

Orman Amenajman Planlarının Simülasyon Tabanlı Planlanması: Kavramsal Çerçeve

*Sedat KELEŞ¹, Emin Zeki BAŞKENT², Ali İhsan KADIOĞULLARI²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Çankırı

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu Yazar: skeles79@gmail.com

Geliş Tarihi: 03.07.2009

Özet

Ormanların ekosistem-tabanlı çok amaçlı planlanmasında (ETÇAP) temel felsefe, kısıtlayıcı koşullar altında belirlenen işletme amaç ve koruma hedeflerine ulaşmak için, ormana uygulanacak silvikültürel müdahalelerin tür ve miktarının zaman ve mekan boyutunda düzenlenmesidir. Bu şekilde planların hazırlanarak alternatiflerin üretilmesi ve aralarından orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğine en uygun seçeneğin kararlaştırılması için modelleme tekniklerinin kullanılması kaçınılmazdır. Bu makalede, orman ekosistemlerinin simülasyon tabanlı planlanmasına yönelik bir kavramsal çerçeve ortaya konulmuştur. Bu kapsamda öncelikle, simülasyon kavramı tanımlanmıştır. Daha sonra, simülasyon modellerinin bir kullanım alanı olan, orman amenajmanındaki kullanımına yönelik işlemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son olarak, simülasyon modellerinin avantajları ve eksiklikleri tartışılmıştır. Sonuçta, orman amenajman planlarının uzun vadeli yapılması, orman dinamiğinin kavranması ve ormanların sürdürülebilir olarak işletilmesi için simülasyon modellerinin gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Orman amenajmanı; Simülasyon; Orman ekosistemi, ETÇAP

Simulation-based Forest Management Planning: A Framework

Abstract

Ecosystem-based multiple use forest management planning concept focuses on developing alternative silvicultural treatments to achieve a desired flow of products and services from the forest ecosystem over time. Modelling techniques like simulation are indispensable tools to generate planning alternatives and determine an optimal management schedule among them to justify sustainable use of forests. This paper provides a framework for a simulation-based forest management model. In this context, firstly, the simulation model was explained, and then, its use in forest management planning was explored in detail. Finally, the advantages and disadvantages of simulation models were discussed. It is concluded that simulation models are important for understanding forest ecosystem structure, planning of forest ecosystems, and sustainable forest management.

Keywords: Forest management, Simulation, Forest ecosystem, ETÇAP

Giriş

Orman ekosistemleri, odun endüstrisinin temel hammaddesini sağlamakla beraber; reçine, sığla, palamut, tohum, çeşitli meyve, yaprak, böğürtlen ve mantar gibi odun dışı ürünler sunmaktadır. Aynı zamanda, yabani hayvanlara yaşam alanı oluşturmak, su ve toprak koruma, oksijen sağlama, karbon depolama, çeşitli rekreasyon fırsatları sunma, görsel kalite, azot döngüsü ve besin zinciri gibi ekolojik ve sosyal hizmetler de vermektedir.

Günümüzde, orman ekosistemleri, kullanım dışı amaçlar, yanlış ve plansız veya aşırı faydalanmalar nedeniyle, sağlıklarının ve yapılarının bozulmaları, alanlarının azalması, uzun vadede sürekliliğinin

sağlanamaması veya korunamaması gibi sorunlarla karşı karşıya kalmıştır. Orman ekosistemlerinin yapı ve kuruluşlarının bozulması ve alanlarının azalması ise beraberinde pek çok sorunu getirmiştir. Hızlı endüstrileşme ve nüfus artışına paralel olarak, çevre kirliliğinin artması, çölleşme, su kaynaklarının kalite ve sürekliliğinin tehlikeye düşmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, sel – taşkın – çığ ve heyelan olaylarının artması, asit yağmurları ve sera etkisi gibi sorunlar doğrudan ya da dolaylı olarak ormanların tahrip edilmesi ve yok edilmesinin sonuçları olarak ortaya çıkmıştır. Bu ekolojik ve çevresel olumsuzluklar, son yıllarda toplumun çevre konusundaki bilinçlenmesi, ve doğa ve doğal kaynaklara

ilişkin bilgilerin artmasına neden olmuş ve gelişen teknolojiye bağlı olarak dünya ülkeleri ortak çözüm arayışına girmişlerdir. Orman ekosistemlerinin sürekliliği çeşitli sözleşmelerde uluslar arası bir boyut kazanmıştır. Genel olarak tüm sözleşme ve süreçlerde; ormanların topluma sunduğu ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel değerlerin uzun vadeli korunması ve sürdürülebilir işletimi üzerinde durulmaktadır (Başkent ve Türker, 2004; Yolasığmaz, 2004). Bu gelişmelere paralel olarak odun eksenli orman amenajman planları yerini çok amaçlı planlamaya (fonksiyonel) bırakmıştır. 1990'lı yıllardan sonra ise, daha yenilikçi ve doğaya yakın bir planlama anlayışı olan ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Başkent, 1996).

Planlama tekniği itibarıyla değerlendirildiğinde, orman amenajmanı basit formüller yaklaşımlarla başlamış olup bilişim teknolojileri (Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri) ve bilimsel karar verme (Yöneylem Araştırması) teknikleri ile günümüzdeki konumuna gelmiştir. Günümüze dek, orman amenajman problemlerinin çözümü ve planların yapımı için, ormanın dinamik yapısının modellenmesinde önemli bir yer teşkil eden simülasyon teknikleri, bir veya birden fazla amaç içeren ve optimal çözümler veren matematiksel optimizasyon teknikleri (doğrusal programlama, amaç programlama, doğrusal olmayan programlama, dinamik programlama ve tamsayı programlama gibi) kullanılmış ve halen yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Son yıllarda ise, biyolojik çeşitliliğin korunması, orman ekosistemlerinin bütünlük ve hayatîyetinin devamlılığı ve konumsal özelliklerin amenajman planlarına yansıtılması zorunluluğu tabu arama, tavlama benzetimi ve genetik algoritma gibi kombine optimizasyon tekniklerini kullanmayı gerektirmiştir (Başkent vd., 2002).

Türkiye'de orman amenajman planları, kalkınma planlarının ilk hazırlanmaya başladığı 1963 yılından itibaren 10 yahut 20 yıllık periyotlarla düzenlenmektedir. Son yıllara kadar envanter ve teknik ormancılık uygulamalarında bir takım gelişmeler olmasına rağmen, odun üretimi eksenli klasik

ormancılık anlayışından öteye pek fazla geçilememiştir. Genelde klasik planlama sistemi özelde ise Akdeniz Orman Kullanım Projesi, Münferit Planlama, Fonksiyonel Planlama adları altında model amenajman planlama sistemleri geliştirilmiş ve uygulamaya aktarılmıştır. Hazırlanan orman amenajman planlarında ana amaç, en yüksek odun hâsılatı elde etmek ve bunun sürekliliğini sağlamak olurken, envanter amaçları da bu doğrultuda işlenmiştir (Köse ve Başkent, 2003; Yolasığmaz vd., 2005). Özellikle 1990'lı yıllardan sonra dünya'da orman amenajmanında meydana gelişme ve değişimlere ayak uydurmaya çalışan ülkemizde; Biyoçeşitlilik sözleşmesi ve Pan-Avrupa ve Yakın-Doğu süreçlerini benimsemiş, ormancılık anlayışında da bir takım köklü değişimler içerisine girmiştir. Bu bağlamda, orman kaynaklarının sürdürülebilir planlanması ve işletmeciliği ve özellikle biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına yansıtılması konusunda ulusal ve uluslar arası destekli projeler desteğinde pilot çalışmalar yapılmış ve son olarak bu planların tüm ülke kapsamında yaygınlaştırılması ve Türkiye ormancılığında uygulamaya aktarılması çalışmaları devam etmektedir. Son beş yıllık dönemde ise çok amaçlı planlama yaklaşımı değişim ve gelişim göstererek, ekosistem ve biyoçeşitlilik altlıklarını da alarak, Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) adını almış, ormancılık camiasının büyük bir kesimi tarafında da kabul görmüştür.

Türkiye'de gelişmiş ülkelerde orman amenajmanı planlaması alanında yaşanan gelişmelerden hareket ederek gerek akademik çalışmalarla ve gerekse ormancılık teşkilatındaki çalışmalarla/projelerle bilişim teknolojileri ve yöneylem araştırması teknikleri etkin şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde orman amenajman plan yapım sürecinde yöneylem araştırması tekniklerinden simülasyon yöntemi (Soykan, 1979), amaç programlama (Köse, 1986; Mısır, 2001) ve doğrusal programlama tekniği (Keleş, 2003; Karahalil, 2003; Yolasığmaz, 2004) bilimsel çalışmalarda kullanılmıştır. Orman teşkilatında ise yöneylem araştırması tekniklerinin ilk kullanımı, Akdeniz orman kullanım projesi ve daha sonra 1998 yılında OGM ile

Finlandiya'nın Enso Forest Development Oy. Ltd.'nin ortak çalışması olan Orman Kaynakları Bilgi Sistemi (FRIS) projesidir. Ancak bu projelerde kullanılan simülasyon modeli meşcere simülasyonu ağırlıklı olup gerçek anlamda bir orman simülasyonu modeli olmaktan uzaktır.

Ülkemizde bilimsel ve uygulama ağırlıklı geliştirilen orman amenajmanı planlama sistemleri ve modellerinin birçok katkılarına rağmen birçok eksiklikleri de görülmektedir. Buradan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmada, orman ekosistemlerinin ekosistem tabanlı çok amaçlı planlanmasına hizmet edecek bir simülasyon modelinin kavramsal çerçevesi çizilmiştir. Bu amaçla, öncelikle simülasyon kavramı ve simülasyon modellerinin genelde ormancılıkta ve özelde orman amenajmanındaki kullanım alanlarına değinilmiştir. Daha sonra orman amenajman planlamasında kullanılacak bir simülasyon modelinin temel bileşenleri ve bunların birbiriyle olan ilişkileri açıklanmıştır.

Simülasyon

Simülasyon, teoriksel yada gerçek fiziksel bir sisteme ait neden sonuç ilişkilerinin bir bilgisayar modeline yansıtılmasıyla, değişik koşullar altında gerçek sisteme ait davranışların bilgisayar ortamında izlenmesini sağlayan bir modelleme tekniğidir. Bir simülasyon modeli, temel olarak "ne-eğer" ("what-if") analizlerinin yapılmasını sağlayan bir araçtır. Kullanıcısına değişik tasarım ve işletim stratejilerinin genel sistem performansı üzerindeki etkisini gösterir (Başkent, 2004). Simülasyon, deterministik ve stokastik olarak ikiye ayrılır. Deterministik simülasyon, bir sistemin gelecekteki durumunun mevcut bilgilerden hareketle ortalama olarak tahmin edilebileceğini varsayar. Stokastik bir simülasyon modeli ise bütün tahminlerin belirsizliğini açık bir şekilde kabul eder. Örneğin, bir ağacın veya meşcerenin yıllık artımı, hava hallerindeki tahmin edilemeyen değişiklikler nedeniyle değişebilir. Diğer bir ifadeyle, zamanla ortaya çıkacak olayların belirli olasılık dahilinde olabileceği savı ya da gerçeği üzerine kurulur.

Simülasyon modelleri, özellikle günümüzde bilgisayarların ve programlama dillerinin gelişmesine bağlı olarak gerçek

yaşamda karşılaşılan pek çok problemin çözümünde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu alanlara, üretim planlaması, personel ve malzeme planlaması, kaynak planlaması, matematik ve istatistik gibi temel bilimler, işletme ve iktisat problemleri, envanter planlaması, biyomedikal sistemler ve çevre bilimleri örnek olarak verilebilir. Simülasyon modelleri ormancılık da yoğun olarak kullanılmaktadır. Ormancılıktaki kullanım alanları ise, hasılat ve büyüme modellerinin geliştirilmesi, orman koruma ve bakım organizasyonlarının geliştirilmesi, orman ürünlerine ilişkin arz-talep ilişkilerinin incelenmesi, amenajman planlarının hazırlanması, orman ekosistemlerinin dinamik yapısında meydana gelen değişimler ile sunmuş olduğu değerlerin zamana bağlı olarak tahmin edilmesi, yangın modellerinin geliştirilmesi, alternatif silvikültürel müdahalelerin planlanması, su, enerji ve besin döngüsü değişiminin incelenmesi olarak sayılabilir (Başkent, 2004).

Simülasyon Tabanlı Orman Amenajman Planlaması

Simülasyon teknikleri genellikle belirli bir strateji ile başlar ve bu stratejinin uygulanması ile beklenen sonuçları üretir (Keleş, 2008). Simülasyon tabanlı bir orman amenajman planlama modelinde, öncelikle orman ekosisteminin mevcut yapı ve kuruluşu tanımlanır. Bu aşamada, orman ekosistemi analiz alanlarına ayrılır. Yine karar verici tarafından belirli planlama stratejileri ortaya konulur. Bu aşamada ise, temel simülasyon parametreleri (planlama yörüngesi ve periyodu uzunlukları gibi) belirlenir, işletme amaçları ve hedefleri belirlenir, potansiyel teknik silvikültürel müdahaleler ve bunların analiz alanlarına uygulanma kuralları tespit edilir. Bu işlemler yapıldıktan sonra, mevcut orman kuruluşu periyodik olarak ardışık çözümle belirlenen planlama yörüngesi sonuna kadar kestirilir. Sonuçta ise orman ekosisteminden planlama stratejilerine bağlı olarak elde edilen çıktılar alınır ve değerlendirilir (Şekil 1).

Orman ekosisteminin tanımlanması

Bu aşamada, orman ekosistemlerinin yapı ve kuruluşu ortaya konulur. Bu amaçla kurulacak bir konumsal orman veri tabanı,

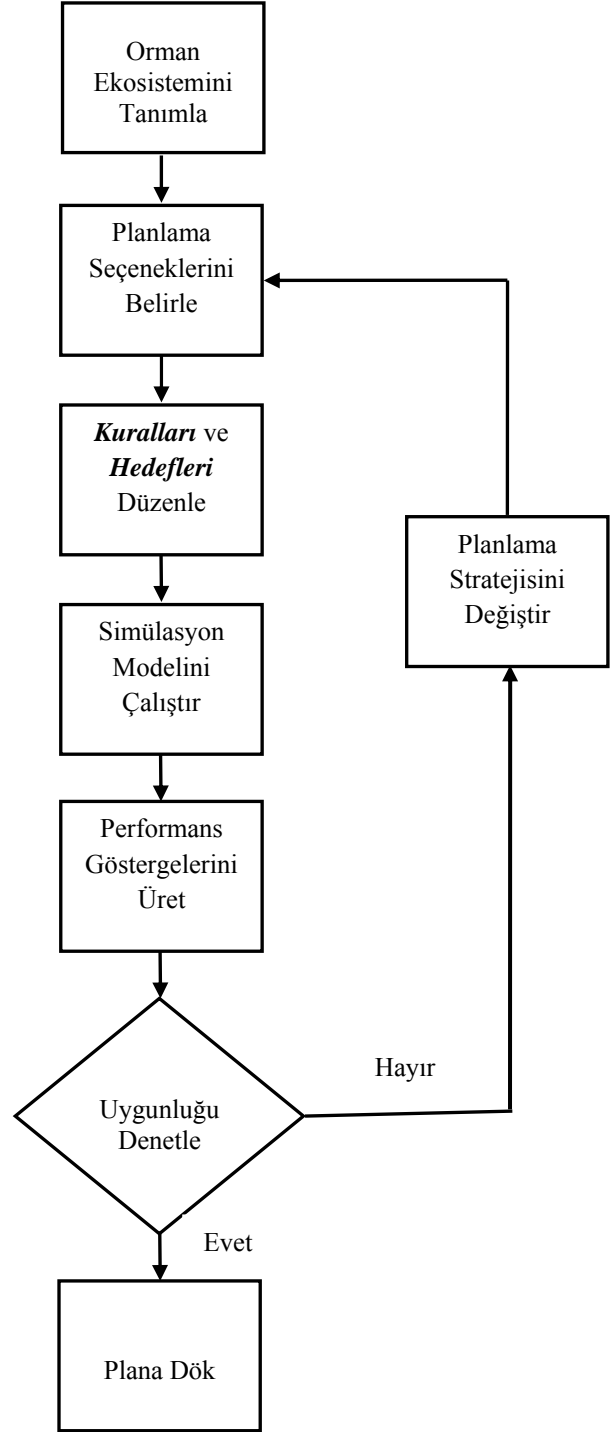
doğrudan kullanıcının envanter verilerini sisteme girmesine ve alternatif planlar üretmesine hizmet edecek şekilde olacaktır. Konumsal veri tabanında yer alan veri/bilgi ve özellikleri ise aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

- Örnek alanlarından alınan envanter (alan, ağaç serveti ve artımı, yetiştirme ortamı, odun dışı orman ürünleri vs) verileri için veri tabanı oluşturulur.
- Orman ekosisteminin sınıflandırılması (işletme sınıfı, fonksiyon veya meşcere tipleri ayırımı) ve konumsal verilerin temininde; uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve topoğrafik veriler kullanılır ve CBS ile yönetilir.
- Orman ekosistemini oluşturan meşcerelerin gelişiminin ve yapılacak silvikültürel ve doğal müdahalelere bağlı olarak topluma sunacağı değerlerin sayısal olarak belirlenebilmesi için modeller kullanılır. Örneğin, meşcere parametrelerinin uzun dönem gelişiminin tahmin edilmesinde "büyüme ve artım modelleri", karbon dengesinin belirlenmesinde ise "karbon modelleri" geliştirilir. Yine ekonomik analiz için gerekli ekonomik veriler ve gelir-gider-NBD gibi hesaplamalar ekonomik modeller kapsamında değerlendirilebilir. Bu modellerin her birinin çalışması ve ihtiyaç duyulan veri seti-çıktıları üretmesi için birtakım ham verilere (örneğin meteorolojik ve nüfus verileri) gereksinim duyulabilmektedir.
- İşletme amaçları, idare süreleri aralama ve gençleştirme rejimleri, koruma zonlarının oluşturulması gibi parametrelerin kararlaştırılması için ölçümler, analizler ve görüşme/mülakatların yapılır.

Planlama seçeneklerinin ortaya konulması

Simülasyonun bu aşamasında, karar verici veya kullanıcı tarafından bir takım veri girişine bağlı olarak işletme stratejileri geliştirilir. Bunlar:

- Planlama yörüngesi ve periyot uzunlukları belirlenir. Buna aynı zamanda zaman ayarı adı verilmektedir.

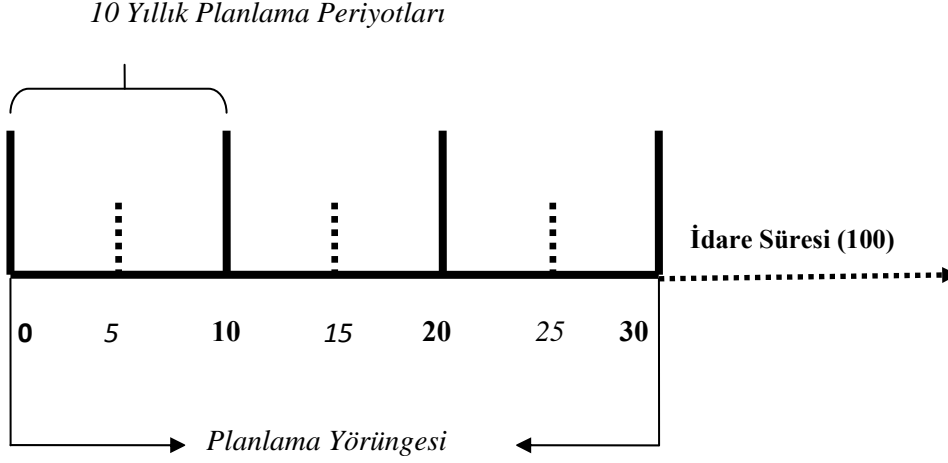


Şekil 1. Simülasyon tabanlı orman amenajmanı planlama modeli temel yapısı

Burada amaç, orman ekosisteminin ne kadarlık bir süre için dinamik yapısının tahmin edilmesinin istenildiğini

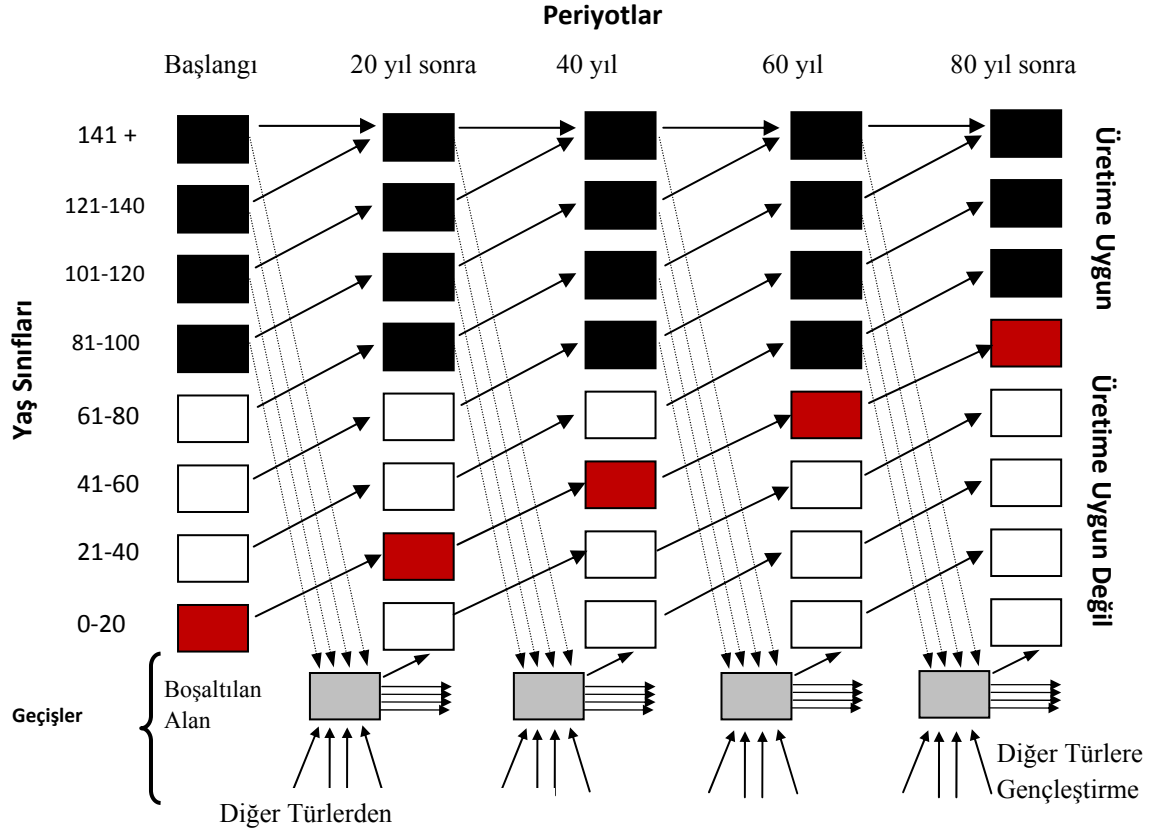
belirlemektir. Bu ise periyot uzunlukları olarak adlandırılan ve planlama yörüngesinin bölünmesi olacak şekilde

(genellikle 5, 10 veya 20 yıl) belirli aralıklarla takip edilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. 10 yıllık planlama periyotlarına ayrılmış 30 yıllık planlama yörüngesi örneği

- Müdahale türü ve sınırları düzenlenir. Müdahaleler, orman amenajmanında büyüme ve hasılatı (ürün ve hizmet üretimi) tetikleyici bir mekanizma görevi üstlenmektedir. Müdahaleler, ürün ve hizmetlerin üretimi, müdahale edilen alanlar, işletmenin yüklediği masraflar ve elde ettiği gelirler, orman ve meşcere parametreleri gibi işletmenin başarısını ölçen değişkenlerin rapor edilmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Bu aşamada, öncelikle, karar verici tarafından, planlama birimini oluşturan işletme sınıfları, orman fonksiyonları, ağaç türleri, meşcere tipleri, koruma durumu, topografik yapı, bonitet ve idare süresi gibi parametrelere bağlı olarak “analiz alanları” belirlenir. Daha sonra her bir analiz alanına tahsis edilecek silvikültürel müdahale rejimi ortaya konulur. Silvikültürel müdahale rejimi, herhangi bir analiz alanına zamansal olarak uygulanacak silvikültürel müdahaleler dizisidir. Herhangi bir müdahale reçetesinde, gençleştirme (traşlama, siper kesimi, seçme gibi), bakım (gençlik, sıklık bakımı, aralama), rehabilitasyon, koruma ve ağaçlandırma gibi silvikültürel müdahalelerden bazıları yer almaktadır.
- Geçişler (orman yapısındaki zamansal değişim) belirlenir. Orman ekosistem parçaları uygulanan doğal veya silvikültürel müdahaleye bağlı olarak bir takım değişimlere maruz kalmaktadır. Simülasyonun bu aşamasında, üretim birimlerine (genellikle meşcere tipleri veya ağaç türleri) uygulanacak silvikültürel veya doğal müdahalelere göre, mevcut analiz alanının müdahaleden sonra geçeceği yeni/hedef ağaç türü veya meşcere tipleri belirlenmektedir. Bunu bir örnekle açıklamak mümkündür. Bir orman genellikle farklı yaş sınıflarından oluşmaktadır. Her bir yaş sınıfı ise, zamanla büyüme olayını gerçekleştirerek bir üst yaş sınıfına geçmekte ya da kesim yaşını doldurmuş ise kesime tabi tutulmaktadır. Şekil 3, aynı yaşlı bir orman alanındaki mevcut yaş sınıflarının gençleştirme üretimine dayalı olarak birbirleri arasındaki geçişleri göstermektedir. Dolayısıyla orman alanı, zamanla uygulanan müdahalelere bağlı olarak yaş sınıflarında değişime maruz kalmaktadır.



Şekil 3. Aynı yaşlı ormanın gençleştirme durumuna göre gelişimi (Davis, 1999'dan uyarlandı)

Her bir yaş sınıfı, gençleştirmeye tabi tutulmadığı takdirde izleyen periyotta bir üst yaş sınıfına geçmektedir. Gençleştirme kesimine tabi tutulan meşcereler ise ilk yaş sınıfına geçmektedir. Bununla birlikte belirli yaşlardaki bir ağaç türü katmanı, uygulanan silvikültürel müdahale veya doğal olaylara bağlı olarak, farklı ağaç türü katmanına geçebilir ve gelişimi bundan sonraki süreçte farklılık gösterebilir (diğer türlere gençleştirme). Yine, orman alanında yeni yapılan ağaçlandırmalar ile birlikte yaş sınıfları veya ağaç türleri karışımında değişiklikler söz konusu olabilir (diğer türlerden gençleştirme).

Orman amenajman planlama modellerinde müdahaleler ve geçişler ortaya konulurken, olasılıklı müdahale seçenekleri veya geçişler de modellere eklenebilmektedir. Bu bir örnekle açıklanırsa; KnL₃ rumuzlu bir meşcere tipinin gençleştirme kesimini takiben geçeceği yeni türler için iki alternatif söz konusu olabilir. Bunlardan birincisi (A),

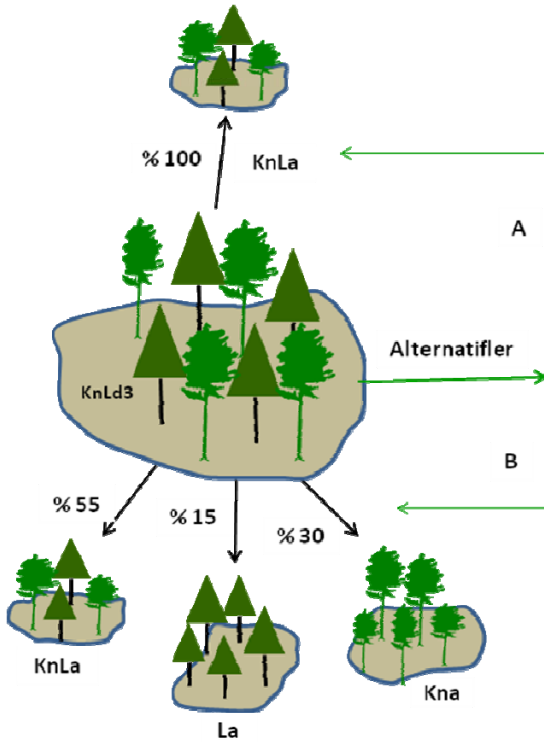
KnL₃ meşceresi gençleştirmeden sonra mevcut ağaç türü bileşimini aynen devam ettirebilmektedir. Diğer alternatifte (B) ise, KnL₃ meşcere tipi, gençleştirme kesimini takiben farklı ağaç türü veya ağaç türü bileşimlerine (hedef türler) belirli olasılıklarla geçebilecektir. Örneğin, %55 olasılıkla yine KnL, %15 olasılıkla L ve %30 olasılıkla Kn meşcerelerine geçebilir. Bu tür geçişler genellikle Monte Carlo olayı olarak gerçekleşmektedir (Başkent, 2004) (Şekil 4).

Kuralların ortaya konulması

Burada, orman ekosistemini oluşturan üretim birimlerine (meşcere) uygulanacak silvikültürel müdahalelerin önceliklerinin belirlenmesi ile birlikte her bir analiz alanının kesim öncelikleri belirlenmektedir. Genellikle simülasyon modellerinde kullanılmakta olan dört önemli silvikültürel müdahale (gençleştirme ve bakım) önceliği kuralı vardır. Bunlar:

- En yaşlı meşcerelerden başlayan kesim önceliği kuralı

- Birim alan üretiminin en fazla olduğu meşcerelerden başlayan kesim önceliği kuralı
- En düşük artımlı meşcerelerden başlayan kesim önceliği kuralı
- En fazla artım kaybının olduğu meşcerelerden başlayan kesim önceliği kuralıdır.



Şekil 4. Silvikültürel müdahalelere bağlı olarak meşcerelerde gerçekleşen olası zamansal değişime bir örnek

Kesim önceliği kuralı simülasyon tabanlı orman amenajmanı planlamasında oldukça önemlidir. Örnek olarak 50 yaşından büyük meşcereler hızlı bir şekilde büyümelerine devam ederken, 150 yaşındaki meşcerelerin büyümesi yavaştır. Bu durumda en yavaş büyüyen meşcereler öncelikle kesime alınması stratejik önem taşıyabilir. Simülasyon modeli kullanıcısı, meşcerelerin birim alandaki hacimleri ile gelecek periyotta tahmin edilen birim alandaki hacimlerini karşılaştırır. Daha sonra meşcereleri artışlarına göre sıralar ve en yüksek negatif değere sahip meşcereleri önce keser. Diğer bir örnek ise, aynı artışa sahip olan iki meşcere olduğunu varsayalım. Bu durumda model eğer amaç odun üretimini en

iyilemekse odun üretimi en fazla olan meşcereyi keser. Şekil 5'de en yaşlı meşcereden kesme önceliği kuralı ve alan kontrolü metoduna dayalı bir simülasyon örneği verilmiştir.

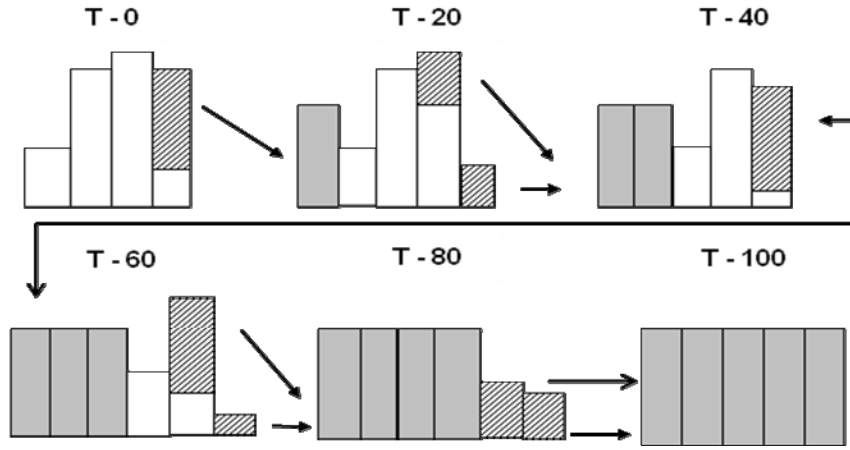
Amaçlar ve hedeflerin belirlenmesi

Bu aşamada, söz konusu orman ekosisteminden zamana bağlı olarak ulaşılmak istenen hedefler ortaya konulur. Odun üretiminden elde edilecek Net Bugünkü Değerin azami seviyeye çıkarılması amaç olarak belirleneceği gibi, sadece ürün miktarının eniyilenmesi de hedef olarak alınabilir. Simülasyon modellerinde genellikle, çıktı hedefleri olarak alan ve hacim miktarları kullanılmaktadır. Her bir periyotta ne kadar eta elde edilebileceği veya ne kadar bir alana müdahale edileceği modele girilir. Hacim kontrol metodunda ayrıca her bir müdahale (bakım ve tıraşlama gibi) ile ne kadar eta elde edilmek istendiği hedef olarak belirlenebilir. Yine her bir periyotta ne kadar alan ağaçlandırılacağı ve hangi ağaç türü ile ağaçlandırılacağı da bu evrede belirlenmektedir.

Ayrıca yardımcı modeller planlama modeline dahil edilir. Kullanılacak hasılat tablosunun seçilmesi, odun ürünü çeşitleri tablosunun seçilmesi, odun üretimine yönelik ekonomik verilerin girilmesi, karbon depolama, su üretimi veya diğer orman fonksiyonlarının sayısal olarak modele yansıtılmasını sağlayan modellerin seçimi veya gerekli veri ve bilgilerin girilmesi gerçekleştirilmektedir.

Simülasyon modelinin oluşturulması

Orman amenajmanı simülasyon modelinde, karar verici tarafından belirlenen stratejilere bağlı olarak uygun meşcereler üretime alınmak amacıyla belirli bir sıraya konulmaktadır. Simülasyon esnasında, belirlenen silvikültürel müdahale öncelikleri ve kuralları meşcerelerin sıraya konulmasında önemli faktörlerdir. Simülasyon modeli tarafından, müdahale önceliklerine göre sıralanan kesime uygun meşcereler, daha sonra silvikültürel müdahalelere tabi tutulmaktadır.



Şekil 5. En yaşlı meşcereden başlayarak gençleştirme kuralına göre alanın yaş sınıflarına dağılımının zamana bağlı değişimi

Burada, bazı meşcereler üretim dışı tutulabilir. Bunun nedeni ise, görsel kalite, rekreasyon, biyolojik çeşitlilik, yaban hayatı koridorları, erozyon kontrolü, yaban hayatı gereksinimleri veya korunan alanları güvence altına almaktır. Ancak model planlama yürüngesi boyunca her bir meşcerenin büyüme ve artımlarını gerçekleştirir.

Belirlenen plan hedeflerine ulaşmada silvikültürel müdahalelerin seçimi etken faktördür. Simülasyonda, hedeflere ulaşıncaya kadar meşcerelere silvikültürel müdahale edilir. Diğer taraftan bazı stratejilerde, hedeflere ulaşamama söz konusu olabilecektir. Bunun nedenleri ise genellikle; a) Öngörülen silvikültürel müdahaleyi uygulayacak yeterli miktarda alan olmayabilir, b) Silvikültürel müdahalelerin düzeni uygulanmayan bir faaliyetle sonuçlanabilir, çünkü daha önceki müdahaleler uygulanabilir alanları tüketmiştir, c) Verilen hedefteki değer ulaşılamayabilir, olabilir.

Her bir meşcere, değişik silvikültürel müdahale dizinine (gençleştirme, aralama, budama ve gübreleme gibi) maruz kalmakta ve zamana bağlı olarak yapı ve kuruluşu (yaş, servet, atım, göğüs yüzeyi, ağaç türü vs) ile fonksiyonları (karbon birkimi, su üretimi, odun üretimi vs) değişmektedir. Gençleştirmeye alınan meşcereler ilk yaş sınıfına geçmekte, bakıma alınan meşcereler ise bir üst yaş sınıfına geçmektedir. Gençleştirme kesim ve bakım periyotlarında meşcerelerden elde edilen çıktılar aynı

zamanda planlama stratejilerinin çözümü sonucunda orman ekosisteminden elde edilen değerleri göstermektedir.

Performans göstergelerinin üretilmesi ve plana dökülmesi

Simülasyon modelinde son aşama ise, orman dinamiğinin belirli performans göstergeleri ya da plan çıktıları ile sunulmasıdır. Orman amenajmanına yönelik olarak geliştirilen bu tür modellerde, karar vericilerin isteklerine bağlı olarak meşcere veya orman düzeyinde çok sayıda çıktıları görmek ve değerlendirmek mümkündür. Performans göstergeleri, kullanıcının isteklerine bağlı olarak grafik, tablo, metin ve harita formatlarında elde etmek mümkündür. Çıktılar:

- Başlangıç orman kuruluşu ve belirlenen aralıklarla bu kuruluşun değişimi
- Yaş/çap sınıfları dağılımına göre alan ve hacim miktarları
- Periyotlar itibarıyla birikimli net bugünkü değerler
- Periyodik olarak elde edilen üretim gelirleri ve maliyetler
- Her bir periyotta planlama biriminde gerçekleştirilen ağaçlandırma miktarları
- Aralama ve gençleştirme değerleri
- Herhangi bir silvikültürel müdahale tekniğine maruz kalan meşcereler

- Zamana bağlı olarak ormanın sunmuş olduğu su üretimi, karbon depolama, oksijen üretimi ve toprak erozyonu miktar ve NBD değerlerin sayısal sonuçları şeklinde olabilir.

Çoğu planlama modellerinde işletme başarısını değerlendirmek için orman ekosisteminin mevcut yapısı ve faydaları dikkate alınır. Ormanın mevcut yapısı, tür ve hacme göre dikili ağaç serveti, yaş sınıfı, ağaç türleri itibariyle alan dağılımı ve yaban hayatı uygunluğu sayılabilmektedir. Faydalar ise odun üretimi (eta), ot üretimi, rekreasyon ziyaretçi gün sayısı, net gelirler ve diğerleri olarak özetlenebilir. Bu çıktılar “*Performans Göstergeleri*” olarak adlandırılır. Çıktılar m³, alan, TL gibi farklı birimlerde olabilir. Model çıktıları, planlama birimi düzeyinde oluşturulabildiği gibi, ağaç türü, işletme sınıfı, orman fonksiyonu, meşcere veya yaş sınıfları gibi belirli düzeylere göre özetlenerek sunulabilir.

Sonuçlar ve Tartışma

Simülasyon, ormanın dinamik yapısının modellenmesinde önemli bir yer teşkil eden sezgisel bir yaklaşımdır ve karmaşık matematiksel kuramlardan uzaktır. Öncelikle, ormanın mevcut kuruluşu tanımlanır, işletme amacı belirlenir, potansiyel teknik müdahale yahut işletme tekniklerinin meşcereye uygulanma kuralları tespit edilir ve her bir teknik müdahalenin uygulanacağı miktar hedef değeri olarak belirlenir. Bu işlemler yapıldıktan sonra, mevcut orman kuruluşu periyodik olarak ardışık çözümle belirlenen planlama yürüngesi sonuna kadar kestirilir. Simülasyonda özgün belirleyici unsurlar, hedeflerin ve kuralların önceden belirlenerek her bir periyottaki çözümün diğer periyotlardan bağımsız olmasıdır. Diğer bir ifadeyle, bir planlama döneminde (periyot) verilecek kararlar diğer periyotlardaki muhtemel etkisi kestirilmeden alınmaktadır (Başkent, 2004).

Simülasyon modelleri, karar vericilere büyük bir kolaylık, esneklik ve hareket etme sahası vermektedir. Modellerin geliştirilmesi, kullanımı ve elde edilen sonuçların yorumlanması oldukça kolaydır. Orman ekosistemleri gibi dinamik yapısının anlaşılması çok uzun bir zaman gerektiren

sistemlerin ortaya konulması, izlenmesi ve neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesine yardımcı olurlar. Herhangi bir sistemin bir bütün olarak incelenmesine fırsat sağlarlar. Diğer bir önemli özelliği ise, karar vericilerin alternatifler üretmesine ve bu alternatifler arasından en iyi olanlarını seçmesine yardımcı olmasıdır. Ancak, bu yaklaşım tarzı, karmaşık problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır. Alternatif stratejilerin geliştirilmesini sağlamalarına rağmen, tek başlarına bir çözüm üretmezler ve genellikle simülasyon modellerine ilişkin programların geliştirilmesi zordur. Doğrusal programlama, amaç programlama ve tamsayı programlama teknikleri gibi matematiksel anlamda sınırları belirlenmiş bir çözüm algoritmasına sahip değildir. Simülasyon yöntemi zaman içerisindeki periyotlar-arası mübadeleyi (değişimi) ele almakta yetersiz olduğu için optimal bir çözüm üretmez. Ayrıca birden fazla amacın eniyilemesinde simülasyon modelleri yetersiz kaldığından etkin değildirler. Oysaki, orman amenajmanında birden fazla amaç yer almaktadır; bunların bir çoğu birbiriyle çelişmekte, konumsal özellik içermektedirler ve genellikle optimal ya da optimale yakın çözümler gerektirmektedirler (Başkent, 2004).

Kaynaklar

Asan Ü. 1995. Orman Kaynaklarının Rasyonel Kullanımı ve Ülkemizdeki Durum. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 45 (3-4), 15-27.

Başkent E.Z. 1996. 21. Yüzyıl Ormancılığına Yeni Bir Yaklaşım: Sayısal Ormanlık, KTÜ Orman Fakültesi, Güz Yarıyılı Seminerleri, Seminer Serisi, No: 1, 77-84.

Başkent E. Z., Yolasığmaz, H. A., Mısır, M. ve Çakır, G. 2002. Kombine Optimizasyon Teknikleri ve Ekosistem Amenajmanı, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Nisan, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 77-88.

Başkent E.Z. 2004. Yöneylem Araştırması Modelleme ve Doğal Kaynak Uygulamaları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 36, Trabzon, 476 s.

Başkent E.Z. ve M.F., Türker. 2004. Ormanlıkta Sertifikasyonda gelişmeler - Progress in forest certification, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi B serisi.

Davis R. 1999. Strategic forest management model version 1.6 user guide. Ministry of Natural Resources, Queen's Printer for Ontario, Canada.

Karahalil U. 2003. Toprak Koruma ve Odun Üretimi Fonksiyonlarının Doğrusal Programlama ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Keleş S. 2003. Ormanların su ve odun üretimi fonksiyonlarının doğrusal programlama tekniği ile optimizasyonu (Karanlıkdere Planlama Birimi Örneği), Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Keleş S. 2008. Orman Amenajman Planlarının Hazırlanmasına Yönelik Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Prototip Modelinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Köse S. 1986. Orman işletmelerinin planlanmasında yöneylem araştırması yöntemlerinden yararlanma olanakları, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Köse S. ve Başkent E.Z. 2003. Orman Amenajmanı Planlama Sürecinin Teknik, Mevzuat ve Organizasyon Açısından Değerlendirilmesi ve Yeniden Yapılandırılması. Orman Mühendisliği Dergisi, 40 (9-10), 9-20.

Mısır M. 2001. Çok Amaçlı Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak amaç Programlama Yöntemiyle Düzenlenmesi (Ormanüstü Planlama Birimi Örneği), Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Soykan B. 1979. Aynıyaşlı ormanların aktüel kuruluşlarının optimal kuruluşa yaklaştırılmasında yöneylem araştırması metodlarından yararlanma olanaklarının araştırılması, K.T.Ü. Yayın No: 106, Orman Fakültesi Yayın No:5, Trabzon, 252 s.

Yolasığmaz H.A. 2004. Orman Ekosistem Amenajmanı Kavramı ve Türkiye'de Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yolasığmaz H.A., Sivrikaya F., Keleş S. ve Günlü A. 2005. Ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, Mart, Antalya, Bildiriler Kitabı, Cilt 2, 340-350.