

Geyiklerde Populasyon Tahmin Metotları ve Dışkı Sayım Tekniklerinin Gelişmesi

İdris OĞURLU

Celâl Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 23 / 8 / 1993

Özet: Geyik populasyonları; populasyon büyüklüğü (toplam hayvan sayısı), populasyon yoğunluğu (birim alandaki hayvan sayısı) ve katılma oranı (dışkı grupların birim zamanda birim alandaki artışı) gibi bazı karakteristiklere sahiptir. Doğum ve ölüm oranları arasındaki etkileşim, populasyon büyüklüğü ve yoğunluğunda değişikliğe yol açar. Diğer taraftan, geyikler yaşama ortamının her tarafını aynı derecede kullanmaz veya tercih etmezler. Gerek populasyondaki değişiklikler ve gerekse habitat tercihi, iki farklı zaman veya mekanda yapılacak iki ayrı sayım sonucunun kıyaslanması ile kolayca bulunabilir. Bu amaçla, doğrudan ve dolaylı sayım teknikleri, yaygın olarak da dışkı sayım teknikleri kullanılmaktadır.

Bu yazıda sürekle sayımı ve havadan sayım gibi doğrudan sayım teknikleri ile dışkı sayımları ele alınarak karşılaştırılmakta, sistematik dışkı sayımlarının gelişmesi ve bu alanda çalışanlara yol gösterecek temel noktalar tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geyik (*Cervus elaphus*), Populasyon Sürveyi, Yoğunluk Tahmini, Dışkı Sayımları.

Evolution of the Census Methods and Pellet Group Counts of Deer

Abstract: Deer populations have specific characteristics, including population size (total number of animals) or density (animals per unit area) and recruitment rates. Interactions between birth and death rates lead to changes in population size and density. On the other hand, deer populations prefer some parts of their habitats to others. In many cases, information about the changes or trend of the population and habitat preference is easier to obtain than absolute estimates by comparing pellet counts in different times or in different areas. And among the indirect counts pellet-group counts have widely being used.

In this report, methods of some direct (drive count and aerial count) and pellet-group count techniques, evolution in the pellet counts and main points in practices of pellet count techniques were discussed.

Key Words: Red deer, Population Surveys, Direct Counts, Pellet-group Counts.

Geyik Populasyonlarında Yoğunluk Tahminleri

Hareketli olmaları yüzünden hayvan populasyonlarında genellikle tüm bireylerin sayılmasına imkan yoktur. Bunun için bazı yöntemlerle populasyon büyüklüğü tahmin edilir. Bu yöntemler başlıca; direkt sayım, markalama-örnekleme ve dolaylı sayım yöntemleridir (1).

Memelilerde populasyon yoğunluğunun hesabında uygulanan direkt sayım yöntemi, bireylerin geçiş yollarının tespiti ve bu yollar üzerindeki belirli noktalarda bekleyen gözlemcilerin populasyonu saymaları şeklinde uygulanır (2,3-5). Tek bir gözletleme noktasında bütün populasyonun görülebilmesi ise ancak nadir hallerde gerçekleşebilir.

Geyiklerde direkt sayım, genellikle gündüz barındıkları ve saklandıkları sıklıklar ile sabah ve akşam saatlerinde çıktıkları açıklık veya otlaklar arasında işledikleri yollar yahut bu yollar üzerindeki uygun geçit yerlerinde beklemek suretiyle uygulanmaktadır (1, 4).

Geyik populasyonlarının tahmininde kullanılan dolaylı yöntemlerin başında ise dışkı grup ve tanelerinin sayı ve yoğunluklarının tespit edilmesi ve buna dayanarak populasyon yoğunluğu ve büyüklüğünün hesab edilmesi gelmektedir (4-8).

Diğer taraftan, dışkı gruplarının frekanslarından yararlanarak, geyiklerin sahanın hangi kısımlarını ne ölçüde tercih ettikleri, yani habitat kullanımları tespit edile-

(*) Bu çalışma, TÜBİTAK (TOAG-740), KTÜ Araştırma Fonu (KTÜAF) ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından desteklenen bir projenin bulgularını kısmen içermektedir.

bildiği gibi (8-15), ormanlardaki kesim, silvikültürel müdahale gibi uygulamaların habitat üzerindeki etkileri de anlaşılabilir (11, 4, 16). Ayrıca, populasyon kontrolünü amaçlayan operasyonların ve uzun süreli avlanmaların meydana getirdiği etkilerin tahmin edilmesinde, gene dışkı sayım tekniklerinden faydalanılmaktadır (6).

Çeşitli sayım tekniklerin farklı özellikleri ve uygulama alanları bulunmaktadır. Özellikle sistematik dışkı sayımları, uzun yıllar boyunca çok farklı ortamlarda uygulanmış ve bugün için bilimsel esaslara oturtulmuş standart teknikler haline gelmiştir. Aşağıda farklı sayım usülleri tanıtmakta ve dışkı sayımlarının gelişmesi ile bir sayımın planlama ve yürütülmesinde bilinmesi gereken ana noktalar ele alınmaktadır.

Tam Alanda Sayım

Esasen, bir populasyondaki tüm hayvanların sayılmasında kullanılan metotlar, çoğu halde tam tatminkar olmaktan uzaktır (17). Bazen bir alandaki belirli bir memeli türünde populasyonun tamamının sayılması, tüm saha sistematik şekilde yaya yürünerek, veya büyük hayvanlar sözkonusu ise havadan uçakla taranarak yapılabilmektedir. Toplam sayımın sıhhati, hayvanların görülebilme derecesine bağlıdır. Görülebilme ise mevcut bitki örtüsü, hayvanın büyüklüğü ve yılın muayyen zamanlarında gösterdiği aktiviteye bağlıdır (18).

Açık alanda yaşayan büyük hayvanlar, havadan başarılı bir şekilde sayılabilmektedir. Ormanlar gibi önemli oranda örtüye sahip habitatlarda ise bu konuda fazla başarı sağlanamamaktadır. Havadan sayımın yapraklı ormanlarda kullanışlı olmaması, aynı zamanda, hayvanlar ile ortam arasında yeterli kontrastın bulunmaması sebebiyledir (17).

Geyik populasyonunun belirlenmesinde son zamanlarda havadan alınan ve vücut ısıları vasıtasıyla hayvanların yerini ve sayısı tespit eden kızılötesi filmler kullanılmakta ve kesin sonuçlar alınabilmektedir. Ancak, bu yöntem özel arazi şartlarına bağlıdır. Mesela, bu yöntemin uygulanabilmesi için karla kaplı bir zemin gerekmektedir. Bu ise ancak kutba yakın bölgeler ile kış mevsiminde mümkün olmaktadır. Ayrıca, havadan sayım; geniş otlak, fundalıklar gibi açık alanlar istemekte, yapraklı ormanlarda ise ancak açık görüş şartlarının bulunduğu kış aylarında yapılabilmektedir. Işınlara iyi nüfuz edemediği yoğun bir tepe çatısına sahip sık ormanlarda, kızılötesi filmler de etkili olmamaktadır (17). Keza, havadan sayımda, pilotun ve gözlemcilerin gayet tecrübeli ve son derece maharetli olması gerekmektedir (18). Küçük alanlarda havadan toplam sayım mümkün olmasına rağmen büyük alanlarda sayımın

transektler boyunca yapılması (19, 20) veya tesadüfi kareler alınması gereği (21), sayım işini karmaşık hale getirmektedir. Diğer taraftan, havadan sörveyin planlanmasında yanılmanın mümkün olduğunca asgariye indirilmesi için; ağır ve alçak uçuş, dar sayım şeritleri kullanılması ve hayvanların en fazla görülebileceği zamanın seçilmesi gibi kriterlere tam olarak uymak gerekmektedir (22). Sonuç olarak, bu tekniğin uygulanmasının oldukça önemli kısıtlamaları bulunduğu söylenebilir.

Tam alanda yerden tatbik edilecek bir toplam sayım sırasında, populasyon elden geldiğince az rahatsız edilmeli, mükerrer sayımdan ve hayvanların ürküp alanı terketmelerine sebebiyet vermekten kaçınılmalıdır (23).

Tam alanda yürütülen bir toplam sayım usülü de Sürek-tarama sayımıdır. Bu usülden, sayımı yapan elemanlar, avcılarının sürek avında yaptıkları gibi, belli aralıklarla yanyana dizilerek, saf halinde sahaya baştanbaşa tarayarak kateder ve birey sayısını kaydederler. Eskiden bu usül ile hayvan sayısının tamamının, kesin bir doğrulukta tespit edileceği kabul ediliyordu. Ancak, uygulamalar bunun böyle olmadığını göstermiştir (17).

Sürek-tarama sayımının uygulanmasıyla ilgili güzel bir örnek Michigan'daki bir geyik sürüsünde yapılan sürek sayımıdır (17). Burada, 5.2 km²'lik bir alanı işgal eden geyikler, 20-30 m aralıklarla saf tutan 100 kadar sürekçinin sahaya bir uçtan diğer uca sistematik biçimde tarayarak geçmesi suretiyle sayılmıştır. Fakat, sayım sonucu anlaşılabilir biçimde %20 civarında düşük bulunmuştur. Sonuçtaki bu başarısızlığın sebepleri araştırıldığında, bunun sürekçi hattındaki boşluklardan değil, bazı geyiklerin sayım sırasında sık örtü içine yatarak gizlenme şeklinde bir davranış göstermeleri ve dolayısıyla sayım ekibi elemanlarının bu hayvanları görmeden geçmelerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır (17).

Sonuç olarak sürek-tarama sayımının çok sayıda sayım elemanı ile ve ancak sınırları çevrilmiş bir alanda yapılabileceği söylenebilir. Halbuki, çoğu halde sayımın oldukça geniş ve belirli sınırları olmayan alanlarda yapılması gerekmektedir (23). Ayrıca, sürek için gereken yeterli sayıda ve nitelikte gözlemci bulmak her zaman için mümkün olmadığı gibi, ekonomik de değildir.

Belirli Noktalarda Bekleyerek Sayım

Rupicapra rupicapra gibi bazı yaban hayvanlarında kullanılan doğrudan sayım yöntemi, geyikler için ancak nadir hallerde uygulanabilmekte ve pratik olmamaktadır. Bunun önde gelen sebebi, geyiklerin buldukları yerlerin genellikle ormanlık alan olmasıdır (6).

Belirli noktalarda bekleyip gözlemek suretiyle geyik popülasyonunu sayabilmek için, 2 saatten az olmayan (tercihan 2-3 saatlik) bir süreye ihtiyaç vardır (4). Böylece, sınırlı bir alan için, bu alanda barınan geyik sayısını, yani popülasyon büyüklüğünü ve ayrıca yoğunluğunu doğrudan hesaplamak mümkündür. Bununla beraber, tek gözlemlerle popülasyonun tamamını görme şansı fazla değildir. Popülasyonun bir kısmını bir gözlemlerle, diğer kısmını da başka gözlemlerle sayarak, birden fazla gözlemlerle sürveyi tamamlamak mümkün görülse bile, böyle bir durumda, aynı bireyin tekrar sayılması ihtimali vardır. Bunu önlemek için, hayvanların veya hiç olmazsa sürülerin ayırılmasına yarayan, boyun bandı gibi gereçler kullanarak işaretleme yapmak gereklidir. Buna benzer zorluklarına rağmen direkt sayımlar, diğer popülasyon tahmin yöntemleri yanında tamamlayıcı bir unsur olarak uygulanmakta veya dolaylı tahmin sonuçlarını denetlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Sayımlarda zaman olarak, Aralık-Nisan periyodunun uygun olduğu; özellikle Nisan-Mayıs aylarında sabah 06.00 ila 10.00 saatleri, akşam 16.00 ila 21.00 saatlerinin en müsait zamanlar olduğu tecrübe edilmiştir (4, 14). Orman alanları sözkonusu ise başarısız dikim boşlukları bulunan sıklıklar, gözlem için elverişli habitatlardır. Bu özellikteki bazı alanlarda, km²'de 30-40 bireyin gözlemlendiği kaydedilmiştir (4). Ancak bunun için, bütün strüktür tiplerinde ayrı ayrı gözlem yapılması gerekir.

Sık ormanlarda, geyiklerin dişileri genellikle pek uzaklaşmaz. Bundan dolayı da dişi geyiğin belirlenen gözlem alanlarının içinde veya dışındaki hareketleri önemli bir probleme yol açmaz. Erkek geyikte ise durum böyle değildir. Çünkü erkeğin hareketleri daha değişken olabilmektedir. Bu bakımdan belirli gözlem noktalarında sayılan popülasyon, fazla sayıda erkek birey içeriyorsa, bu takdirde hesaplanan popülasyon yoğunluğuna daha düşük bir güven sınırı tanınmalıdır (4).

Ayrıca, geyik sürüleri genellikle sahayı hakimiyet alanları şeklinde bölüştüklerinden, gözlem noktalarının, geyiklerin dolaşma alanları önceden tespit veya tahmin edildikten sonra kararlaştırılması, daha verimli olmaktadır. Bunun için en güvenli yol, işaretleme ve telemetrik ölçümlerdir.

Belirtilerden Hareketle Tahmin

Çoğu hayvanda olduğu gibi geyiklerin de düzenli şekilde görülmesi veya sayılması oldukça zordur. Bu yüzden, gözlemci, hayvanın varlığını ve miktarını onun belirtilerinden anlamak zorunda olduğundan, araştırmalar çoğu halde dışkı, soyma-kemirme gibi belirtilerin sayıl-

ması üzerine kurulmaktadır (24, 25). Bu durumda hayvanın bolluğu ile ilgili olan ve çoğu kez popülasyon indeksi adı verilen ölçümler, doğrudan sayım kadar güvenilir olmasa da kullanılmaktadır. Zira, gizlenen ve bu yüzden doğrudan gözlenemeyen hayvan türleri için bu tip indekslerin kullanılması bazan yegâne çözüm olmaktadır.

Büyük hayvanlar, çoğu halde izlerinden izlenebildiği gibi, daha kalıcı belirtiler olan dışkı taneleri de popülasyon indeksi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (24, 27). Dışkı taneleri, Ungulata türlerinin yaşadığı habitatların çoğunda kullanılmaya uygundur. Şayet, dışkı koyma oranı, birim alanda günlük dışkılama sayısı olarak ölçülebiliyorsa, bu takdirde ölçülen bu değerleri, birey başına günlük dışkılama sayısına bölerek tüm hayvan yoğunluğunu tahmin etmek mümkündür. Dışkı tanelerinin sayılmasına dayanan sürveylerin esası budur (25). Geyiklerde de geyik başına dışkı grubu sayısı, güvenilir bir dönüşüm faktörü olarak kullanılmakta ve mutlak geyik yoğunluğunun hesaplanmasında işe yararmaktadır (24).

Bir alandaki dışkı koyma oranının ölçülmesinde en emin metot, kalıcı deneme alanları (plotlar) almak, buradaki dışkıları sayarak plotu temizlemek ve müteakip bir taramayla dışkı gruplarını tekrar saymaktır. İkinci sayımda kaydedilen sayılar, iki sayım arasında alana bırakılan grupların kayboluş oranına (KH) göre doğrultudur. Kayboluş değerleri, başlangıçtaki sayımda kurulan denemelerle ölçülmektedir. Böylece, ikinci sayımda bulunan değerleri kullanarak hatasız bir yoğunluk tahmini elde edilebilmektedir (25).

Diğer taraftan, geyiklerin yaşadığı bazı yerlerde, saha doğrudan sayıma elverişli değildir. Yani, arazi nispeten düzdür; tepe ve yokuş gibi kısımlar ve dolayısıyla belirgin geçit yerleri yoktur. Bu durum, belirli noktalarda beklenerek direkt sayım yapılmasına mani- dir. İşte bu tip sahalarda da geyik yoğunluğunun hesaplanmasında pratik tahmin metotları olarak dışkı sayımları kullanılmaktadır (4).

Dışkı sayım teknikleri, bir sahada geyik sayısı ne kadar fazlaysa, o derece yüksek bir dışkı yoğunluğuyla karşılaşılacağı varsayımına dayanır. İlk zamanlarda, özellikle çitle çevrili sahalarda, doğrudan sayılan bir popülasyonun büyüklüğü ile aynı alandaki dışkı yoğunluğu arasında ampirik ilişki kurularak, bu ilişki açık alanda yaşayan geyiklerin yoğunluğunu tahmin etmede kullanılmıştır (4, 5).

Dışkı gruplarının sayımına dayanan araştırmalar, bir sahada yaşayan geyiklerin nisbi yoğunluğu ve gerçek sayısının tahmin edilmesinde, zaman içinde yoğunlukta meydana gelen değişikliklerin tespit edilmesinde ve ay-

rica, uygulanan populasyon kontrolü, habitat ıslahı gibi tedbirlerin başarısının ölçülmesinde objektif ölçüler sağlamaktadır (6, 9).

Dışkı sayımlarında araştırma; arazide alınan deneme alanlarında dışkı tane ve gruplarının sayılıp, gruplar arasındaki mesafelerin ölçülmesi şeklindedir. Deneme alanları ise sınırlı örnekleme kurallarına göre araziye dağıtılmaktadır. Plota isabet eden ve teşhis edilebilir durumda belli sayıda tane ihtiva eden gruplar kaydedilerek, istatistik yoldan değerlendirilmektedir.

Dışkı Sayımlarına Dayanan Çalışmalar ve Gelişimler

Dışkı sayımına dayanan populasyon tahmin usülleri, yukarıda özetlenen amaçlarla uygulanarak ve zaman içinde gelişerek günümüze kadar gelmişlerdir. Bu alandaki gelişmenin önemli noktaları aşağıda verilmektedir:

Ungulata türlerinde, belki de en geniş ölçüde kullanılan populasyon yoğunluk ve habitat kullanım indeksleri, dışkı grubu sayımlarıdır. 1930'lu yılların sonlarına doğru ortaya çıkan dışkı sayımları, daha sonraki yıllarda büyük av hayvanlarının populasyon seyirleri, sayıları ve dağılımlarını belirlemek gayesiyle kullanılmaya başlandı. Sistematik ilk dışkı sayımı, 1940 yılında Bennet ile arkadaşları tarafından yapılmıştır (26). Yalnız başına populasyon yoğunluk indeksi olarak kullanılabilen dışkı grup yoğunluğu (DGY)'nun, doğrudan populasyon yoğunluğunun tahmininde kullanılmaya başlanması, ancak dışkılama periyodu ve hayvan başına dışkılama adedi tespit edildikten sonra mümkün olabilmektedir (27).

Populasyon yoğunluğu ve bu arada habitat tercihinin araştırılmasında daimi deneme alanları (plot) kullanılması halinde, bunların araziye yerleştirilmesi ve izlenme maliyeti yüksektir; ancak dışkı koyma zamanının doğru olarak tespit edilmesi açısından ise avantaj elde edilmektedir. Buna mukabil, geçici plotlar almak maliyeti düşürmekte, fakat bu ise eski ve yeni dışkı gruplarının ayırılmasını gerektirmektedir (28). Diğer taraftan, daimi plotların dışkı koyma periyodu süresince periyodik olarak temizlenmesi gerekmekte, buna karşılık, geçici plotlarda da dışkı koyma zamanının isabetle tahmin edilmesi gerekmektedir.

Geyik sayısının ve geyiklerin farklı habitat tiplerindeki günlük kullanımının tahmin edilmesinde, belirli bir habitat parçasındaki dışkı yoğunlukları arasındaki fark değerlendirilirken, bitişik habitat alanlarından gelen geyikler dolayısıyla, kısa süreli araştırmalar yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bununla birlikte, uzun vadeli gözlemler, bu sakıncayı ortadan kaldırmakta ve özellikle populasyon büyüklüğüne dair sağlıklı bilgi elde edilebilmektedir (29).

Dışkı sayım verilerine dayanan geyik populasyon tahminleri, yukarıda sayılan pratik avantajları sebebiyle diğer tahmin metotları karşısında büyük ölçüde kabul görmüşlerdir (5, 30, 31). Bu konuda karşılaşılan problemler ise genellikle dışkı koyma zamanı ve dışkı koyma oranının tam bilinmemesinden kaynaklanmaktadır (5, 31).

Habitat kullanımının dışkı sayım usulüyle tahmin edilmesinde, özellikle tam alandaki kullanım, başarıyla tespit edilebilmektedir (32). Nitekim, Kaliforniya'da Katır Geyiği (*Odocoileus hemionus*)'nin habitat kullanımını için hem dışkı sayımı ve hem de sinyalle takip (radio-telemetry) usulüyle veri elde edilerek karşılaştırıldığında, her iki yöntemle elde edilen sonuçlar arasında çok küçük fark çıkmıştır (33). Diğer bazı araştırmalarda ise dışkı sayımları ile süre sayımları veya havadan sayım sonuçları karşılaştırılmış ve sonuçta geyik populasyonlarında en isabetli tahminlerin, dışkı sayım teknikleri ile elde edildiği bulunmuştur (5, 23, 24).

Hemen hemen dışkı sayım konusundaki ilk çalışmalarından birini yapan Clark ile Evans (34), deneme noktası adedi (N)'nin yeterince büyük olması kaydıyla, bir populasyona ait bireylerin deneme noktasına uzaklıklarının kareleri toplamını ($\sum r^2$) kullanarak, populasyon yoğunluğunun:

$$d = N/\pi\sum r^2 \quad (1)$$

şeklinde basit bir denklemlerle ifade edilebileceğini bildirdiler. Bu metod "Point to nearest member" yani "Nokta-en yakın üye = NEÜ" adıyla literatüre geçti. Bununla beraber, NEÜ metodu arazide test edildiğinde, örnekleme noktasından çok uzak mesafelere uzanan arama işleminin pratik olmadığı görüldü. Bu sebeple, bir noktanın civarında araştırılacak mesafe için bir limit (R) belirleme zarureti doğdu. Böylece, ölçülen sayılı mesafelerin (n) meydana getirdiği kesik dağılımı ifade edecek yeni bir denkleme ihtiyaç duyuldu. Böyle bir denklem daha sonraları Morista (35)'nin çalışmasından itibaren yeniden ele alınıp araştırılmaya başlanmıştır.

Taylor ve Williams (36), Adatavşanı (*Oryctolagus cuniculus*) populasyonlarının tahmin edilmesi için bir model geliştirdiler. Bu modelde t_1 ve t_2 arasında geçen T gün arayla ölçülen iki ayrı dışkı yoğunluğu (k_1 ve k_2) belirlendiler ve t_2 'den sonra bırakılan dışkı tanelerinin, üslü fonksiyonla ifade edilebilecek bir hızla ortadan kalkarak yok olduklarını tespit ederek, birim zamandaki bu zail oluş oranını hesap etmek için:

$$c = \frac{\log k_1/k_2}{T} \quad (2)$$

formülünü önerdiler.

Taylor ve Williams (36), diğer taraftan, (T) günlük bir arayla tespit ettikleri iki ayrı dışkı yoğunluk değeri (D_1 ve D_2) kullandılar. Burada, (t_1)'den sonra bırakılan dışkı tanelerinin, (c) hızıyla yitip gitmeye, yani zail olmaya devam ettikleri gözönüne alınırsa, t_1 'de (D_1) yoğunluğundaki dışkı gruplarından (k_1) kadar işaretlenip de t_2 'de bunlardan (k_2) miktarının kaldığı tespit edildiğinde, (T) periyodu sonunda D_1 (k_2/k_1) yoğunluğundaki bir dışkı popülasyonu, varlığını koruyacak demektir. Şu halde, (t_2) noktasında görülecek yoğunluk:

$$D_2 = D_1 k_2/k_1 + P.g.Q \quad (3)$$

olacaktır. Buradaki;

g = Birim zamanda hayvan başına dışkı koyma sayısı,

P = Hayvan sayısı,

Q = t_1 'den t_2 'ye kadar sağlam kalan dışkılarının oranıdır.

Buna göre (2) ve (3) no'lu formüllerden hareketle;

$$P = (D_2 - D_1 k_2/k_1) \log_e(k_1/k_2) / (1 - k_1/k_2) gT \quad (4)$$

bulunur. Ancak, bu metodla yoğunluğun her plot üzerinde iki ayrı zamanda iki defa ölçülmüş olması gerekmektedir. Bu ise pratik değildir. Çünkü bu iş, iki misli emek istediği gibi, plotun aynı yerini ikinci defasında bulmak problem olmaktadır. Dolayısıyla, bu model geniş çaplı sayımlarda nadiren kullanılmıştır (37). Bunun yerine, dışkı grup yoğunluğunun (T) günlük bir aradan sonra nispeten ve oldukça değişmeden kaldığı, yani $D_2 \approx D_1 \approx D$ olduğu kabul edilerek (4) no'lu formül

$P = D(1 - k_2/k_1) \log_e(k_1/k_2) / (1 - k_1/k_2) gT$ şeklinde yazılabilir ve buradan;

$$P = D \log_e(k_1/k_2) / gT \quad (5)$$

bulunur. Bu ifade çoğu literatürde

$$P.g = D \log_e(k_1/k_2) / T \quad (6)$$

şeklinde gösterilmiş ve buradaki (P.g = hayvan sayısı x hayvan başına günlük defikasyon adedi) yerine genellikle, mevcut dışkı popülasyonuna birim zamanda katılan grupların sayısını temsil eden ve "Katılma Oranı" terimiyle ifade edilen bir $G = P.g$ değeri kullanılmıştır. Bu durumda katılma oranının (KO) tahmin edilmesi

$$G = D \log_e(k_1/k_2) \quad (7)$$

formülüyle ve geyik sayısı ise

$$P = G/g \quad (8)$$

formülüyle bulunmaktadır.

Ancak, dışkı gruplarının alandaki dağılımı; plot büyüklüğü, kesme mesafesi (R) ve dışkı grup yoğunluğu-

nu (D) oldukça fazla etkilemekte, bu yüzden de bilhassa belirli yerlerdeki yoğunlaşım sıklığının (agregasyon) dikkate alınmadığı tahminler hatalı çıkmaktadır. Bu sebeple, kesme mesafesi (R)'nin yoğunluk üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından ayrıca tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bunlardan Morista (35), N tesadüfi noktadan rasgele dağılım gösteren bir popülasyonun, $n \leq R$ kaydıyla en yakın bireylerine olan uzaklıkları (n)'ndan hareketle, yoğunluğun;

$$d = -\log_e[(N-n)/N] / \pi R^2 \quad (9)$$

denklemleriyle tahmin edilebileceğini gösterdi. Formüldeki R, dairevi plotların yarıçapını oluştururken, n/N oranı ise frekansı temsil etmektedir.

Greig-Smith (38), popülasyondan kuadrat başına düşen üyelerin umulan sayısının, Poisson dağılımının sıfır terimine eşit olduğunu gösterdi. Bu durumda;

$$d = -\log_e(1-f) / \pi R^2 \quad (10)$$

olmaktadır.

Batcheler (39), NEÜ metoduna göre tahmin edilmiş popülasyon yoğunluğunun, şayet popülasyon üyeleri rasgele dağılıyorsa karakteristik olarak sıhhatli çıktığını, buna mukabil, popülasyon üniform dağılım gösteriyorsa, bu takdirde yoğunluğun, gerçek yoğunluktan daha az olmak üzere hatalı tahmin edileceğini ispat etti. Ayrıca, seçilen kesme mesafesi (R) nin (9) no.lu formülün tahmin başarısı üzerindeki etkisini araştırdı. Şayet (R), toplam örnekleme noktasının en az yarısında Nokta-Komşu ölçümünü gerçekleştirecek veya sağlayacak büyüklükte seçilirse (9) no.lu formülün isabetli tahmine yaklaştığını buldu ve bunu "%50 nokta-komşu tahmini" diyebileceğimiz 50% PDE terimi ile ifade etti. Daha sonra, gerçek yoğunluk (τ) ile tahmin edilen yoğunluk arasındaki ilişkiyi araştırdığında, $\sum r_p / \sum r_n$ oranı ile d/τ arasında güçlü bir korelasyon (-0.923) olduğunu ve bunun

$$\log d/\tau = 0.1416 - 0.1613(\sum r_p / \sum r_n)$$

şeklinde bir regresyon denklemiyle ifade edilebileceğini gösterdi. Böylece, üyelerin gayritesadüfi dağılımından kaynaklanan bu hatayı gidermek için, ampirik olarak bulundu;

$$\log \tau = \log d - (0.1416 - 0.1613 \cdot \sum r_p / \sum r_n) \quad (11)$$

şeklinde bir düzeltme faktörü önerdi. Burada; τ = gerçek yoğunluk, d = tahmin edilmeye çalışılan yoğunluk, r_p = deneme noktasından en yakın üyeye, r_n = en yakın üyeden bunun en yakın komşusuna olan mesafedir.

Batcheler, çam (*Pinus spp.*) plantasyonlarında uyguladığı ve "Nokta-mesafe tekniği" olarak literatüre geçen bu metodunu, daha sonraki yıllarda geliştirerek (39-41) geyik dışkı gruplarına uyguladı (7). Arazi testleri sonucu bulduğu ampirik formülün, geyik dışkı gruplarının yoğunluğunu tahmin etmede kullanılabileceğini ispat etti. Aynı formülle, iki ayrı zamanda yapılan yoğunluk ölçümüyle, dışkı yoğunluğunun geyik yoğunluğuna çevrilebileceğini, ancak bunun için, yeni dışkı gruplarının, mevcut dışkı popülasyonuna katılma oranının bilinmesi gerektiğini, bunun için de Taylor ile Williams (36)'nın Tavşan popülasyonu için yaptığına benzer bir "zail oluş hızı" değerinin bilinmesi gerektiğini ortaya koydu.

Batcheler (7, 41), geliştirdiği formül ile geyik popülasyon yoğunluğunu tahmin etmede ne ölçüde başarı sağlanabileceğini ve bu tahminin muhtemel hata sınırının ne olacağını göstermiştir (41).

Batcheler (7), geyik dışkı gruplarının yoğunluklarının tahmin edilmesinde değişik ölçülerdeki plotlar kullanıldığında, kullanılan plot büyüklüğünün, yapılan tahminin isabeti üzerinde etkili olduğunu farketti. Bu noktadan hareketle, plot büyüklüğü ve gerçek yoğunluklara dair elde ettiği çok sayıda değer d=a.s-b hiperbolüne çok yaklaşan bir polinomal eğri meydana getirdiğini tespit etti. Eğri formülündeki;

d = yoğunluk

s = plot alanı

a ve b ise muayyen bir alana özgü regresyon sabitleridir.

Batcheler, plot alanı (s) küçüldükçe, yoğunluğun (d) büyüdüğünü tesbit ederek bunun sebebinin şöyle açıklamıştır (7):

Küçük plotlarda, belli bir gruba ait dışkı taneleri veya plot dışındaki başka bir grubun bir bölümü, plot içinde görüldüğü için, bağımsız bir grup olarak kaydedilmektedir. Oysa, büyük plotlarda, plotlar doğru olarak belirlenmekte ve aynı gruba ait küçük grupçuklar doğru şekilde, yani tek grup olarak tanımlanabilmektedir. Bu etki, şiddetli yağmurun yağdığı ve seyrek toprak örtüsüne (ölü ve diri örtü) sahip dik yamaçlarda olduğu gibi grupların büyük ölçüde dağılıp saçıldığı yerlerde, daha fazla hissedilmektedir. Dışkıların belli yerlerde yoğunlaşması, yani "sıklaşma" olayı ise büyük plotlarda daha kolay teşhis edilebilmekte ve dolayısıyla daha doğru hüküm verilebilmektedir. Zira, grupların dağılmış olması gibi sıklaşma olayı da yoğunluk tahminlerini etkilemekte, sıklaşma fazla ve plot küçükse yoğunluk hayli büyük çıkmaktadır. Batcheler (7) Yeni Zelanda-Cupola havzasındaki bir geyik (*Cervus elaphus*)

popülasyonu üzerinde yaptığı çalışmasında dışkı popülasyonlarındaki sıklaşma etkisini;

$$A = \frac{1/E(C_v)}{\sqrt{[p\Sigma r_p^2 - (\Sigma r_p)^2]n^2N/(\Sigma r_p\Sigma r_n)p^3}} \quad (12)$$

şeklinde formüle etti (40). Buradaki (A) sıklaşma katsayısını göstermektedir. Diğer taraftan, f = p/N olmak kaydıyla, (r_p) değerlerinin frekansı (f) ile (r_p)'lerin varyasyon katsayısı (C_v) arasında:

$$E(C_v) = e^{a_0+a_1f^2+a_2f^3+...+a_mf^m}$$

şeklinde bir ilişki olduğu bilinmektedir (7). Buradaki E(C_v), r_p değerlerinin frekansı (f) ile r_p'lerin varyasyon katsayısı C_v arasındaki ilişkinin belirlediği "varyasyon katsayısının beklenen değeri" olup, çoklu regresyon analizi ile bulunmaktadır. Tamamen belli bir alandaki dışkı popülasyonunun dağılımına göre şekillenen bu denkleme, "Dışkı Dağılım Denklemi" denilebilir (42). Bu denklem çözümlenirken, önce;

$$L_n(E C_v) = a_0+a_1f^2+a_2f^3+...+a_mf^m$$

şekline sokulmaktadır. Sonra, bu modele göre en iyi korelasyon gösteren denklem tespit edilerek, buradan denklemin a₀ ; a₁ ; ... ; a_m katsayıları bulunmaktadır. Daha sonra, f = p/N değerini denkleme yerine koyup, L_n(E C_v) değeri ve buradan çalışma sahasının tamamında geçerli olmak üzere ve sahadaki genel dışkı dağılımını temsil eden, E(C_v)'nin sayısal değeri bulunmaktadır. Mesela, Batcheler (7) çalışmasında bu denklemi

$$\log_e E(C_v) = -1.0319+0.4892f^2-0.7182f^4+0.6095f^6$$

olarak bulmuştur. Oğurlu (42) ise Çatacak'taki dışkı dağılımını en iyi ifade eden denklemler olarak; 1990 yılında örnek büyüklüğü (n=37) olmak üzere

$$L_n C_v = 0.4273+0.6922f^2-6.7978f^4+12.5224 f^6$$

ve 1991 yılında (n = 46; R = 0.81);

$$L_n C_v = -0.3019-0.3304f+1.1174f^3-0.2917f^5+ 6.0273f^7$$

denklemlerini bulmuştur.

Sıklaşma faktörü ihmal edilerek bulunan yoğunluk (d), düzeltilmemiş yoğunluk olarak adlandırılmaktadır. Bunun hesap edilmesinde Batcheler (7);

$$d = p/\pi [\Sigma r_p^2 + (N-p) R^2] \quad (13)$$

formülünü kullandı (7, 37). Gerek dışkı gruplarının dispersiyonu ve gerek plot büyüklüğünün etkisinin giderildiği "Düzeltilmiş yoğunluk" değeri için, Batcheler'in önerdiği

$$D = d/2 a b^{-A} \quad (14)$$

formülündeki;

d = Düzeltilmemiş yoğunluk,

A = Sıklaşma katsayısı,

$a = 1 + 2.473 f$

$b = 1 + 2.727 f$ ifadelerine eşit değerlerdir.

Dünyada, günümüze kadar Batcheler'in metodunu kullanarak geyik popülasyonu yoğunluğunu tahmin eden sayısız çalışma yapılmıştır. Türkiye'de bu metodun kullanıldığı ilk çalışma ise Eskişehir-Çatacık ormanındaki bir geyik popülasyonu yoğunluk tahminini konu almıştır (42). Orta derecede yoğun alt floraya sahip 8776 hektarlık bir ormanlık alanda yürütülen sözkonusu çalışmada, 42 deneme hattı (transekt) üzerine 15 m aralıklarla yerleştirilen 2350 dairevi plotta kaydedilen "nokta-komşu" verileri, bu amaçla hazırlanmış özel bir bilgisayar programı (43) ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, Batcheler metodunun Türkiye'de Çatacık ile aynı vegetasyon şartlarına sahip yörelerde uygulanabileceğini göstermiştir (42).

Popülasyon yoğunluğu hesap edilirken bilinmesi gerekli diğer bir unsur da günlük defikasyon adedidir. Bunun doğru seçilmesi, tahminin isabetini doğrudan etkiler. Geyik başına günlük defikasyon için çeşitli çalışmalarda kullanılan değerler, Neff (5)'e gelinceye kadar 8 ilâ 23.1 grup/geyik/gün arasında değişmiştir.

Neff ve arkadaşları (44), *Cervus canadensis* üzerinde 4 ay sürdürdükleri bir çalışma sonunda, defikasyon sayısını, günde geyik başına 12.52 ± 1.38 olarak buldular. Bugün, günlük defikasyon için kullanılan değerler, genellikle 12.7 ilâ 13.0 arasında değişmekte (27) ve büyük ölçüde Neff (5,44)'in önerdiği 12.5 grup/geyik/gün değeri kullanılmaktadır (42).

Neff (5), 1930'lu yıllarda başlayan sistematik dışkı sayımlarından elde edilen sonuçları değerlendirerek, deneme alanlarının büyüklük ve şekli, örnekleme intensitesi, dışkılama sayısı, gözlemci hatası ve hata kaynaklarını ele almak suretiyle, o tarihe kadar yapılmış çalışmalarını telif etti. Neff'in dışkı sayımlarındaki deneysel gelişmeleri sistematize ederek özetleyip yorumladığı ve dışkı sayımını kullanan hemen bütün çalışmalarda referans olarak gösterilen sözkonusu çalışma, büyükbaş av hayvanlarının sayımı ve dağılımına dair tafsilatlı bilgi vermektedir. Neff'in tespitine göre geyik başına ortalama günlük dışkılama sayısı 12.5'dur. Neff'den sonra, dışkı sayımına dayanan hemen bütün çalışmalarda, bu değer esas alındığı görülmektedir. Neff'e göre gözlemci hatası, başlıca gözden kaçan gruplardan doğmak-

tadır. Gözden kaçan grup sayısı üzerinde ise; seçilen plot şekli ve büyüklüğü, toprak örtüsünün tip ve yoğunluğu, gözlemcinin performansı ve gözlemcinin yorum tarzı etkili olmaktadır. Gözlemcilerin yorum farklılığı da başlıca; plot sınırı üzerinde kalan grupların farklı kaydedilmesinden, dağılıp saçılmış grupların farkına varılıp varılamayıp ayrı gruplar olarak algılanmasından ve bir grup olarak kabul edilecek minimum dışkı tane sayısından, yani grubun farklı tanımlanmasından kaynaklanmaktadır.

Neff, dışkı grubunun tarifini şöyle yapmaktadır: Birbirine ilk bakışta görülecek derecede yakın bulunan ve aynı zamanda büyüklük, şekil, tekstür ve renk bakımından da birbirine benzeyen beş veya daha fazla dışkı tanesi, bir gruptur (5).

Bu müellife göre, bir grubun plot dahilinde kalıp kalmadığına karar vermek için, grubun orta noktasına ve kapladığı alana bakılır. Eğer orta nokta plot içine düşüyorsa veya grubun kapladığı alanın yarısı plot üzerinde kalıyorsa, o grup plot dahilinde kabul edilir.

Dışkı sayımlarında örnekleme sisteminin kurulmasında kriterler şunlardır: Plotlar ne türden olacaktır, büyüklükleri ne olmalıdır, ne şekilde dağıtılmalıdırlar ve kaç adet plot gereklidir. Dairevi plotların sınırlarını izlemek kuadrat ve kuşak transeklere nazaran daha kolaydır (5).

Küçük plot seçilmesi, zaman açısından her zaman uygun olmayabilir. Çünkü, plot küçüldükçe, plotların yerleştirileceği transekt sayısının artması gerekebilir. Transektler arasındaki gidiş-geliş ise, plotlardaki aramadan daha fazla zaman alır. Diğer taraftan, plot büyüklüğünün seçilmesinde bitki örtüsünün yapısı da önemli bir kriterdir. Zira, sık bir vegetasyon, daha küçük plotlar almayı gerektirmektedir. Ayrıca, bitki örtüsü (diri örtü) sıklaştıkça, kesme mesafesini düşürmek gerektiğinden, bu da plotların küçük seçilmesinde rol oynamaktadır.

Plotların dağıtılma tarzı, yani örnekleme sistemi için ilk dışkı sayımlarından bu yana çok değişik metotlar denenmiştir. Örnekleme sistemi, plotların arazide yerlerinin kolayca bulunması ve ulaşılabilmesine imkân verecek şekilde planlanmalıdır. Tam tesadüfi örneklemede, deneme alanlarını araziye yerleştirmek, genellikle zor olmaktadır. Sınırlı tesadüfi örnekleme ise, hem plotların pratik şekilde araziye dağıtılmasını sağlar, hem de verilerin istatistik olarak yorumlanmasına imkân verir. Bu usûlde, transekt orijinleri tesadüfen dağıtılır ve plotlar transektler üzerinde belirli aralıklarla sistematik biçimde yerleştirilir. Böylece, dağıtım problemi sadece transekt orijinlerinin yerlerin bulunmasına indirgenmiş olur. Gereken plot sayısı, sahadaki dışkı gruplarının da-

ğılım ve yoğunluğuna, sonuçlarda aranan güven derecesine ve çalışmaya ayrılacak zaman, mali kaynak ve eleman sayısına göre değişir. Diğer faktörler eşit olmak şartıyla, örnekleme intensitesi, dışkı yoğunluğuy-la ters orantılıdır.

Baddeley (37), bazı memeli yabancı türlerin yoğunluk tahmini için yapılacak sayımların, arazi işlemlerinden verilerin değerlendirilmesine kadar geçen safhalarında, yapılması gerekli işlemler ve dikkat edilmesi gereken noktaları ele almıştır. Baddeley (37), bir plotta yapılacak arama esnasında belli hususlara uyulması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Yeni Zelanda'daki Harper-Avoca Havzasında, 1956-1983 yılları arasında, farklı dışkı sayım metotları ile yapılan populasyon sörveylerini değerlendiren Hickling (8), 1971-1983 arasında da Dışkı Grup Yoğunluğu (DGY)'na dayanarak geyik sayısındaki değişimi ortaya koydu. Hickling ayrıca, teşhis edilebilir taneleri ve sağlam taneyi esas alan farklı alışmaları mukayese ederek, tanınabilir durumdaki tanelerin %65'inin sağlam tane olarak kabul edilebileceğini tespit etti.

Hickling (15), Kayboluş hızı (KH) ve Katılma Oranı (KO)'nu, diğer araştırmacılardan farklı olarak % oranı olarak belirlemektedir. Buna göre kullandığı formülleri, KH için:

$$DR(\%gün) = [(log_e k_1/k_2)/T]100 \quad (15)$$

ile göstermiş, KO değerini ise: $R = PGD \times DR-100$ şeklinde ifade etmiştir. Formüllerdeki:

DR = Kayboluş hızı (KH),

k_1 = İlk sayımda tespit edilen grup sayısı,

k_2 = İkinci sayımda tespit edilen grup sayısı,

T = İki sayım arasında geçen gün adedi

RR = Katılma oranı (KO)

PGD = Batcheler'in metoduyla bulunan dışkı grup yoğunluğu (D) dir.

Habitat Seçimi, Kullanımı ve Paylaşımı

Farklı habitat veya komünite tiplerinin tercih oranı ve faydalanma derecesi ile habitatta meydana gelen değişikliklerin ve rekabet şartlarının populasyon üzerindeki etkileri de dışkı sayımları yoluyla tespit edilebilmektedir. Bu konuda yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır. Habitat seçimi, dışkı gruplarının yayılış ve sıklığından faydalanarak belirlenmektedir. Bu amaçla aşağıdaki indeks kullanılır:

$$\text{Nisbi Faydalanma İndisi} = \frac{\text{Habitat tiplerindeki Dışkı Yoğunluğu}}{\text{Genel Dışkı Yoğunluğu}} \quad (16)$$

Bu indeks, dağılış ve nisbi kullanımları açısından kıyaslanacak çeşitli hayvan türünde, habitat tercihlerinin ortaya çıkarılmasına imkân sağlar. Habitat tercihi, genellikle 1.0 dan büyük nisbi faydalanma değerleri ile gösterilir. Rakım, meyil ve bakı tercihleri, dışkı sayımına mahsus arazi kartlarına kaydedilen bilgilerden çıkarılır. Belli başlı vejetasyon formlarına dair tercih oranları-deneme hattı boyunca-5 dışkı sayım plotuna mukabil 1 vejetasyon plotu tahsis etmek suretiyle belirlenir (15). Nugent ve arkadaşları (3), Yeni Zelanda-Kuzey Fiordland' da yaşayan bir Geyik populasyonunun 1969-1984 devresinde geçirdiği dalgalanmayı Dışkı Grup İndeksi (DGI) ve Dışkı Grup Yoğunluğu (DGY) olarak ortaya koymuş, bundan başka, farklı yetiştirme muhiti tiplerinin nisbi faydalanma derecelerini de yine dışkı dağılımı vasıtasıyla tespit etmişlerdir. Dışkı sayımıyla, dışkı gruplarının arazideki dağılımı tespit edilmek suretiyle, farklı habitatların kullanımı da ortaya konulabilir. Bu takdirde, habitat üzerindeki değişimler, mesela ormandaki kesimin veya habitat ıslahı tedbirlerinin etkilerini anlamak için, bu uygulamalardan önceki ve sonraki dışkı grup dağılımına bakılabilir.

Lyon (46), Yaz mevsiminde 11 alanda yürüttüğü arazi testlerinde, örtü sağlamak için oluşturulmuş modellerin farklı kombinasyonları kullanılarak düzenlenmiş habitatların ıslah edilmesi çalışmalarını, dışkı sayım metotlarıyla denetlemiştir.

Doerr ve Sanburg (14), bir çok yaban türünü olumsuz etkileyen, "aynı yaşlı ağaçlardan ibaret sık tepe çatısı ve zayıf bir alt tabaka" ile karakterize edilen yetersiz orman yapısının, aralamalar ile yaban hayatı lehine değişmesini Alaska'da incelediler. Kullandıkları metodun esasını, aralama yapılmış ve yapılmamış meşçereler içinde aldıkları deneme alanlarında yaptıkları dışkı sayımı ve ince dal sayımı ile her iki tip meşçerelerin kıyaslanması oluşturmaktadır. Buldukları sonuçlara göre, aralama yapılan yerlerde dışkı grupları 3.5 misline çıkarken, ince dal yararlanması ise 50 kat artmıştır.

Dışkı sayımlarından faydalanarak aynı alanda yaşayan iki yahut daha fazla türün rekabeti veya habitat paylaşımı da incelenebilmektedir. Örneğin, Wallace ile Krausman (13), Arizona'da ortamı Sığır (*Bos ssp.*) ile paylaşan Geyik (*Cervus elaphus* ve *Odocoileus hemionus*) populasyonunun, habitatı kullanma açısından sığırdan nasıl etkilendiklerini, DGY değerlerini karşılaştırmak suretiyle araştırdılar. Bu araştırmacılar; Ağaç örtüsü, bitki tür kompozisyonu, rakım, bakı, meyil, suya yakınlık vb. gibi habitat değişkenlerinin etkilerini ölçmek için, deneme alanı olarak, geyik ile sığırın birlikte görüldüğü noktaları seçtiler. Çıkarılan sığırın yeniden sahaya sokulması ile, geyiğin arazideki dağılışı ve kul-

landığı habitatların değiştiğini, sığırın otladığı çayırliklarda daha az Geyik görülmeye başlandığını, geyiklerin açık alanlardan sık orman örtüsüne doğru çekildiğini, dışkı yoğunluklarına dayanarak belirlediler.

Hickling (15), Yeni Zelanda'nın Batı Nelson yöresinde bir yerleştirme sahasına saliverilen memeli türlerden Geyik (*Cervus scoticus*) ve Yabankeçisi (*Capra hircus*)'nin yayılışı, dışkı kayboluş hızı (KH) ve habitat seçimini dışkı sayımı vasıtasıyla belirlemiştir. Hickling aynı çalışmasında, Tavşan (*Lepus europaeus*), Yabandomuzu (*Sus scrofa*) ve Kakım (*Mustela erminea*)'nin dışkı dağılımına göre yayılışlarını tesbit etmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Uydu, hava fotoğrafı, termal fotoğraf gibi pahalı teknikler bir yana, basit uçuşlarla yapılacak bir havadan taramanın bile, özellikle Türkiye gibi geyiklerin ormanlık alanlarda yaşadığı bir ülkede, hayli yetersiz kalacağı söylenebilir. Buna karşılık, yerden tarama tekniklerinden biri olan dışkı sayım tekniğinin Türkiye şartlarında uygulanabileceği görülmektedir. Batcheler (26)'in nokta komşu tekniğinin Türkiye'de orta derecede yoğun bir toprak örtüsüne sahip 10 km²'lik bir ormanlık alanda, 4-5 kişilik bir ekip tarafından uygulanması için 10-12 günün yeterli olacağı görülmüştür (42). Keza, Türkiye şartlarında, dışkı sayımı metoduyla geyik populasyon yoğunluğu, populasyon seyri, habitat tercihi ve diğer türlerle rekabet gibi konuların da incelenebileceği tespit edilmiştir.

Dışkı sayımları ile populasyon yoğunluğu ve büyüklüğünün tahmin edilmesindeki mantık silsilesi şöyledir:

1) Bir alanda ne kadar çok hayvan varsa, o derecede fazla dışkı grubuna rastlanacaktır.

2) Bir alandaki dışkı yoğunluğu tespit edilir ve belli bir zaman geçtikten sonra aynı alan ikinci bir sayıma tabi tululursa, bu iki sayım arasındaki yoğunluk farkı, aradan geçen zamana ve populasyon büyüklüğüne bağlı olarak büyüyecektir. Buna göre, iki sayım arasındaki farkın geçen zamana oranlanmasıyla günlük dışkı grubu artışı (KO) bulunabilir. Bu artış, o alandaki populasyon yoğunluğu ile doğru orantılıdır ve artış değeri (KO), hayvan başına günlük dışkılama sayısına bölünerek, hayvan sayısı, yani populasyon büyüklüğü tahmin edilebilir.

3) Ancak, ilk sayımda tespit edilen gruplar ikinci sayıma kadar olduğu gibi kalmayıp, bir kısmı çeşitli sebeplerle ortadan kalkar; gözden kaybolur; diğer bir deyişle yitip giderler (Zailoluş). Dolayısıyla, zail olan bu miktarın ve birim zamandaki zailoluş oranı (veya hızı) nın bilinmesi ve hesaba katılması gerekir.

4) Populasyon yoğunluğu sabit kaldığı takdirde, ikinci sayım ile bulunan populasyon yoğunluğu, ilk sayımdakine eşit olmalıdır. Çünkü, aksi halde populasyon yoğunluğu artmadığı halde, arazide gittikçe artan yoğunlukta dışkı grubuyla karşılaşmak gerekecektir ki bunun böyle olmadığı bilinmektedir. Zira, devam edegelen dışkılamalar dolayısıyla dışkı yoğunluğu bir taraftan artarken, diğer taraftan da yağış gibi iklimatik, mantar ve böcek gibi biyotik faktörler sebebiyle azalmakta, sonuç olarak artış ve eksilme birbirini dengelemekte ve alandaki dışkı grup yoğunluğu sabit kalmaktadır. Bu durumda, dışkı yoğunluğundaki artış oranı ile kayboluş oranı birbirine eşit kabul edilebilir. Böylece, ilk sayımı yapmadan, kayboluş oranı ve ikinci sayım kullanılarak ilk sayımda olması gereken yoğunluk tahmin edilebilir. Diğer bir ifade ile ilk sayım ihmal edilebilir ve böylece iki ayrı sayıma gerek kalmaz. Böylelikle de iki ayrı sayımı temsil eden tek bir sayımla yetinilebilir.

5) Bir yandan bütün araziye, hem de iki defa saymanın pratik olmaması, tek sayımın sağladığı avantajdan faydalanmayı zaruri hale getirirken, diğer taraftan da sayımların tam alan yerine belirli sayıdaki deneme alanında yapılması arzu edilmektedir. Bu sebeple, dışkı gruplarının dağılışı özelliğinden dolayı, tam alandaki ölçmeye eşit sonuç verebilecek bir örnekleme tekniğine ihtiyaç vardır. Bu ise, deneme alanlarına isabet eden dışkıların sayısı yanında birbirlerine uzaklığını da bilmeyi gerektir. Ancak, bir dışkının diğerine uzaklığını ölçmek için, o dışkıdan itibaren diğerine ilanihaye mesafe içinde aramak mümkün olmadığına göre, bu arayışın bir noktada kesilmesi gerekmektedir. Böylece "Kesme Mesafesi" denilen kavram ortaya çıkmıştır.

Gözlemci hatasında rol oynayan en önemli faktör, gözden kaçan gruplardır. Bu sebeple dışkı grubu için standart bir tarif yapılmalı, plot büyüklüğü uygun seçilmeli, plot sınırı üzerinde kalan grupların kaydedilmesinde, grubun orta noktasına (göbek) göre karar verilmeli, ayrıca plotun her tarafı için aynı dikkati göstermek gereklidir.

Dışkı sayımında bir plotta yapılacak arama esnasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlar olmalıdır:

- Plotun tamamının arandığından emin olabilmek için sistematik biçimde araştırmak, bunu sağlamak için de sözelimi dilimler halinde veya merkezden çevreye genişleyen helezon çizerek aramak,

- Dışkı grup veya tanelerinin çığnenip kaybolmasından kaçınmak için, evvela plotun çığnenme tehlikesi olan tarafından başlamak,

- Plot merkezinden uzaklaşıp açıldıkça beher alandaki arama çaba ve dikkatini azaltmamak,

- Arama işine mani olan vejetasyonu iterek aralamak,
- Araştırırken ölü örtüyü karıştırmamak, sadece ölü örtü üzerinde kalan grupları kaydetmek,
- "Sağlam" grupları saymak. (Tanelerdeki çatlama, kırılma, çiğnenme-ezilme vb. gibi sebepler yüzünden meydana gelmiş deformasyon veya üzerinde mantar büyümüş olması grubun sayılmasına mani değildir. Obje tanınamaz hale gelecek miktarda bir kayba uğramadığı takdirde "Sağlam" sayılır).
- Grubun yeri olarak; Tanelerin, yayıldıkları alanlık içinde yoğunlaştığı orta nokta (göbek) esas alınmalıdır. Orta nokta, plot merkezinden itibaren kesme mesafesi dahilindeyse, grup deneme alanı içinde kabul edilmeli ve kaydedilmelidir.
- Birbirine çok yakın düşmüş grupları birbirinden seçmek için, büyüklük, şekil, renk, solgunluk ve varsa küflenme derecesinden yararlanılabilir.

Kaynaklar

1. Turan, N., Türkiye'nin Yaban ve Av Hayvanları - Memelliler, Ankara, 1984, Ogun Kardeşler Matbaacılık Sanayii, 178s.
2. Çanakçıoğlu, H., Orman Zoolojisi, İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, I Ü. Yayın No: 3440, Orman Fak. Yayın No: 383, İstanbul, 1987.
3. Nugent, G., Parkes, J. P., Tustin, K. G., Changes in the Density and Distribution of Red Deer and Wapiti in Northern Fiordland, New Zealand Journal of Ecology 10, 1987, 11-21.
4. Ratcliffe, P. R., The Management of Red Deer Populations Resident in Upland Forests. Proceedings of a Discussion Meeting, University of Lancaster 44-53, 1987.
5. Neff, D. C., The Pellet Group Count Technique for Big Game Trend, Census, and Distribution, a review, J. Wildl. Mngmnt, 32: 597-614, 1968.
6. Challis, C. N., Fauna: Monitoring Wild Ungulate Populations. Proceedings of a Symposium on Environmental Monitoring in New Zealand, Department of Conservation, Wellington, 248-255, 1989.
7. Batcheler, C. L., Development of a Distance Method for Deer Census from Pellet Groups, J. Wildl. Mngmnt, 39, 4: 641-652, 1975.
8. Hickling, G. J., Red Deer Population Surveys in the Harper-Avoca Catchment (1956-1983) FRİ Bulletin, Forest Research Institute, New Zealand No. 107, 10 pp, 1986.
9. Hanley, T. A., Habitat Patches and Their Selection by wapiti and Black-Tailed Deer in a Coastal Montane Coniferous Forest. Journal of Applied Ecology 21, 2: 423-436, 1984.
10. Hanley, T. A., Black-Tailed Deer, Elk, and Forest Edge in a Western Cascades Watershed, J. Wildl Mngmnt, 47, 1: 237-242, 1983.
11. Stewart, G. H., Harrison, J. B. J., Physical Influences in Forest types and Deer Habitat, Northern fiordland, New Zealand, New Zealand Journal of Ecology, 10: 1-10, 1987.
12. Hanley, T. A., Habitat Relationships of Cervidae (Deer) in old-Growth Forests, New Forests for A Changing World, Proceedings of the 1983 convention of the Society of American Foresters, Portland, Oregon, 16-20 October, 361-367, 1984.
13. Wallace, M. C., Krausman, P. R., Elk, Mule Deer, and Cattle Habitats in Central Arizona, J. Range Mngmnt, 40, 1: 80-83, 1987.
14. Doerr, J. G., Sandburg, N. H., Effects of Precommercial Thinning on Understory Vegetation and Red Deer Habitat Utilization on Big Level Island in Southern East Alaska, Forest Science, 32, 4: 1092-1095, 1986.
15. Hickling, G., Distribution and Abundance of Introduced Mammals. Report on a Survey of the Proposed Wapiti Area, West Nelson, Edit. Davis, M. R., Orwin, J., Protection Forestry Div. For. Res. Inst., Section 10, 1985.
16. Ward, A. L., Elk Behaviour in Relation to Timber Harvest Operations and Traffic on the Medicine Bow Range in South-Central Wyoming, Proceedings of Elk-Logging-Roads Symposium, Moscow, Idaho, 32-43, 1976.
17. McCullough, D. R., Secondary Production of Birds and Mammals, Analysis of Temperate Forest Ecosystems, Ecological Studies 1, Edit David E. Reichle, 108-113, 1971.
18. Dirschl, H. J., Norton, M., Wetmore, S. P., Training Observes for Aerial Surveys of Herbivores, Wildlife Society Bulletin 9: 108-115, 1981.
19. Caughley, G., Analysis of Vertebrate Populations, (2) New York, 1977, John Wiley and Sons, 234.
20. Gates, C. E., Line Transect and Related issues, Fairland, 1979, International Cooperative Publishing House, 71-154.
21. Kufeld, R. C., Olterman, J. H., Bowden, D. C., A Helicopter Quadrat Census for Mule Deer on Uncompahgre Plateau, Colorado, J of Wildl Mngmnt, 44: 632-639, 1980.
22. Kie, J. G., White, M., Population Dynamics of White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) on the Welder Wildlife Refuge, Texas, Southwestern Naturalist, 30: 105-118, 1985.
23. Kie, J. G., Performance in Wild Ungulates: Measuring Population Density and Condition of Individuals, General Technical Report, USA Pasific Southwest Forest and Range Experiment Station, PSW-106, 1-17, 1989.
24. Seber, G. A. F., The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters, Charles Griffin and Company Ltd, London, 1982, 654.
25. Johnson, C. N., Jarman, P. J., Macropod Studies at Wallaby Creek VI. A Validation of the Use of Dung-Pellet Counts for Measuring Absolute Densities of Populations of Makropodids, Aust. Wildl. Res., 14, 139-145, 1987.
26. Bennet, L. J., English, P. F., McCain, R., A Study of Deer Populations by Use of Pellet Group Counts, J. Wildl. Mgmt, 4: 398-403, 1940.
27. Conolly, G. E., Assessing Populations, University of Nebraska Press, 1981, 287-345.

28. Freddy, D. J., Bowden, D. C., Efficacy of Permanent and Temporary Pellet Plots in Juniper-Pinyon Woodland. *J. Wildl. Mngmnt.* 47: 512-516. 1983.
29. Patton, D. R., Patch-Cutting Increases deer and Elk Use of Pine Forest in Arizona. *J. Forestry* 72: 764-766. 1974.
30. Robinette, W. L., Hancock, N. V., Jones, D. A., The Oak Creek Mule Deer Herd in Utah. resource Publications, 77-15, Salt Lake City: Utah Divisin of Wildlife Resources, 148, 1977.
31. Freddy, D. J., Bowden, D. C., Sampling Mule Deer Pellet Group Densities in Juniper-Pinyon Woodland. *J. Wildl. Mngmnt.* 47: 476-485. 1983.
32. Leopold B. D., Krausman, P. R., Hervert, J. J., Comment: The Pellet-Group Census Technique as an Indicator of Relative Use. *Wildlife Society bulletin* 12: 325-326. 1984.
33. Loft, E. R., Kie, J. G., Comparison of Pellet-Group and Radio Triangulation Methods for Assessing Deer Habitat Use. *J. Wildl. Mngmnt.* 52: 524-527. 1988.
34. Clark, P. L., Evans, F. C., Distance to Nearest Neighbour as Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology* 35, 2 (1954) 445-453.
35. Morista, M., Estimation of population Density by Spacing Method. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E1*, 187-197. 1954.
36. Taylor, R. H., Williams, R. M., The Use of Pellet counts for Estimating the Density of Populations of the Wild Rabbit, *Oryctolagus Cuniculus* (L.). *N.Z. J. Sci. Technol.* 388, 236-256. 1956.
37. Baddeley, J. C., Assessment of Wild Animal Abundance, *F. R. I. Bulletin No. 106*, Protection Forestry Division, Forest Research institute, 44, 1985.
38. Greig-Smith, P. *Quantitative Plant Ecology* 2nd ed. Butterworths, London, 1964.
39. Batcheler, C. L., Estimation of Density from a Sample of Joint Point and Nearest-Neighbour Distances. *Ecology*, 52, 4: 703-709. 1971.
40. Batcheler, C. L., Estimating Density and Dispersion from Truncated and Unrestricted Joint Point Distance Nearest-Neighbour Distances, *Proc. N. Z. Ecol. Soc.* 20: 131-147, 1973.
41. Batcheler, C. L., Probable Limit of Error of the Point Distance-Neighbour Distance Estimate of Density. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society*, 22: 28-33, 1975.
42. Oğurlu, I., Çatacık Koruma-Üretim Sahasında Geyik (*Cervus elaphus* L.) Populasyon Ekolojisi Üzerine Araştırmalar (Doktora tezi), K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.
43. Oğurlu, I., ve Yavuz, H., Geyik (*Cervus elaphus* L.) Populasyon Yoğunluğunun Dışkı Sayım Metoduyla Tahmin Edilmesinde Bilgisayar Programı Kullanılması, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 1994 (3) 11: 35-39.
44. Neff, D. J., Wallmo, O. C., Morrison, D. C., A Determination Defecation Rate for Elk. *J. Wildl. Mgmt.* 29, 2: 406-407, 1965.
45. Robinette, W. L., Ferguson, R. B., and Gashwiler, J. S., Problems Involved in the Use of Deer Pellet Group Counts. *N. Am. Wildl. Conf.*, 23: 411-425. 1958.
46. Lyon, L. J., Field Tests of Elk/Timber coordination Guidelines. Research Paper, Intermountain Forest and Range Experiment Station. USDA Forest Service, No. INT-325: 216-326. 1984.