Eksik bloklar düzeninin araziye uygulanması zor olmamakla birlikte biraz daha külfetlidir. İstatistik analizler tam bloklardan daha karmaşıktır. Denemenin genişletilmesi gayet sınırlıdır.

#### 4.33. Eksik Replikasyonlar

Denemenin faktöriyel tipte olması durumunda, eksik bloklar düzenindeki düğünce şekline benzer bir yaklaşımla blok büyüklüğünün azaltılması sağlanmaktadır. Bu amaçla başlıca iki teknik kullanılmaktadır.

a. Eksik faktöriyel düzen, b. İşlemlerin şaşırtılması (confounding).

Her iki yaklaşımın blok büyüklüğünün azaltılması durumunda denemedeki bazı işlemlerin istatistik analizi yapılamamaktadır. Blok büyüklüğünü azaltma karşılığı, eksik faktöriyel düzende ödenen bedel bazı iki ayrı işlemi aynı varyans oranı ile denetleme zorunluğunun bulunmasıdır. Bu da bazı yanlış yorumlara yol açabilmektedir.

Eksik replikasyon tekniğinde blokların hangi işlemlerden oluşacağı denemenin düzenlenmesi bilgisine sahip olmayı gerektirmektedir. Biraz önce değinildiği gibi, sonuçların karşılaştırılması ancak yeterli bir istatistik bilgisi ile yapılabilmektedir. Deneye sonradan yeni işlemlerin sokulması mümkün değildir (Şekil 5).

### Rep. I

|     |     |
|-----|-----|
| a   | (1) |
| b   | ab  |
| c   | ac  |
| abc | bc  |

Şekil 5. İşlemlerin şaşırtılması. 2<sup>3</sup> faktöriyel deneyde ABC şaşırtılmıştır.



## 5. HASILAT ARAŞTIRMALARINDA KULLANILACAK DENEME DÜZENLERİNE İLİŞKİN SORUNLAR

Hasılat araştırmalarında kullanılacak deneme düzenleri ile ilgili sorunları i. Deneme düzeninin seçimine ilişkin sorunlar, ii. Denemenin uygulanması ve yürütülmesine ilişkin sorunlar olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Gerçekte, bu gruplar birbirinden tamamen bağımsız değildirler. Bir gruptaki bir sorunun çözümü diğer gruptaki başka bir sorunun çözümü ile yakından ilişkilidir.

### 5.1. Deneme Düzeninin Seçimine İlişkin Sorunlar

Daha önce kısaca değinildiği gibi, bir deneme düzeninin seçiminde aşağıdaki hususların dikkate alınması gereklidir.

— Düzenin amaca uygunluğu, — Düzenin yapısındaki sadelik, — Düzenin araziye uygulanmasındaki kolaylık, — Karşılaştırmaların yapılmasındaki kolaylık. — Düzenin denemeye alınacak işlem sayısını kısıtlayıp kısıtlamadığı, — Düzenin sonradan genişletilmeye uygun olup olmadığı, — Düzenin güvenilirlik düzeyi, — Düzenin gerektirdiği masraf ve eleman durumu, — Denemenin sağlamlığı.

Hasılat araştırmalarında dikkate alınması gereken işlem sayısı oldukça yüksektir. Denemelerin uzun süre devam etmesi ve bu zaman karşısında ortaya çıkabilecek kayıplara karşı tekrerrür sayısını artırma isteği denemedeki parsel sayısını ve blok büyüklüğünü yükselten hususlardır. Geniş bloklarda toprak özelliklerini benzer tutmak çok zor olduğundan, hasılat araştırmalarında blok büyüklüğünü mümkün olduğu kadar azaltan düzenlerin tercihi zorunlu olmaktadır. Arazi denemelerinde, blok büyüklüklerinin en çok 16, mümkünse bunun yarısı kadar parsel içerecek şekilde alınması tavsiye edilmektedir. Ancak, blok büyüklüklerinin düşürülmesi durumunda ise bazı karşılaştırmalardan vazgeçmek gerekmektedir. Vazgeçilebilecek işlemler genellikle üçlü, varsa daha yüksek düzeydeki etkileşimlerdir.

Böylece özet olarak denebilir ki, sıralama ölçeğinde karşılaştırmalarla yetinilecekse, ilk önce tesadüfî sıralar düzeni göz önünde tutulmalıdır. Oransal karşılaştırmalar amaçlanıyorsa, nisbeten basit araziye uygulanma elâstikliğinin daha fazla dış tehlikelere dayanıklı (sağlam) olması nedeniyle önce dengelenmiş eksik bloklar düzeni üzerinde durulmalıdır. İstatistik analizleri biraz daha karmaşık olmasına karşın, bölünmüş parsellerde işlemlerin şaşırtılması tekniğini kullanıp kullanılmayacağı da tartışılmalıdır. Bu amaçla bir istatistikçi ile işbirliği yapmada yarar vardır.

### 5.2. Deneme Düzeninin Uygulanması ve Denemenin Yürütülmesine İlişkin Sorunlar

Yukarda değinildiği gibi, orman hasılat araştırmalarından büyük bloklar halinde ve çok tekrerrürü yapılması arzu edilmektedir. Ancak, büyük bloklarda toprak özellikleri ile eğim, bakı ve yükselti gibi diğer hususların fark edebilmesi araştırmacıyı en çok kısıtlayan faktörlerdir. Bir bloğun yanyana yer almış parsellerden oluşması zorunluğu yoktur. Toprak özellikleri ile diğer fizyografik özellikleri aynı parseller birbirlerinden oldukça uzakta olabilirler. Buna rağmen, uygulamada parselleri yan yana alma eğilimi görülmekte, bu blokları benzerliği olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Parseller yan yana alınmasa bile, arazi özelliklerinin nerelerde değişmeye başladığını tesbitte yeterli özen gösterilmeden deneme parsellerinin alındığını gösteren örnekler vardır. Yetiştirme ortamı özelliklerinin denemenin başında dikkatle tesbit

edilememesi, deneme parsellerinin girdikleri blokları değiştirebilmekte, bu da denemenin düşünülmeden çok farklı bir şekle dönüşmesine yol açabilmektedir. Hatta bu yüzden sonuçlar geçersiz hale gelebilmektedir.

Deneme parsellerinin araziye uygulanmasında, yetiştirme ortamının genel niteliklerini temsil etmeyen alanların seçimi, en azından sonuçların kapsamını ihtiyaca cevap vermekten uzak bir şekilde daraltacak, dolayısıyla yapılan masraf ve emeğin karşılığının alınmasını engelleyecektir. Temsilci olmayan alanların seçiminde en büyük etken orman veya civarında mevcut açıklıklardan yararlanma isteğidir. Bu gibi açıklıkların sözü edilen genel özellikleri taşıyıp taşımadığı tesbit edilmeden böyle bir yola gidilmesi kesinlikle önlenmelidir.

Hasılat araştırmalarının uzun sürmesi nedeniyle, araştırmaya katılan personel, hatta deneme amacı zamanla değişebilmektedir. Araştırmaya yeni katılan bir kimsenin araştırmanın amacı, yapılan ve yapılmak istenen işlemler ile gözlemler hakkında yeterli bilgiye sahip olması gerekir. Bunun yanında araştırmada başından beri görev almış kişiler de zaman zaman araştırma hakkında bilgilerini yenilemek ihtiyacını duymaktadırlar. Bu nedenle, araştırma ile ilgili kayıtların açık ve yeterli ayrıntıda tutulması büyük önem taşımaktadır. Ne var ki, araştırmalarda en çok ihmal edilen hususlardan biri de söz konusu kayıtların tutulmasında yeteri özenin gösterilmesidir. Bu yüzden yapılması gereken işlemlerin yapılmadığı veya yanlış yapıldığı sık sık raslanan bir durumdur. Geçmişte yapılacak bir hata ve eksikğin giderilmesi çok kez imkânsız olduğu hiç bir zaman akıldan çıkarılmamalıdır.

Araştırmaların yapılması ve yürütülmesi ile ilgili diğer bir sorun, araştırmada görev alacak kişilerin bilgi düzeyi ve çalışma disiplindir. Hasılat araştırmaları arazi faaliyetleri külfetli olan çalışmalardır. Bu yüzden araştırmacının zaman zaman oldukça zor koşullar altında çalışması gerekebilmektedir. Bu zor koşullarda da çalışma istek ve disiplinin yitirilmemesi araştırma sonuçlarının güvenilirliği ve geçerliliği bakımından büyük önem taşımaktadır.

Nihayet, orman sahibinin, araştırmalara yapılacak masrafın geleceğe yönelik en güvenilir ve kârlı yatırım olduğuna içtenlikle inanması ve bunu bir gelenek durumuna getirecek koşulları yaratması gerekir. Aksi halde, araştırmaları başlatmak, başlatılsa bile başarılı bir şekilde sonuçlandırmak söz konusu değildir.

#### KAYNAKLAR

ASSMANN, E., 1970. *The Principles of Forest Yield Study*, Pergamon Press, Oxford.

COCHRAN, G. W., G. M. COX, 1964. *Experimental Design*, 2nd Ed. John Wiley + Sons Inc. N.Y.

FAULKNER, R., 1975. *Seed Orchards*, Her Majesty's Stationery Office, London.

FIRAT, F., 1972. *Orman Hasılat Bilgisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını.

GÜNEL, H., 1980. *Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları*, Roto Baskısı, İstanbul.

KEMPTHORNE, O., 1966. *The Design and Analysis of Experiments*, 5th baskı, John Wiley + Sons Inc. N.Y.

SAATÇIOĞLU, F., 1970. *Sun'ı Orman Gençleştirme ve Ağaçlandırma Tekniği*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını.