

Ş. CAN AKKAYAN

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XXIII

SAYI
FASCICULE I

1973

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIÈRES
DE L'UNIVERSITÉ D'İSTANBUL



ORMANCILIKTA MATEMATİK MODELLER VE YÖNEYLEM ARAŞTIRMALARI

Prof. Dr. Abdülkadir KALIPSIZ

İ.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Üyesi
Büyükdere - İstanbul

Ö Z E T :

Ormanlık sektörünün görevi : kaynağı orman olan hizmet ve ürünlerin arz-talep dengesinin sağlanması ve orman toprağının değerlendirilmesi yolunda çeşitli teknik ve ekonomik faaliyetlerde bulunmak, şeklinde özetlenebilir. Bir tabiat varlığı olan orman ve bir ekonomik faaliyet olan ormanlık sektörü ile ilişkin problemler genellikle «toplu olay» karakteri taşıdıkları için, ancak istatistik ölçülerle tanımlanabilir ve istatistik metodlarla çözülebilir.

Ormanlık problemlerinin çözülmesinde ve faaliyetlerin planlanmasında çok eskiden beri - bugünkü modern anlamile olmasa bile, istatistik metodlar uygulanmış ve matematik modellerden faydalanılmıştır. Bu konuda zamanımızdaki sür'atli gelişmeler de ormanlıklar tarafından ilgi ile izlenmekte ve çeşitli uygulama örnekleri verilmektedir.

Orman işletmesinde üretim olayının tabiata açık ve uzun süreli oluşu, orman ürünlerinin tabii - biyolojik karakterde bulunuşu yüzünden, fizik kanunlarına dayanan mühendislik kollarında ve işletmelerdekine kıyasla ekseriya çok daha çapraşık ve geniş bir problemler sistemi ile karşılaşmakta ve çözümünü güçleşmektedir. Bununla beraber, sistemin basite indirgenerek kavranabilmesi için de, matematik modellerden ve yöneylem araştırması metodlarından faydalanmak, bir zaruret olarak görünmektedir. Ancak; bu yoldan ulaşılan sonucun matematik kesinlikte olmadığı, sadece belirli bir olasılık oranında değişim genişliğini verebileceği ve bir «yol gösterici» olarak değerlendirilebileceği unutulmamalıdır!

*) Bu yazı, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde düzenlenen «Elektronik Hesap Sempozyumu»na (Ekim, 1968) tebliğ olarak sunulmuştur.

Ormanlık sektörünün görevi : kaynağı orman olan hizmet ve ürünlerin arz-talep dengesinin sağlanması ve orman toprağının gereğince değerlendirilmesi yolunda çeşitli teknik ve ekonomik faaliyetlerde bulunmak şeklinde özetlenebilir. Burada basit şekilde ifade edilen bu konu gerçekte; tabii -ekonomik-sosyal ve idarî karakterde çok sayıda ve birbirini de karşılıklı etkileyebilen bir faktörler kompleksi, diğer bir deyimle, bir «toplu olay»dır.

Örneğin, bu kompleks görevin küçük bir kısmını teşkil eden, belirli bir yerde orman yetiştirme alt problemi : o yerin mevki, iklim ve toprak faktörlerinin toplu etkilerine bağlıdır. Bu faktörler de basit olmayıp, meselâ toprak faktörü : mevki ve iklim faktörlerine göre değişik etkilere sahip olan derinlik, geçirgenlik v.s. gibi fiziksel; madenî maddeler ve bunların bulunduğu terkipler, PH-derecesi gibi kimyasal ve humus miktarı, topraktaki çeşitli organizmaların durumu gibi biyolojik özelliklerin bir bileşkesidir. Bu yerde yetiştirilecek ağaç türünün seçiminde; yetiştirme muhiti şartları, türlerin verim güçleri, kullanma yerleri ve ekonomik değerleri, muhtemel maliyet giderleri gibi, herbiri yine kompleks faktörler toplamı olan özellikler tanınmalıdır. Bunlardan, örneğin, ağaç türünün ekonomik değeri : yetiştirme muhiti şartlarına, gelecekteki bakım ve işletme şekline göre değişen odun kalitesine ve zaman-mekân içerisinde çok değişken olan piyasa ve yol durumuna göre belirlenebilecektir. Keza, bu ormanın tesisinde uygulanacak metod : yetiştirme muhiti imkânları, malî kaynak, işgücü piyasası, ormandan beklenen hizmet ve ürünlerin özellikleri, gelecekte uygulanacak bakım tarzı ve idare müddeti gibi çok sayıdaki kompleks faktörler dikkate alınarak kararlaştırılabilir. Birden fazla yerde orman tesisi düşünüldüğünde öncelik sırasının tâynini için; yetiştirme muhitinin verimliliği, tesis maliyeti ve tesis güvenliği, pazara yakınlık ve nakliyat imkânları, piyasa durumu, sağlanacak sosyal faydanın önem derecesi, mülkiyet ve çeşitli haklar gibi tabii -ekonomik -sosyal - hukukî problem komplekslerinin birlikte dikkate alınması gerekmektedir.

Bu örnekler; orman problemlerinin, bugünkü bilgilerimizle tamamını kavrayamadığımız ve çoğu, zaman-mekân içerisinde önemli değişimler gösterebilen, birbirlerini çeşitli yönlerde karşılıklı etkileyen çok küçük ve sonsuz sayıdaki tesadüfî faktörlerin bir kompleksi olduğunu göstermektedir. Bu durumda; problemi ölçülebilir ve *sayısal olarak belirtilebilir yönlerle ele alarak*, bir istatistiki toplum şeklinde tanımlamak ve çözümünde *matematik-istatistik metodlardan yararlanmak* zorunlu bulunmaktadır. Keza; problemin büyüklüğü ve faktörlerin çokluğu ölçüsünde, gerekli hesap işlemleri için *elektronik hesap makinelerinden faydalanmak*, çözümü kolaylaştırmakta ve sür'atlendirmektedir. Or-

- Orman veya orman endüstrisi işletmelerinde tedarik, istihsal, transport ve pazarlama problemlerinin çözümü,
- Millî ormancılık politikasının tâyini ve ormancılık sektörünün plânlanması gibi konular olarak özetlenebilir .

Bu konular üzerindeki çalışmaların önemini ve kapsamını belirtebilmek üzere, bazı örneklerin tanıtılması faydalı olacaktır.

Amidon; arazi amenajmanı ile ilgili bilgilerin derlenmesi ve tasnifi maksadile bir elektronik hesap programı sistemi (kısaltılmış adile MIADS=The Map Information Assembly and Display System) hazırlamıştır. Burada; bazı bilgiler haritadan ve bazıları da ölçme karnelerinden alınarak delikli kartlara geçirilmektedir. Bu bilgiler elektronik hesap makinasında işlenerek, sonuçları yine aynı mikyaslı bir harita üzerinde sayısal olarak noktalanmakta, arazi yüz ölçümünün ağaç serveti, değer v.s. yönünden dökümü nisbetleri de tablo halinde verilmektedir (1). Keza *Wilson-Peters* de, orman envanteri (ağaç serveti, artım, yıllık kesim miktarı ve diğer meşçere karakterleri envanteri) maksadile, bir otomatik bilgi işleme sistemi (Data-Processing System) geliştirmişlerdir (45). Bu sistem arazi ölçü karnelerinden yapılan okumalara ve verilen talimata uygun olarak gerekli bütün hesap işlemlerini otomatik olarak ikmal etmekte, temsil hatalarını hesaplamakta ve sonuçları tasnif ederek, standart tablolarda yayına hazır durumda basımı sağlamaktadır. Sistem; değişik karakterdeki input, output ve hesap işlemlerini müstakilen yürütecek şekilde tertiplenmiş olup, böylece, verilere en uygun işlemlerin seçilmesi imkânını vermektedir. Sonuç olarak bir defada 40 adet tablo elde edilebilmektedir.

Ağaç hacım tabloları ve meşçere hasılat tablolarının düzenlenmesinde bugün artık grafik metodların yerini hemen tamamen matematik modeller almış (5; 8; 35) ve çözümlerinde de elektronik hesap makinalarından faydalanmak bir zaruret haline gelmiştir. Bir örnek olarak *Assmann-Franz*'ın Bavyera lâdin hasılat tablosu zikredilebilir (3).

Ormancılık teknik çalışmalarında yer seçimi, öncelik sırası, ağaç türü seçimi, ağaçlama ve bakım metodunun kararlaştırılması, idare müddetinin tâyini gibi problemlerin çözümü üzerine *Kishin* ve *Patrone*, doğrusal programlamanın ormancılığa uygulanışını göstermek maksadile, bol miktarda tatbiki örnekler vermektedirler (20; 33; bak: 16, s. 166 - 169). *Kishin*, tatbiki bir araştırmasında, optimum ağaç türü ve optimum kesim yaşının birlikte kararlaştırılması imkânı üzerinde durulmaktadır (21). Burada 100 hektarlık bir arazi ele alınarak, toprak verimliliğine (bonitete) göre sınıflandırılmış ve bu sahalarda

yetişmesi muhtemel ağaç türleri tesbit edilmiştir. Ayrıca, ortalama rakamlar halinde bu türler için değişik bonitetlerde ve gübreleme yapıp yapılmadığına göre, 70 yaşa kadar beşer yıllık yaş kademeleri için: hektardaki ağaç serveti ve dikili ağaç metreküp fiyatları istatistikî bilgi olarak çıkarılmıştır. Bu verilere dayanılarak ve yatırım kapitalinin belirli bir miktarı aşamayacağı da kabul edilerek, bu şartlar altında net geliri azami kılmak üzere, sahanın ne kadarının ve hangi türlerle ağaçlanması gerektiği, gübreleme halleri ve ağaçlanan sahalarda idare müddetinin ne olacağı doğrusal programlama yardımıyla ve Simplex metodu ile matematik yoldan hesaplanmaktadır.

Orman amenajman konusunda matematik modellerin ve yöneylem araştırmaların uygulanması üzerine öğretim maksadile basitleştirilmiş çeşitli problem örnekleri verildiği gibi (6; 20; 40; 41), tatbikatta karşılaşılan daha komplike problemler de ele alınmış, çözümünü maksadile modeller kurulmuş ve sistemler geliştirilmiştir (bak: 17).

Örneğin, Amerika Kuzey-Batı Pasifik Orman ve Mer'a Araştırma İstasyonunda; ormandan faydalanmayı düzenlemek maksadile kullanılmakta olan klâsik «saha» ve «hacım» metodlarının uygulanması için «Area» ve «Arvol» adı verilen iki ayrı elektronik hesap işlemi programı hazırlanmıştır (37). Burada; yaşlı bir meşçerenin 100 yıl içinde ve beşer yıllık tensil periyotları ile gençleştirilmesi öngörülerek, buna göre kesim düzeni ve yıllık kesim miktarları otomatik olarak bulunmaktadır.

McConnen-Navon-Amidon; orman toprağından azami verim ve faydalanmayı sağlayacak şekilde orman işletmesini plânlamak üzere, bir yöneylem araştırması sistemi teklif etmektedirler (27). Burada; verilere dayanılarak, işletmenin gayesi (örneğin, kalan meşçere hacminin azami olması) ve istenilen şartlar (örneğin, normal kapalı meşçerelerde bakım kesimleri, seyrek meşçerelerde traşlama kesimi yapılması) için bir doğrusal programlama hazırlanmakta ve optimum çözümü bulmaktadır. Ayrıca; değişik veya yeni şart ve durumlar için bulunan değerler karşılaştırılarak, mantıkî bir analiz de yürütülebilmektedir.

Hool; orman amenajmanının, net geliri veya odun hasılasını azami ya da giderleri asgarî kılmak şeklindeki gayesini gerçekleştirmek üzere, uzun süreli ve riske bağlı olan teknik müdahalelerin plânlanmasında, dinamik programlamayı tavsiye etmekte ve Darlington ormanında uyguladığı bu metod için geliştirdiği modeli tanıtmaktadır (12; 13).

Gould - O'Regan; gelecekteki ormancılık faaliyetlerini bugünden elektronik hesap makinasında oluş halinde temsil etmeyi (benzetim = simulation) tavsiye etmekte ve bu maksatla düzenledikleri benzetim modelini, teorik bir örnek ile tanıtmaktadırlar. Bu model yardımı ile; yaş sınıflarına göre saha yüz ölçümleri, ağaç servetleri ve yıllık kesim miktarları bulunmakta, mali dengeleme tablosu hazırlanmakta, yıllık durumlar üzerine çeşitli bilgiler elde edilmekte ve değişik kararlara göre alınacak muhtemel sonuçlar karşılaştırılabilmektedir (9).

Clutter - Bamping; Endüstriyel bir orman işletmesinin plânlanması için bir benzetim modeli hazırlamışlardır (4). Bu model yardımı ile; değişik işletme gayelerinin uygulanması halinde, ormanın biyolojik ve ekonomik reaksiyonları incelenebilmektedir.

Kereste fabrikalarının faaliyetini zayıf ve zaman etütleri bakımından incelemek ve net geliri azami kılacak bir optimum plân hazırlamak maksadile, doğrusal programlama ve elektronik hesap makinasından faydalanma imkânları üzerinde de durulmuştur (7; 34; 36).

Memleket ormancılık politikasının çizilmesinde de matematik modellerin uygulanışına ait enteresan örnekler bulunmaktadır. Örneğin, Macaristan kâğıt endüstrisinin plânlanması, yerli ham madde (odun) istihsalinin ve kâğıt fabrikası kapasitelerinin sınırlı oluşları, memleket ihtiyacının karşılanması gereği gibi şart denklemlerine göre, döviz gelirini gösteren amaç fonksiyonunu azami kılan durumun doğrusal programlama ile çözümü yoluyla gerçekleştirilmiştir (22, s. 295 - 298). Memleketimizde de; ormancılık plânlamasında ulaştırma probleminin doğrusal programlama ile ve topluca orman davâmızın yöneylem araştırması yoluyla çözümleri, kanaatimizce denemeye değer bulunmaktadır (bak; 18, 19).

Bu örnekler; idare ve işletme alanında geniş bir uygulama imkânını bulan matematik modeller ve yöneylem araştırmalarının ormancılar tarafından da ilgi ile izlendiğini ve faydalandığını göstermektedir. Ancak; orman işletmesinde üretim olayının tabiata açık ve uzun süreli oluşu, orman ürünlerinin tabii-biyolojik karakterde bulunuşu yüzünden, fizikî kanunlarla ilgili mühendislik kollarında ve işletmelerdekilerine kıyasla ekseriya çok daha çapraşık ve geniş bir problemler sistemi ile karşılaşmaktadır.

Örneğin, sadece bir fidanlığın yıllık fidan üretimini plânlamağı deneyen *JEFFERS* (14), hazırladığı iş şebeke plânı (network

analysis) ve benzetim (simulation) modellerinde önce : 1) milli ağaçlama politikası, 2) ağaçlanacak genel saha yüz ölçümü, 3) ağaçlama sahalarının durumu, 4) uygun ağaç türleri ve tohum menşelerinin seçimi konularının incelenmesi ihtiyacını duymuştur. Bundan sonra da, bu bilgilere ve kozalak, tohum ve fidan kalite özellikleri ile yetiştirme muhiti şartları ve hava halleri gibi verimlilik faktörlerine dayanarak: 1) türlere göre belirli bir yıl için fidan ihtiyacının tesbiti, 2) bu maksatla gerekli ekim ve şaşırtma alanı olarak fidanlık yüzölçümünün ve 3) tohum miktarının tâyinleri, 4) üretilen fidanların dağıtımını problemlerini çözmek zorunda kalmaktadır. Böylece belirli bir yıldaki fidan ihtiyacının takdiri için; asgarî 3-4 yıllık zaman aralığı içinde yapılacak bu tâyinlerde: türler için kozalak ve tohum verimi, sağlam tohum yüzdesi, çimlenme oranı, fidan zayıyatı gibi büyük ölçüde yetiştirme muhiti şartlarına, geçmiş ve gelecekteki yıllık hava hallerine, fertlere ve tohum toplama - depolama - ekim - dikim ve bakım şekillerine göre çok değişme gösterebilen faktörlerin dikkate alınması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Keza; sistemin içindeki bir problemin çözümünün tutarsız oluşu diğerlerini de etkilediği için, sistemin bir bütün olarak topluca çözümü gerekmektedir. Diğer taraftan; sistemin çözümünde takip edilmesi mümkün pek çok sayıda alternatif mevcuttur. Bu durumda *JEFFERS*: matematik modelin kurulmasında büyük bir güçlük olmadığı, asıl güçlüğü, modelin ve çözümün tabiatından ileri geldiği sonucuna varmaktadır (14).

Özet olarak; ormancılık problemlerinin ekseriya tabii - biyolojik - sosyal - ekonomik faktörlerin bir kompleksi oluşu ve bu sebeple zaman - mekân içerisinde büyük değişiklik göstermesi, matematik modellerin uygulanmasını güçleştirmektedir. Bununla beraber, sistemin basite indirgenerek kavranabilmesi için de, bu modellerden ve yöneylem araştırması metodlarından faydalanmak, bir zaruret olarak görülmektedir. Ancak, bu yoldan ulaşılan sonucun matematik kesinlikte olmadığı, sadece belirli bir olasılık oranında değişim genişliğini verebileceği ve bir «yol gösterici» olarak değerlendirilebileceği unutulmamalıdır!

B İ B L İ Y O G R A F Y A

1. AMİDON, E. L. : 1964. A computer-Oriented System for assembling and displaying land management information. U.S. Forest Service research paper PSW - 17, Berkeley, Calif.
2. ASMAZ, H. : 1966. Amenajmana ait hesap işlemlerinin elektronik kompitürde uygulanması. Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haberler Bülteni. Sayı 17, s. 63 - 99.
3. ASSMANN, E. -
FRANZ, F. : 1963. Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern.
4. CLUTTER, J. L -
BAMPING, J. H. : 1965. Computer simulation of an industrial forestry enterprise. Society of American Foresters, Detroit, Michigan pp. 180 - 185.
5. CURTIS, R.O. : 1967. A method of estimation of gross yield of Douglas - Fir. Forest Science, Monograph 13.
6. DRESS, R.E. -
HALL, O.F. : 1964. The mensurational implications of the use of operations research in forest management. Society of American Foresters, Denver, p. 218 - 220.
7. FASICK, C.A. -
SAMPSON, G.R. : 1966. Applying linear programming in forest industry. Southern Forest Exp. Station, New Orleans.
8. FRIES, J. : 1966. Introduction to a general discussion on statistical problems in the construction of yield tables. Second conference of International Advisory Group of Forest Statisticians, Stockholm, pp. 80 - 84.
9. GOULD, E.M. -
O'REGAN, W.G. : 1965. Simulation. A step toward better forest planning. Harward Forest Rapers, Nr. 13, Petersham, Massachusetts.
10. GOULD, E.M. : 1967. Simulation and Forestry. XIV. IUFRO - Congress, München 1967. Volume VI, pp. 96 - 104.
11. GREVATT, J.G. -
WARDIE, P.A. : 1967. Two Mathematical Models to Aid in Nursery Planning. XIV. IUFRO - Congress in Müchen, volume VI, pp. 361 - 370.
12. HOLL, J.N. : 1965. A dynamic programming-Probabilistic approach of

- forest production control. Society of American Foresters, Detroit, Michigan, p. 191 - 193.
13. HOLL, J.N. : 1966. A dynamic programming-Markov Chain approach to forest production control. Forest Science, Monograph 12.
 14. JEFFERS, J.N.R. : 1965. Nursery planning and production: a preview of mathematical model of a complex management problem. Forestry Commission: Forest Record No. 59, pp. 42-46.
 15. JEFFERS, J.N.R. : 1966. A multivariate analysis of the relationship between staff and work-load. Second conference of International Advisory Group of Forestry Statisticians, Stockholm, pp. 170-203.
 16. KALIPSIZ, A. : 1967. Yöneylem araştırmaları ve ormancılık araştırmalarına uygulanış örnekleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, sayı 1, s. 159-182.
 17. KALIPSIZ, A. : 1967. Orman Amenajmanında yöneylem araştırmalarından faydalanma imkânları. TMMOB. Orman Mühendisliği Odası II. Teknik Kongresi Tebliğleri, cilt I.
 18. KALIPSIZ, A. : 1967. Ormancılık plânlamasında ulaştırma problemi. İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, sayı 2, s. 78-95.
 19. KALIPSIZ, A. : 1967. Ormancılık sektöründe araştırmaların programlanması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, sayı 2, s. 80-97.
 20. KISHIN, T. : 1958. A study on the determining on the optimum plan in forestry management economy. Mem. of the college of Agriculture Kyoto University Japan, No. 79.
 21. KISHIN, T. : 1958. A method wherby both the optimum species of trees and the optimum cutting ages can be determined simultaneously. Mem. of the college of Agr. Kyoto University Japan. No. 78.
 22. KREKO, B. : 1964. Lehsbuch der linearen Optimierung. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
 23. KURTH, H. : 1966. Biometric problems of a new inventory technique. Second conference of International Advisory Group of Forest Statisticians, Stockholm, pp. 204-220.
 24. KUUSELA, K. : 1966. The principal phases of a forest inventory illustrated by the network analysis. Second conference of International Advisory Group of Forest Statisticians, Stockholm 1965, pp. 221-233.
 25. LEWIS, N.B. -
Mc INTYRE, G.A. : 1963. Regional Volume Table for Pinus Radiata in South Australia.
 26. MADGWICK,
H.A.I. : 1967. Measuring Biological Parameters in the Forest

- Environment. XIV. IUFRO - Congress, München 1967. Volume pp. 55-59.
27. Mc CONNEN, R.J.-
NAVON, D.I. -
AMÍDON, E.L. : 1965. Efficient development and use of forest lands : An outline of a prototype computer-oriented system for operational planning. Forestry Commission. Forest Record No. 59, pp. 18-32.
28. MERRIT, C. -
GIESE, R.L. : 1967. Forest Stand Ordination by Computer. XIV. IUFRO - Congress in München, Volume VI, pp. 182-188.
29. MORO, J. : 1966. Spanish Forest Research Institute Computing Center Organization. Second Conference of International Advisory Group of Forest Statisticians, Stockholm, pp. 230-233.
30. MUNRO, D.D. -
KOZAK, A. -
HEJJAS, J. : 1966. Applications of electronic computing to forestry and forest research at the University of British Columbia. II. Conf. of Int. Ad. Group of Forest Statisticians, Stockholm.
31. NEWNHAM, R.M.: 1966. The use of simulation models in forest research. II. Conf. of Int. Adv. Group of Forest Statisticians.
32. O'REGAN, G.
ARVANITIS, L. -
GOULD, E.M. : 1965. Systems, simulation and forest management. Society of American Foresters, Detroit, pp. 194-198.
33. PATRONE, G. : 1965. Programmazione lineare in selvicoltura. Firenze.
34. PENICK, E.B. Jr. -
FRICK, G.E. : 1965 Application of an operation research technique to a wood-turning plant. Dept. of Resource Economics Agr. Exp. Station University of New Hampshire, Durham.
35. PRODAN, M. : 1967. Bericht über elektronische Auswertungen in mittel-u. osteuropaischen forstlichen Versuchswesen. XIV. IUFRO - Kongress in München.
36. ROW, C. - PA-
SICK, C. - GUT-
TENBERGER, S. : Improving Sawmill profits through operations research. South. Forest Exp. Sta. New Orleans, La.
37. SASSAMAN, R.W.
- CHAPPELLE,
D.F. : 1967. A computer program for calculating allowable cut using area regulation a comparison with the Arvol

- method. U.S. Forest Service Research Note PNW - 63, 7 pp.
38. SOYKAN, B. : 1962. Delikli kart sistemi ve ormancılıkta kullanılma imkânları. Ormancılık Araştırma Ens. Ankara.
39. TURNBULL, K. J.
- PIENAAR, L.V. : 1966. A non-linear mathematical model for analysis and prediction of growth in non-normal and thinned forest stands. II. Conf. of Int. Adv. Group of Forest Statisticians, Stockholm.
40. WARDIE, P.A. : 1965. Forest management and operational research: A linear programming study. Management Sciens, No. 10, p. B - 260 - 270.
41. WARDIE, P.A. : 1966. The application of linear programming to the solution of forest management problems. Sixth world Forestry Congress.
42. WATT, K.E.T. : 1962. A survey of mathematical methods available for operations analysis and forest management. Lectures in Statistics Research Service Canadian Dept. of Forestry.
43. WATT, K.E.T. : 1962. Dynamic programming, «Look ahead programing. and the strategy of insect pest control. Lectures in statistics, Statistical Research Service Canadian. Dept. of Forestry.
44. WILSON, B.E. : 1965. Linear Programming as an aid for medium term production planning for paper mills. Forestry Commission: Forest Record No. 59.
45. WILSON, R.W. Jr.
- ROBERT C,
PETERS : 1967. The Northeastern forest - inventory data - processing system. NE. Forest Exp. Sta. Upper Darby, Pa.
-