

Denizli-Honaz Planlama Birimi Orman Amenajman Planının Etçap Karar Destek Sistemleri (Modelleme) İle Hazırlanması

Ali İhsan KADIOĞULLARI^{1*}, Özkan BİNGÖL², Rüstem KIRIŞ³, Mehmet Ali SAYIN⁴, Durmuş Ali ÇELİK¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Trabzon

³ Orman Genel Müdürlüğü, Ankara

⁴ Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Amenajman Başmühendisi, Trabzon

ÖZET: Bilişim teknolojileri ve karar destek sistemleri kullanılarak günümüzde daha etkili orman amenajman planları düzenlenmektedir. Ancak verilen kararlar sonucunda oluşan üretim düzeneğinin rasyonelliği ve ormanın sunduğu ürün ve hizmetler bakımından sürdürülebilirliği yeterince tartışılmamaktadır. Orman ekosisteminin sunduğu ürün ve hizmetlerin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla uzun vadeli planlamayı sağlayacak çok sektörlü ve çok ölçütlü bir planlama yaklaşımının hakim olduğu günümüzde optimal üretim düzeneği ancak bilişim teknolojileri ve karar verme teknikleri ile mümkün olabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve yöneylem araştırması (YA) tekniklerinin yardımı ile farklı planlama senaryolarının geliştirilerek karşılaştırılması ile ancak uygulanabilir bir plan gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, Klasik planlama, geleneksel simülasyon ve doğrusal programlama tekniğine göre onar yıllık periyotlarla ormanın 120 yıllık kestirimi yapılmıştır. Planlama için maximum odun üretimi, alan kontrol ve geleneksel plan uygulamaları olmak üzere üç planlama senaryosu hazırlanmış ve ETÇAP modeli ile çözülmüştür. Çalışma sonucunda; Honaz planlama biriminin geleneksel planlama yaklaşımına göre ETÇAPKlasik yazılımı ile 79,663 m³ periyodik eta (10 yıllık) elde edilirken, simülasyon ile 120,000m³, optimizasyon ile 123,346 m³ eta elde edilmiştir. 120 yıllık toplam etalar karşılaştırıldığında ise, simülasyon ile %60, optimizasyon tekniği ile de %58-%100 oranlarında bir iyileşme belirlenmiştir. Ancak, gençleştirme alanlarının konumsal dağılımı ve erteleme süresi içerisindeki açma alanı büyüklükleri burada dikkate alınmamıştır. Planlama birimlerindeki karşılaşılan altyapı ve yönetsel sorunların giderilmesi durumunda, işletmelerin üretkenliğini son derece artırabilecek olan bu modellerin ülke ekonomisine de katkı sağlayacağı aşikardır.

Anahtar Kelimeler: Orman Amenajmanı, Sürdürülebilirlik, Karar Destek Sistemleri, Modelleme

Preparing Forest Management Plan of Denizli-Honaz Planning Unit With ETÇAP Decision Support System (Model)

ABSTRACT: Nowadays, forest management plans have been prepared using the information technologies and Decision Support Systems (DSS). However, the management interventions determined by the classical forest management planning approach were not discussed in terms of the rationality and sustainability of goods and services. As the objectives and conservation targets change and vary, multiple stakeholders involve and multiple criteria are used then the optimal management of forest resources can only be realized with the use of DSS and information technologies. A case study area of Honaz Planning Unit was selected and the forest ecosystems were forecasted over 120 years with 10 years internal using classical approach, simulation and linear programming (LP) techniques. Maximum wood production, area regulation, and classical management plan based scenarios were developed and solved with ETÇAP model. The ETÇAPKlasik model has harvested 79,663 m³ volume of wood, ETÇAPSimilasyon 120,000 m³ and ETÇAPOptimizasyon 123,346 m³. The simulation model has generated harvest volume 60% more than that in classical approach and the LP based model produced 58% to 100% more volume as compared to the amount in classical approach. However, the spatial distribution of harvest, adjacency delay and opening size constraints were not exercised in this study. In conclusion, the modeling approach has the great potential to increase the performance of the forest industries and contribute to the country's economy when the infrastructure is in place and the apparent technical as well as administrative problems are handled

Keywords: Forest Management, Sustainability, Decision Support System, Modeling.

*Sorumlu Yazar: A. İhsan KADIOĞULLARI, alikadi@ktu.edu.tr

1. GİRİŞ

Orman Amenajmanı planlama tekniği itibarıyla değerlendirildiğinde, basit formüller yaklaşımlarla başlamış olup bilişim teknolojileri (Coğrafi Bilgi

Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri) ve bilimsel karar verme teknikleri (yöneylem araştırması) ile günümüzdeki konumuna gelmiştir. Bu süreçte orman amenajman problemlerinin çözümü ve planların yapımı için, ormanın dinamik yapısının modellenmesinde önemli bir yer teşkil eden, bir veya birden fazla amaç içeren simülasyon teknikleri ile optimal çözümler veren matematiksel optimizasyon teknikleri (doğrusal

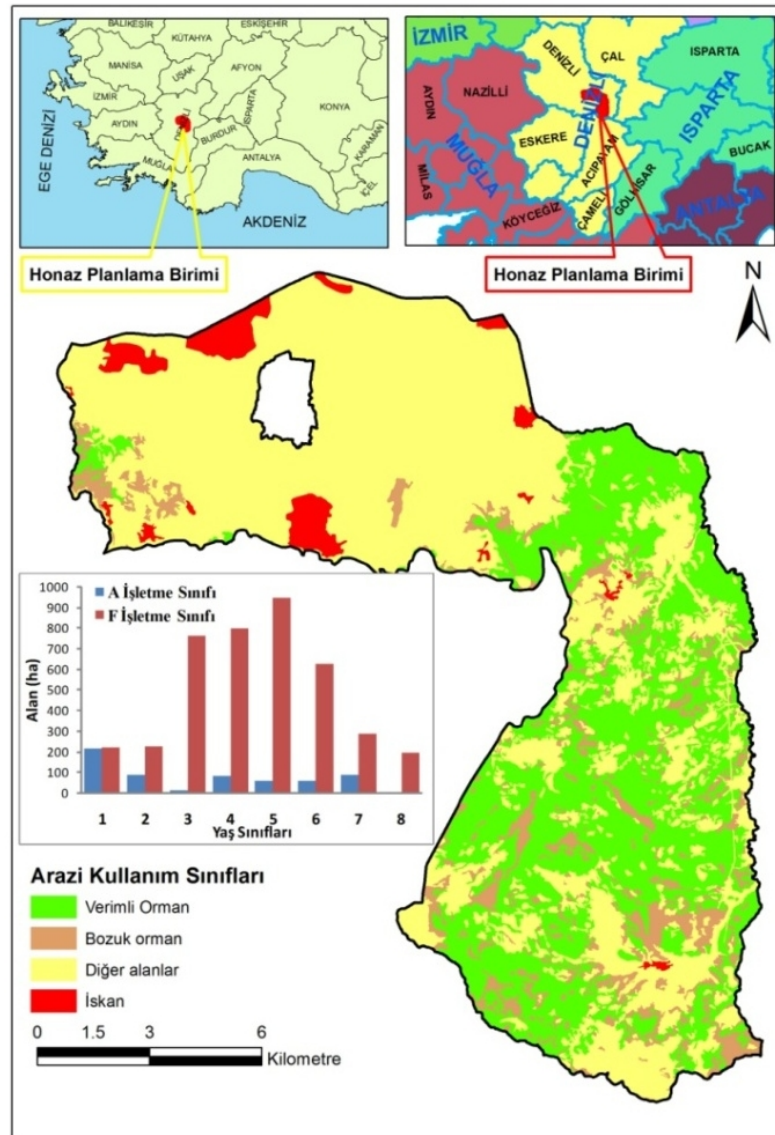
*Sorumlu Yazar: Ali İhsan KADIOĞULLARI, alikadi@ktu.edu.tr

programlama, amaç programlama ve tamsayılı programlama gibi) kullanılmış ve halen yoğun bir biçimde kullanılmaktadır (Başkent ve ark. 2002, Kadioğulları, 2009). Bu çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman amenajman Anabilim dalı tarafından geliştirilen prototip ETÇAP (ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama) modelinin bir örnek planlama biriminde uygulaması sonuçları değerlendirilecektir. Klasik planlama, geleneksel simülasyon ve doğrusal programlama tekniğine göre onar yıllık periyotlarla ormanın 120 yıllık kestirimi yapılmıştır. En yüksek odun hasılatı, alan kontrol metodu ve klasik plan senaryosu olmak üzere üç planlama senaryosu tasarlanmış ve ETÇAPSimülasyon ile ETÇAPOptimizasyon modelleriyle çözülmüştür. Orman ekosistemin performansı; toplam eta, yaş sınıfları dağılımı, gençleştirme-bakım alanları, dikili servet, karbon birikimi ve su üretim miktarının değişimi ile ölçülmüştür.

2. MATERYAL ve METOT

2.1 Alan Tanıtımı

Çalışma alanıDenizli Orman Bölge Müdürlüğü, Denizli Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Honaz planlama birimidir (Şekil 1). DENİZLİ Orman Bölge Müdürlüğü, Merkez orman işletme müdürlüğüne bağlı Honaz planlama birimi örnek alan olarak seçilmiştir. Kızılcım, Karaçam, Sedir, Ardıç ve Fıstıkçamı türlerinin değişik oranlarda oluşturduğu Honaz planlama biriminin alanı 18639,75 ha'dır. Ormanlık alan toplamı 7721,76 ha (%41) ve üretime konu olan işletme sınıflarının genelde genç-orta yaş sınıflarına dağılımı optimalden uzak bir orman kuruluşu sergilemektedir. Biyoçeşitlilik envanterinin de yapıldığı alanın orman envanteri 2009 yılında KTÜ Orman Fakültesi-OGM işbirliği ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Planlama biriminin coğrafi konumu ve yaş sınıflarının dağılımı

3. MODELLEME TEKNİKLERİ ile FAYDALANMANIN DÜZENLENMESİ

3.1. Simülasyon Model Yazılımı (ETÇAPSimülasyon)

Planlama biriminin simülasyon tekniğine uygun olarak modelleme yaklaşımı ile planı ETÇAPSimülasyon yazılım ile hazırlanmıştır. Bunun için üç adet planlama senaryosu geliştirilmiştir. Birinci senaryoda ETÇAPKlasik planlama sonucuna yakın etaların elde edilmesinin amaçlandığı “*temel planlama*” senaryosu, ikincisi planlama biriminden Maksimum odun üretiminin hedeflendiği “*maksimum odun üretimi*” senaryosu ve son olarak da klasik planlama yaklaşımında belirlenen optimal periyodik alanlar kadar alanın her bir periyotta gençleştirmeye konu edildiği planlama senaryosu olan “*OPA*” planlama senaryosudur. Bu senaryolara ait özellikler aşağıda verilmiştir Çizelge 1.

Temel Planlama Senaryosuna göre ETÇAPKlasik planlama yazılımına uygun eta miktarlarının her bir periyotta alındığı görülmektedir. Bu senaryoya göre 120 yıllık planlama yörüngesi boyunca her bir periyotta (10 yıl) 47.794 m³ ara hasılat ve 30.290 m³ son hasılat etası rahatlıkla elde edilmiştir (Şekil 2a). Bu planlama senaryosu belirlenen kurallar gereği planlama yörüngesi boyunca toplam 938.727 m³ eta miktarı ile en düşük toplam eta hedefine ulaşan simülasyon planlama senaryosu olmuştur. Alan bakımından sonuçlar ele alındığında ise; ara hasılatla konu edilen alanlarda her bir periyotta önemli oranda azalma meydana gelirken, son hasılatla konu edilen alanlar on iki periyot boyunca aktüel meşcere tipine bağlı olarak değişmektedir (Şekil 3a).

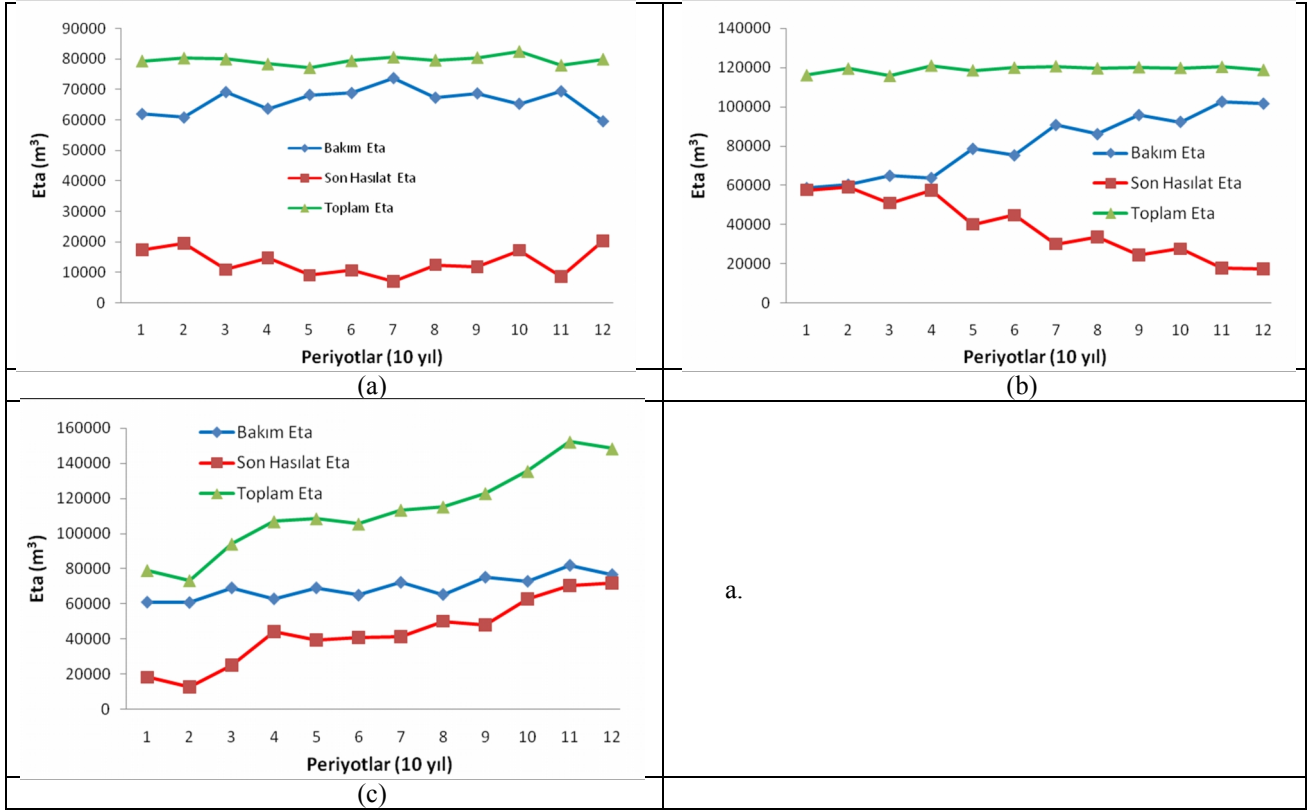
Çizelge 1. Simülasyon Planlama Senaryoları

Temel Planlama Senaryosu	Maksimum Odun Üretimi Senaryosu	OPA Planlama Senaryosu
U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.	U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.	U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.
Klasik planlama senaryosunda karar verilen 10 yıllık toplam eta kadar her bir periyotta Eta alınması öngörülmüştür.	Orman Kaynaklarının sürdürülebilirliğini tehlikeye atmadan alınabilecek en fazla eta miktarının her bir periyotta eşit olarak alınması ön görülmüştür.	Son hasılat etası verilen işletme sınıfları için hesaplanan OPA miktarı kadar alanın her bir periyotta gençleştirilmesi ön görülmüştür.
Gençleştirme ve bakım kuralı olarak “En yaşlı meşcerelerden” başlaması kararlaştırılmıştır.	Gençleştirme ve bakım kuralı olarak “En yaşlı meşcerelerden” başlaması kararlaştırılmıştır.	Gençleştirme ve bakım kuralı olarak “En yaşlı meşcerelerden” başlaması kararlaştırılmıştır.
Her bir periyot için 79663m ³ toplam eta alınması kararlaştırılmış ve en fazla %5 sapma miktarına izin verilmiştir.	Eşit eta (120.000 m ³) hedefinden en fazla %5 sapma miktarına izin verilmiştir.	Eşit alan (OPA’lar kadar) seyir politikası hedefinden en fazla %5 sapma miktarına izin verilmiştir.
ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılatetası öngörülmemiştir.	ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılatetası öngörülmemiştir.	ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılatetası öngörülmemiştir.
Fonksiyon ve İşletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.	Fonksiyon ve İşletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.	Fonksiyon ve İşletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.

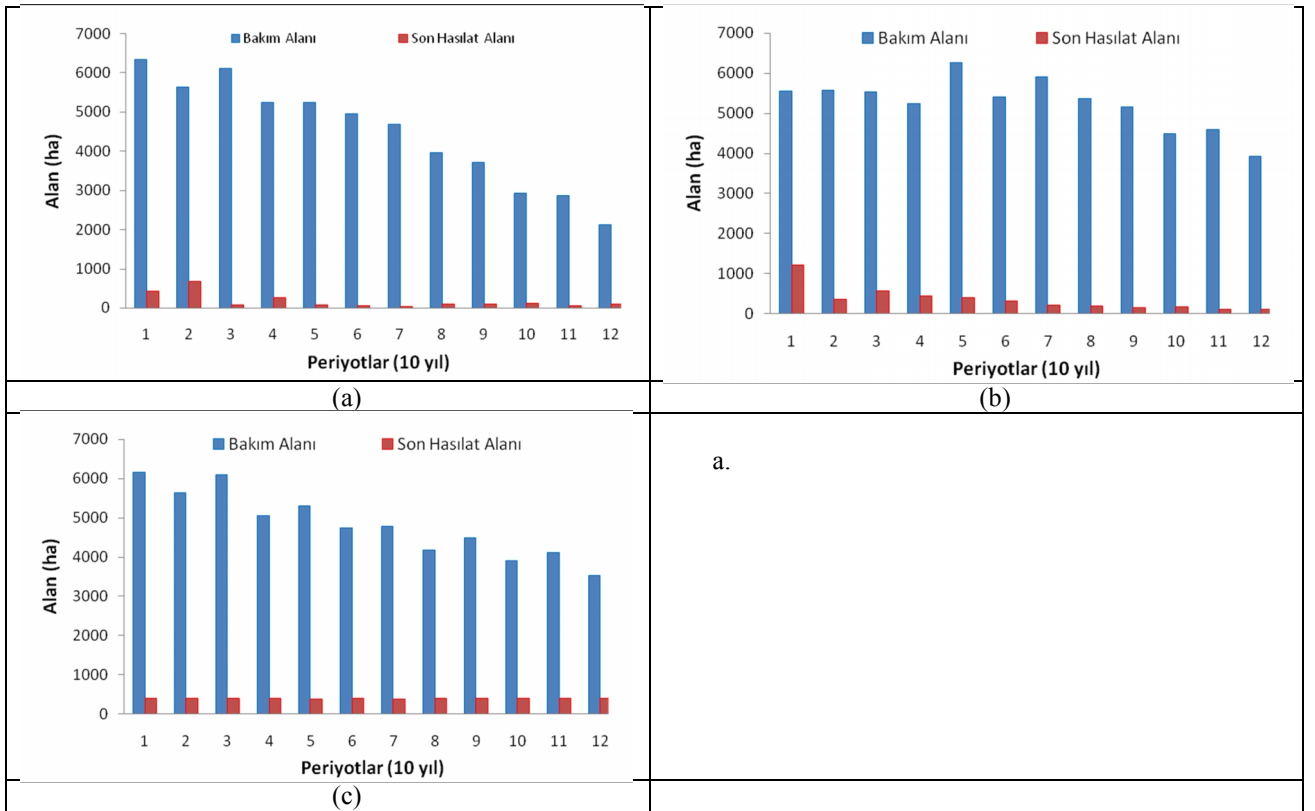
¹ Her bir periyottaki Karbon Birikimi = $(V_2 - V_1) + \text{Eta} - \text{Emisyon}$ formülüyle hesaplanmıştır. Karbon emisyon miktarı ise, eta ve doğal yolla ayrılan odun ürünü çeşidine göre hesaplanmıştır.

Maksimum Odun Üretim Senaryosuna göre, ilk periyotta gençleştirme ve bakım alanlarından toplam 120.000 m³ eta elde edilebileceği görülmektedir. Planlama yörüngesi boyunca (12 periyot) gençleştirme ve bakım etaları değişken bir yapı izlemiş ancak toplam miktarı belirlenen 120.000 m³ eta hedefi değerine en fazla %5 sapma ile ulaşmış ve 1.430.432 m³ toplam eta değeri ile

en yüksek eta miktarına ulaşan planlama senaryosu olmuştur. Bakıma konu alanların 5000 ha civarında dağıldığı, son hasılatla konu alanların ise her bir periyottaki toplam son hasılat etasındaki azalma miktarına bağlı olarak azalan bir eğri gösterdiği görülmektedir (Şekil 3b).



Şekil 2. Simülasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre, Temel Planlama Senaryosu, Maksimum Odun Üretim Senaryosu, OPA Planlama Senaryosu Etaların periyotlara göre değişimi



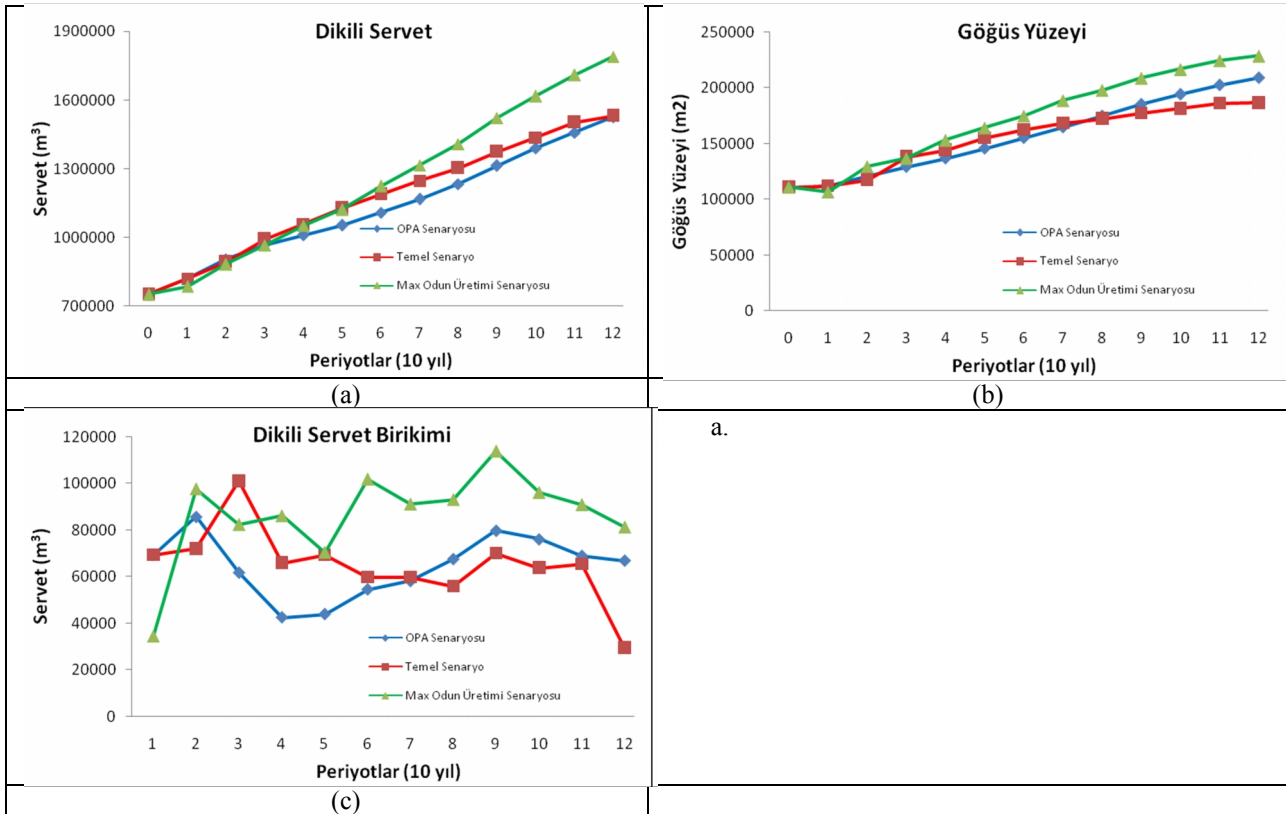
Şekil 3. Simülasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre, Temel Planlama Senaryosu, Maksimum Odun Üretim Senaryosu, OPA Planlama Senaryosu'na göre etaların elde edildiği alanların periyotlara göre dağılımı

OPA Planlama Senaryosuna göre, planlama yörüngesi boyunca 75000 m³ ila 150000 m³ arasında periyodik toplam eta alınabilecek ve her periyotta da optimal periyodik saha kadar alan gençleştirilecektir (Şekil 3c). Toplam eta değerinin periyodik olarak sürekli olarak bir artış görüldüğü bu senaryo 1.355.373 m³ toplam eta değeri ile ikinci yüksek eta miktarına ulaşmıştır (Şekil 2c).

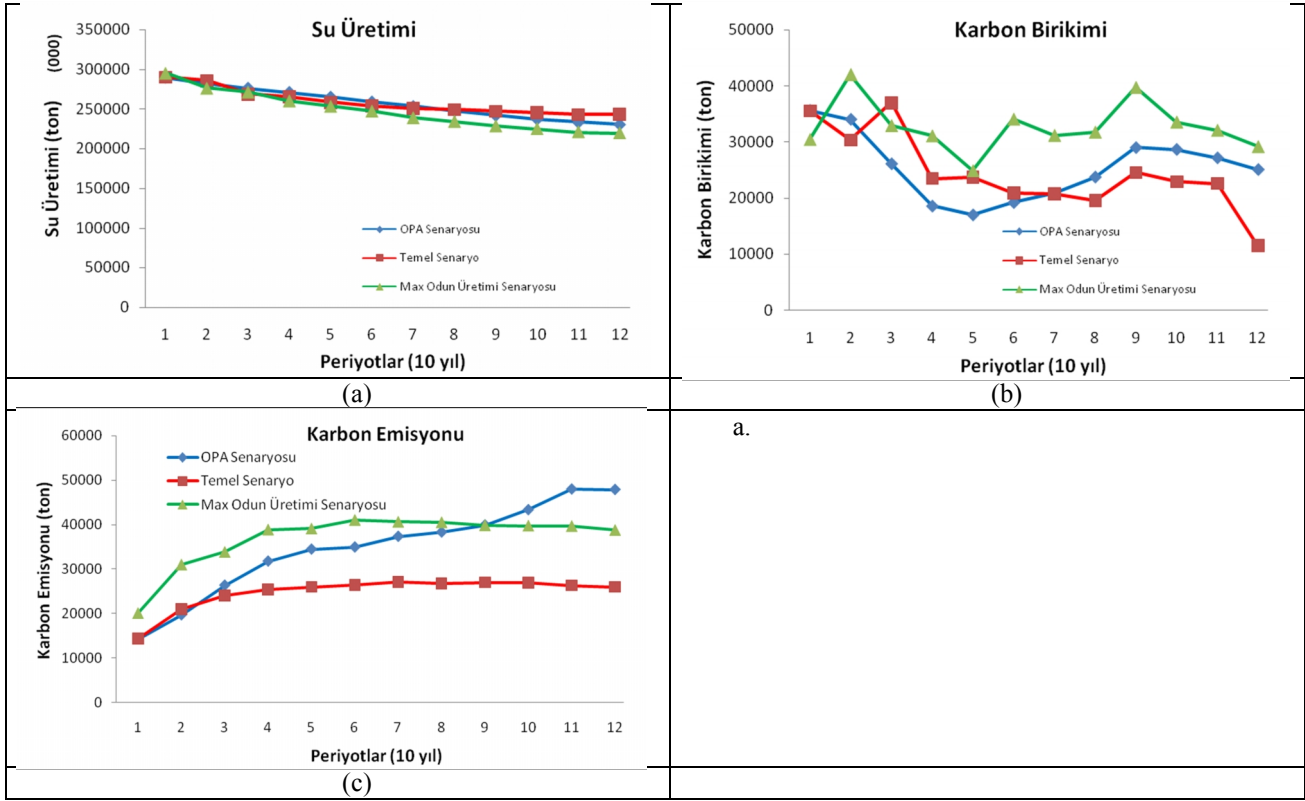
Her üç senaryoya göre ormandaki dikili servet değişim hızları farklı olmakla birlikte doğrusala yakın bir artış göstermektedir (Şekil 4a). En fazla servet artışının “maksimum odun üretimi” senaryo kapsamında olmasının nedeni, bozuk yapıdaki meşcerelerin ilk periyotlarda hemen gençleştirmeye alınması ile birlikte ileriki yıllarda bu gençleştirilen alanların hasılat tablosu değerleriyle daha hızlı büyütülmesidir.

Göğüs yüzeyi, temel senaryo ve OPA senaryosunda benzer bir dağılım gösterirken maksimum odun üretim senaryosunda biraz daha yüksek bir değer dağılımı göstermektedir (Şekil 4b). Beklendiği gibi, su üretimindeki değişim ise göğüs yüzeyine paralel ancak ters orantılı bir değişim göstermektedir (Şekil 5a).

Karbon birikim¹ değerlerine bakıldığında ise; Maksimum odun üretimi senaryosunda birinci periyottan ikinci periyota geçişte ani bir artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeni salınan yüksek emisyon değerine rağmen yüksek miktardaki eta (Şekil 4b) ve dikili servet birikimi değerindeki hızlı artış oranıdır (Şekil 4c). İleriki periyotlarda ise dikili servet birikimindeki artışın devam etmesine rağmen bakım etası miktarındaki artış nedeniyle karbon emisyon değerleri hızla artmış ve karbon birikimi değeri beklenen kadar artış göstermemiştir. Bakım etasının artmasıyla daha fazla ince materyal üretilmiş olup emisyonun hızla artmasına neden olmuştur. OPA planlama senaryosunda her ne kadar dikili servet birikimi ve toplam eta değeri ileriki periyotlarda artış gösterse de, özellikle bakım etası değerine ve bu etalardaki ürün çeşitlerinin hızlı emisyon alması nedeniyle maksimum odun üretimi senaryosuna göre daha düşük karbon birikimi sağlanmıştır. Temel planlama senaryosunda ise toplam eta miktarının ve dikili servet birikimi değerinin az olmasına bağlı olarak her ne kadar karbon emisyon değeri de düşük olsa da karbon birikimi değeri de en düşük seviyede kalmıştır (Şekil 5b, 5c).



Şekil 4. Simülasyon modelinde oluşturulan tüm senaryolara göre Dikili servet, Göğüs yüzeyi ve Dikili servet birikimi/değişimi (V_2-V_1) değerlerinin periyotlara göre değişimi



Şekil 5. Simülasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre; Su üretimi, Karbon birikimi Karbon emisyon değerlerinin periyotlara göre değişimi

3.2. Optimizasyon Model Yazılımı (ETÇAPOptimizasyon)

Planlama biriminde faydalanma optimizasyon tekniğine uygun olarak ETÇAPOptimizasyon yazılımı ile de düzenlenmiştir. Bunun için simülasyon tekniğinin uygulanmasında kullanılan senaryolar ile aynı özelliklere sahip üç adet planlama senaryosu geliştirilmiştir. Birincisi

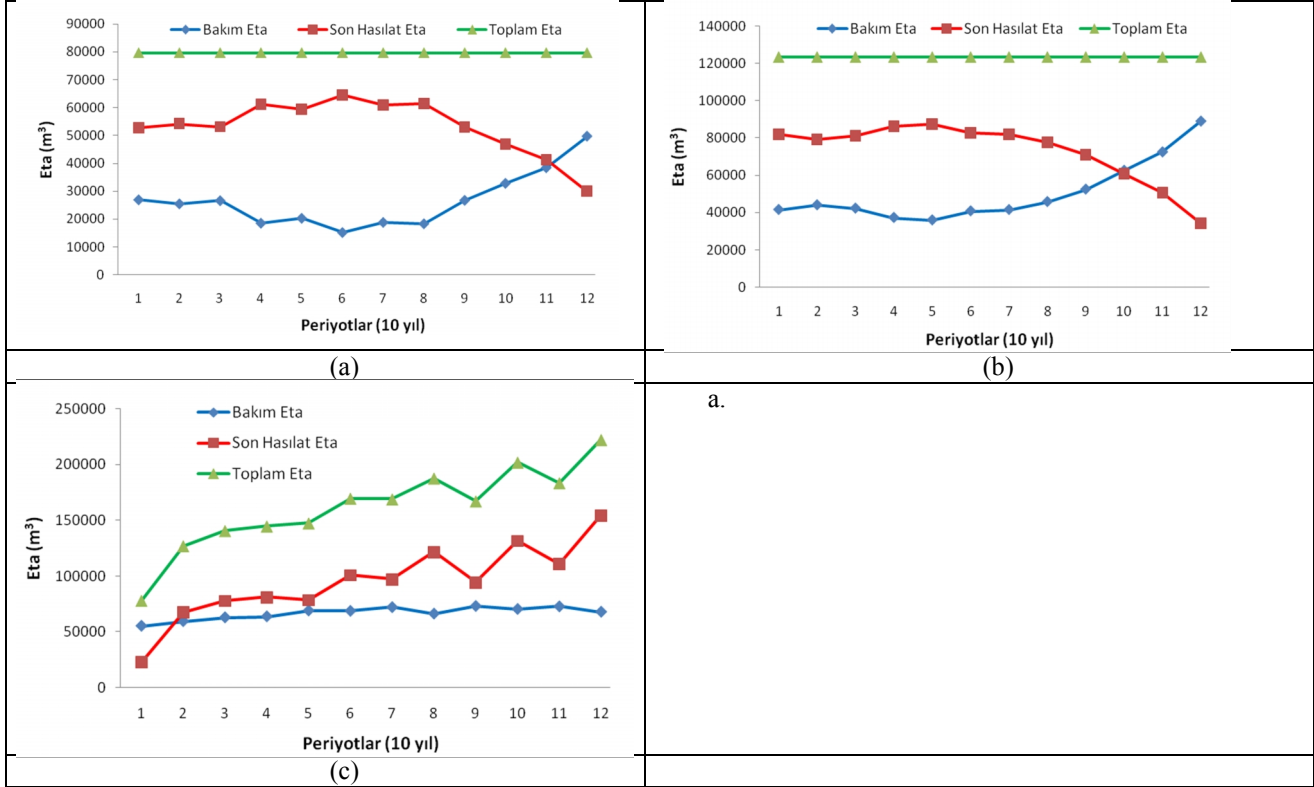
geleneksel planlamaya göre gerçekleştirilen etanın sürekliliğinin amaçlandığı temel planlama senaryosu, ikincisi planlama biriminden her bir periyotta eşit eta elde edilecek şekilde maksimum odun üretiminin hedeflendiği maksimum odun üretim senaryosu ve son olarak da optimal periyodik alanlar kadar alanın gençleştirmeye konu edildiği planlama senaryosu olan OPA planlama senaryosudur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Optimizasyon Planlama Senaryoları

Temel Planlama Senaryosu	Maksimum Odun Üretimi Senaryosu	OPA Planlama Senaryosu
U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.	U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.	U=120 yıl, n=10 yıl olarak belirlenmiştir.
Amaç fonksiyonu “Odun üretiminin eniyilenmesi” olarak belirlenmiştir.	Amaç fonksiyonu “Odun üretiminin eniyilenmesi” olarak belirlenmiştir.	Amaç fonksiyonu “Odun üretiminin eniyilenmesi” olarak belirlenmiştir.
Klasik planlama senaryosunda karar verilen 10 yıllık toplam eta kadar her bir periyotta eta alınması öngörülmüştür.	Orman kaynaklarının sürdürülebilirliğini tehlikeye atmadan alınabilecek en fazla eta miktarının her bir periyotta eşit olarak alınması öngörülmüştür.	Son hasılat etası verilen işletme sınıfları için hesaplanan OPA miktarı kadar alanın her bir periyotta gençleştirilmesi öngörülmüştür.
Her bir periyot için 79663m ³ toplam eta alınması kararlaştırılmıştır.	Eşit etapolitikası kısıtı altında alınabilecek maksimum odun üretimi miktarının alınması hedeflenmiştir.	Eşit alan (OPA’lar kadar) kısıtı kuralına göre alınabilecek maksimum odun üretimi miktarının alınması hedeflenmiştir.
ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılat etası öngörülmemiştir.	ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılat etası öngörülmemiştir.	ETÇAPKlasik planlama yaklaşımında Son Hasılat etası verilmeyen fonksiyon ve işletme sınıflarına simülasyon modelinde de son hasılat etası öngörülmemiştir.
Fonksiyon ve işletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.	Fonksiyon ve işletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.	Fonksiyon ve işletme sınıflarındaki meşcere yapıları dikkate alınarak bakım etası için belirlenen yaşlarda servet değerinin %5-9 arasında eta alınması öngörülmüştür.

Temel planlama senaryosunda ETÇAPKlasik planlama yazılımında belirlenen 10 yıllık periyodik etanın 120 yıl boyunca sürekli bir şekilde alınması sağlanmıştır. İlk periyotta toplam eta 78.084 m³ olarak gerçekleşmiştir (Şekil 6a). Gençleştirme etası ilk 8 periyotta artan bir eğilim gösterirken sonraki periyotlarda azalan bir eğri göstermektedir. Etaların elde edildiği

alanların dağılımı ise gençleştirme ve bakım etası miktarına bağlı olarak değişen bir yapı göstermektedir. Her ne kadar toplam eta bakımından süreklilik sağlanmış olsa da gençleştirme alanı ve dolayısıyla bu alanların gençleştirmeden sonraki optimal yapıdaki yaş sınıfları dağılımı bakımından süreklilik tam anlamıyla sağlanamamıştır (Şekil 7a)

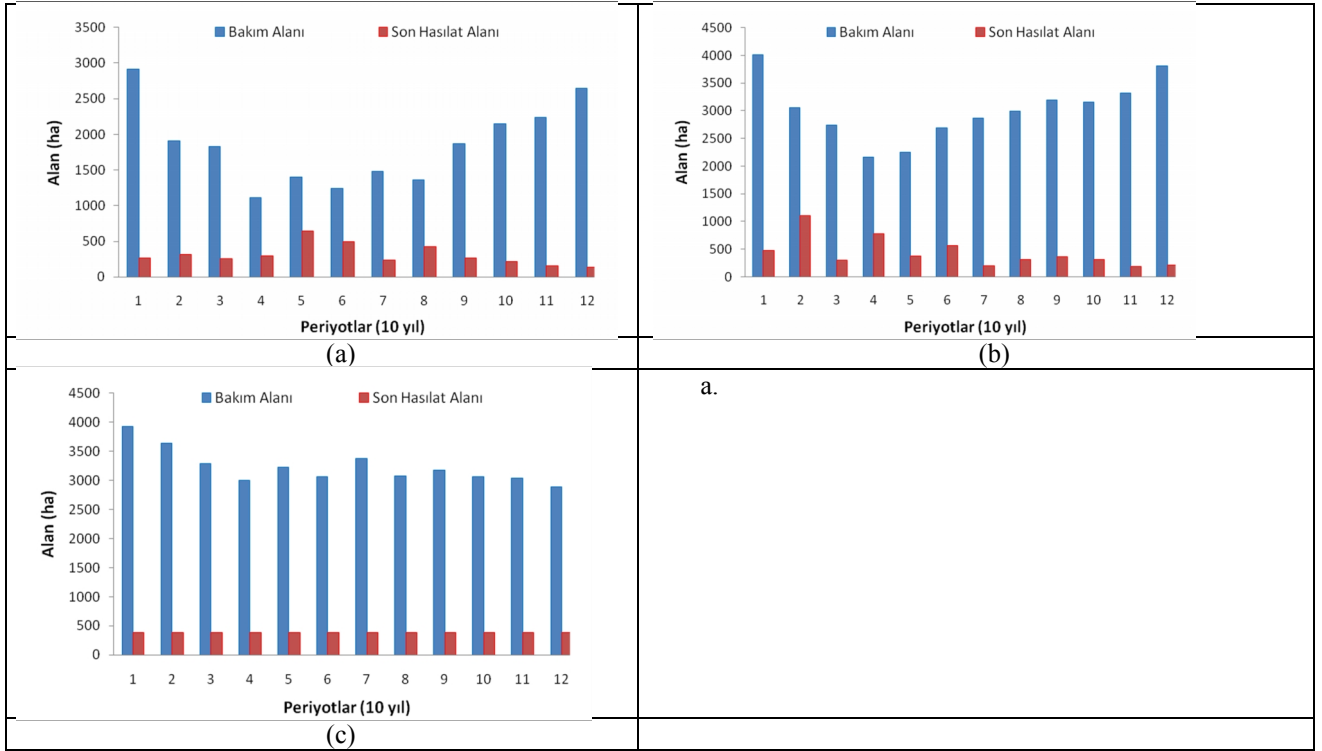


Şekil 6. Optimizasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre; Temel Planlama Senaryosu Maksimum Odun Üretim Senaryosu OPA Planlama Senaryosu etalarınperiyotlara göre değişimi

Maksimum Odun Üretim senaryosunda ise, ilk periyotta 81 700 m³ gençleştirme etası ve yaklaşık 41 600 m³'de bakım etası elde etmiştir. İleriki periyotlarda gençleştirme etasında azalma, bakım etasında artış görülmüş ve uygulanan eşit eta politikası gereği toplam eta 123 346 m³ olarak sabit kalmıştır (Şekil 6b). Bu etalar elde edilirken gençleştirmeye konu alan miktarı ikinci periyotta 1104 ha iken, en düşük gençleştirme alanı 11. periyotta 187 ha olarak gerçekleşmiştir. Bu değişimdeki en önemli faktör, elde edilen gençleştirme etası miktarı ve aktüel meşcere yapısıdır. Tüm periyotlarda yaklaşık 2156 ile 4000 hektar arasında alan bakıma konu edilmiştir (Şekil 7b). OPA planlama senaryosuna göre; ilk periyotta toplam 77751 m³ eta elde edilmiştir (55 158 m³'ü gençleştirme, 22 593 m³'ü de bakım etası) (Şekil 6c). Gençleştirme etası sürekli artarken son periyotta 154 415 m³'e kadar gençleştirme etası alınmıştır. Bakım etasının ise gençleştirme etasından farklı olarak 55 000 m³ ile 72 000m³ arasında değişen dalgalı bir seyir göstermiştir. Etaların elde edildiği alanlara bakıldığında, tüm

periyotlarda genellikle 386 hektar alanın sabit olarak gençleştirmeye alındığı, yaklaşık 2800-3900 ha alanın da bakıma konu edildiği görülmüştür (Şekil 7c).

Tüm bu senaryolara bağlı olarak ormanın dinamik yapısı incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarında olduğu gibi temel planlama senaryosundaki servet birikimi burada da gözlenmektedir. Maksimum odun üretim senaryosunda ilk üç periyottaki artışa karşın sonraki periyotta alınan eta miktarına ve meşcere yapısındaki değişime bağlı olarak dikili servet miktarındaki artış oranı fazla değişmemiştir (Şekil 8a, 8c). Maksimum odun üretimi senaryosunda göğüs yüzeyi periyotlar boyunca dikili servet değerine paralel şekilde sürekli artan bir dağılım gösterirken, temel planlama senaryosu ve OPA planlama senaryosunda ise benzer bir dağılım göstermektedir (Şekil 8b). Su üretimi değerleri ise göğüs yüzeyi ile su üretimi arasındaki ters orantılı ilişkiyi yansıtabilecek şekilde değişim göstermektedir (Şekil 9a).



Şekil 7. Optimizasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre; Temel Planlama Senaryosu Maksimum Odun Üretim Senaryosu OPA Planlama Senaryosu Etaların elde edildiği alanların periyotlara göre değişimi

Karbon birikim değerleri ilk periyotta tüm senaryolarda karbon emisyonunun düşük olması ve servet birikiminin fazla olması sebebiyle küçük bir artış göstermektedir. Daha sonraki periyotlarda ise örneğin OPA senaryosunda 5 ve 8'nci periyotlar arasında dikili servet birikimi temel senaryodan düşük olmasına ve yüksek miktardaki emisyon değerine karşın, eta miktarındaki artış nedeniyle temel planlama senaryosu ile benzer karbon birikimi değeri göstermiştir (Şekil 9b, 8c, 9c).

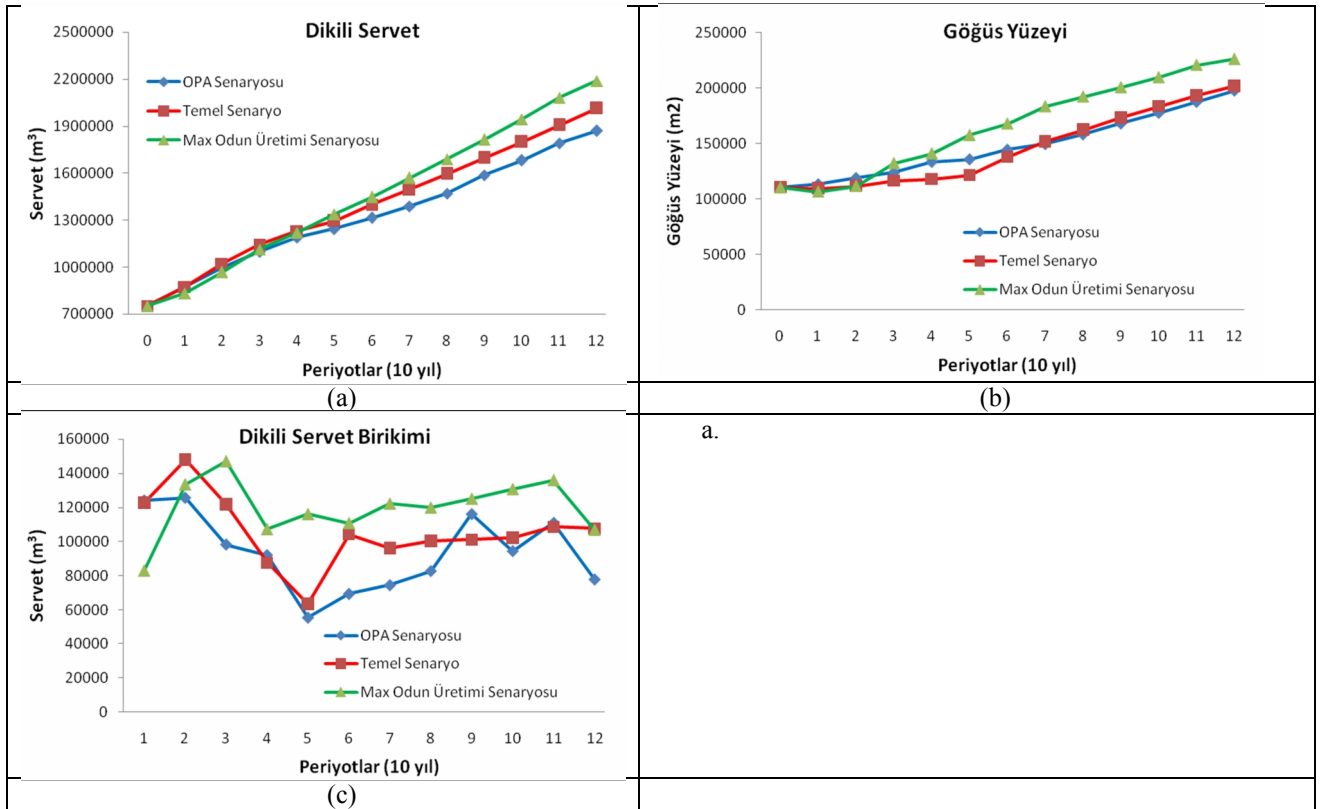
Tüm bu senaryolara bağlı olarak ormanın dinamik yapısı incelenmiştir. Simülasyon sonuçlarında olduğu gibi temel planlama senaryosundaki servet birikimi burada da gözlenmektedir. Maksimum odun üretim senaryosunda ilk üç periyottaki artışa karşın sonraki periyotta alınan eta miktarına ve meşcere yapısındaki değişime bağlı olarak dikili servet miktarındaki artış oranı fazla değişmemiştir (Şekil 8a, 8c). Maksimum odun üretimi senaryosunda göğüs yüzeyi periyotlar boyunca dikili servet değerine paralel şekilde sürekli artan bir dağılım gösterirken, temel planlama senaryosu ve OPA planlama senaryosunda ise benzer bir dağılım göstermektedir (Şekil 8b). Su üretim değerleri ise göğüs yüzeyi ile su üretimi arasındaki ters orantılı ilişkiyi yansıtacak şekilde değişim göstermektedir (Şekil 9a). Karbon birikim değerleri ilk periyotta tüm senaryolarda karbon emisyonunun düşük olması ve servet birikiminin fazla olması sebebiyle küçük bir artış göstermektedir. Daha sonraki periyotlarda ise örneğin OPA senaryosunda 5 ve 8'nci periyotlar arasında dikili servet birikimi temel

senaryodan düşük olmasına ve yüksek miktardaki emisyon değerine karşın, eta miktarındaki artış nedeniyle temel planlama senaryosu ile benzer karbon birikimi değeri göstermiştir (Şekil 9b, 8c, 9c).

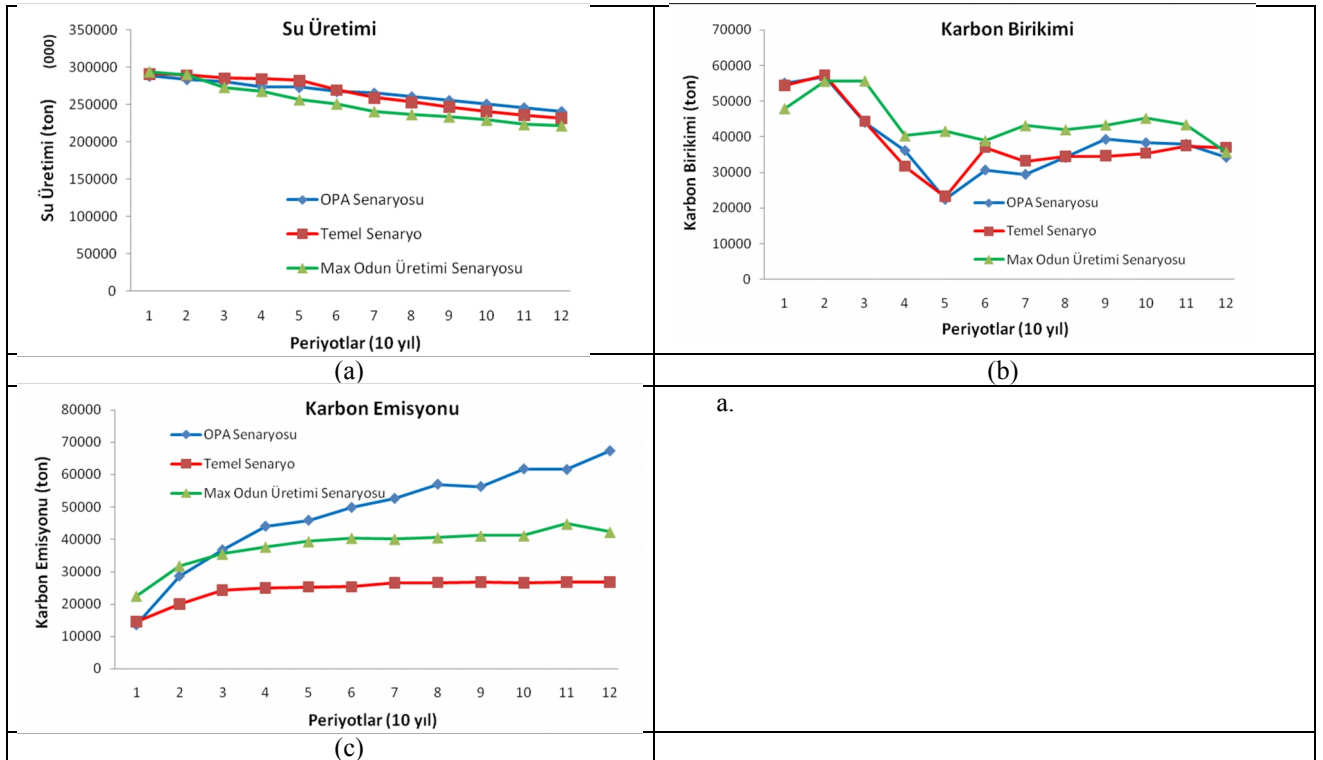
3.3. Etaların Karşılaştırılması

Simülasyon modeli sonuçlarına göre; temel senaryoda elde edilen eta (955.633m^3) miktarlarıyla diğer iki senaryoda elde edilen eta miktarları arasında yaklaşık olarak %60 oranında bir farklılık görülmektedir (Şekil 10a). Bu farklılığının önemli nedenleri vardır. Planlama biriminde uygun gençleştirme alanların olmasına karşın, uygulamada karşılaşılabilen işgücü ve benzeri sorunlar, planlama ve uygulamada daha muhafazakar davranılması ve eski plan döneminde gençleştirmeye konu edilen alanların dahi zaman zaman tamamlanamaması planlama biriminden yeterince faydalanılamaması sonucunu doğurmaktadır. Bu sorunların çözülmesiyle birlikte, modelleme yaklaşımı ile alandan sürdürülebilir yararlanma düzeyinin çok daha fazla olabileceği açıkça görülmektedir.

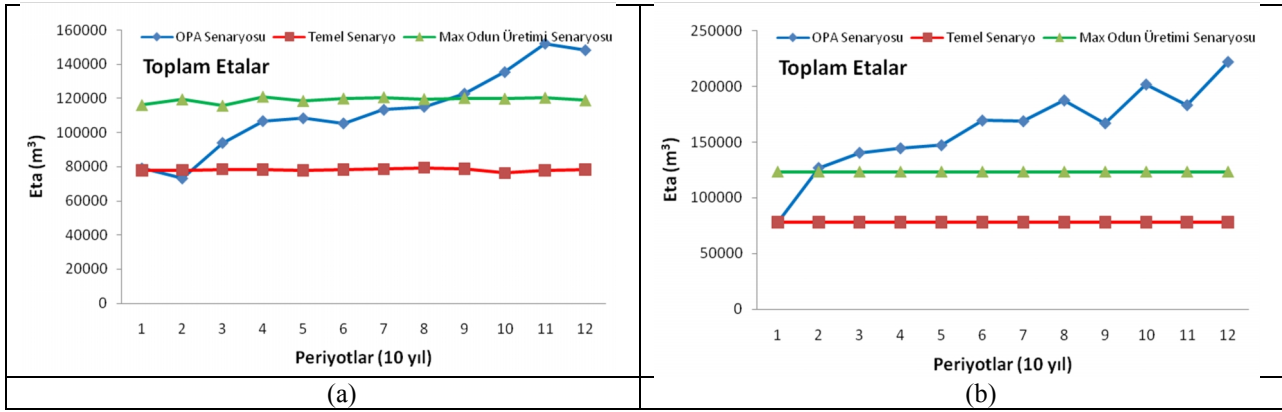
Optimizasyon model sonuçlarına göre; toplam eta bakımından üç senaryo incelendiğinde; maksimum odun üretimi ($1.480.000\text{m}^3$) ve OPA ($1.937.000\text{m}^3$) senaryolarından elde edilen eta miktarlarının temel senaryoya göre (955.956m^3) çok yüksek olduğu görülmektedir. Bu artış anlamlı derecede büyük olup yaklaşık %58 ila %100 arasında değişmektedir. Maksimum odun üretim senaryosunda eşit



Şekil 8. Optimizasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre; Dikili servet Göğüs yüzeyi Dikili servet birikimi/değişimi (V_2-V_1) değerlerinin periyotlara göre değişimi



Şekil 9. Optimizasyon modelinde koşturulan tüm senaryolara göre, Su üretimi Karbon birikim Karbon emisyonu değerlerinin periyotlara göre değişimi



Şekil 10. a) Simülasyon ve b) optimizasyon model sonuçlarına göre her bir plan stratejisinden elde edilen etaların zamana göre değişimi

eta kontrol politikası seçildiğinden bu kısıtın etkisi ile birlikte ileriki periyotlardaki gençleştirme alanlarının miktarının düşmesine neden olmuştur (Şekil 7b). OPA senaryosunda ise sabit 386 ha alan gençleştirmeye alınmış ve meşcere yapısındaki değişime bağlı olarak eta miktarı da artış göstermiştir (Şekil 10b, Şekil 7c). Temel senaryo eta bakımından diğer iki senaryoya göre son derece düşük değerlere sahiptir ve gençleştirme alanları ileriki periyotlarda çok düşük miktarlarda seyretmiştir (Şekil 10b ve Şekil 7a).

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Honaz Planlama Biriminin orman amenajman planı, simülasyon ve optimizasyon (doğrusal programlama) teknikleri ile geliştirilen üç planlama senaryosuna göre ETÇAP modeli ile hazırlanmıştır. Geleneksel planlamaya göre orman 120 yıl kestirilmiş ve elde edilen sonuçlar baz olarak alınmıştır. Simülasyon ve optimizasyon ile en yüksek odun üretimi ve alan kontrol yöntemi esas alınarak iki planlama senaryosu geliştirilmiş ve model sonuçları emel planlama senaryosu sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Orman dinamiğinin kavranmasında, toplam eta, müdahale alanları, göğüs yüzeyi, toplam dikili servet, karbon ve su miktarı performans ölçütleri olarak kullanılmıştır.

Tüm model sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, planlama yörüngesi boyunca aynı senaryo parametreleri uygulandığında en yüksek eta miktarlarının optimizasyon model yazılımıyla elde edildiği görülmektedir. OPA kadar alanın gençleştirmeye alınmasının kısıt olarak belirlendiği optimizasyon senaryosunda, mevcut planlama yaklaşımı ile verilen toplam etanın iki katı kadar eta alınması öngörülmektedir. Bir hayli yüksek olan bu sonuçların uygulamaya aktarılması modern orman işletmeciliğini gerektirmektedir. Ancak, bilimsel bir proje kapsamında geliştirilen simülasyon ve optimizasyon model seçeneği

sonuçlarının coğrafi dağılımı burada kontrol edilmemiştir. Dolayısıyla, bu sonuçların kolayca uygulamaya aktarılabilmesi için gençleştirme alanlarının konumsal dağılımları kontrol edilmelidir. Bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca, bu seçeneklerin ekonomik sonuçları da incelenmemiştir. Meşcerelerin zamana bağlı büyüme ve artım dinamikleri / modelleri ise aktüel ile optimal meşcere parametrelerine göre kestirilmiş ve geçişlerin aynı olacağı varsayılmıştır. Buradan hareketle, bu sonuçların uygulamaya aktarılması için ormancılık politikaları, işletme amaçları ve toplumun orman ekosistemlerinden beklentileri doğrultusunda değerlendirilmesi gerekmektedir. Planlama birimlerindeki teknik ve idari sorunların bertaraf edildiği düşünüldüğünde, işletmelerin üretkenliğini son derece artıracak olan bu planlama yazılımlarının ülke ekonomisine de bir hayli katkı sağlayacağı ortadadır.

KAYNAKLAR

- Başkent E. Z., Köse S., Yolaşmaz H.A., Çakır G. ve Keleş S. 2002. Orman Amenajmanında Yeni Açılımlar Çerçevesinde Planlama Sürecinin Tasarımı Ve Yeniden Yapılanma. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar Ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Nisan, Bahçeköy, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 23-38.
- Kadioğulları A. İ. 2009. Orman Amenajman Planlarının Hazırlanmasında Konumsal Yapının Kombine Optimizasyon Teknikleri İle Kontrolü; Konumsal Planlama, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.
- OGM, 2011. Honaz Orman Amenajman Planı, Ankara.