SERİ SERIE B | CİLT TOME XXV | SAYI FASCICULE II | 1975

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES FORESTIERES DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL

ORMAN YANGINI ÇIKMA OLASILIĞININ BULUNMASI[1]

Yazan

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU

GİRİŞ

Son yıllarda gelişen matematik istatistik ilminin büyük rağbet görmesinin ve süratle yayılmasının sebeplerinden biri, ilerde olacak olaylara ait bilgileri önceden bildirmesidir. Eski devirlerde, müneccimlerin yapabileceği sanılan, gelecekden haber verme işlerini, matematik istatistik, bazı koşullar altında yapmaktadır. Bu sebeple de büyük çapta rağbet görmektedir. Matematik istatistikten faydalanmasını bilen uluslar, isabetli haberler veren bir müneccime sahip olmuş sayılabilirler. Modern dünyanın geniş çapta faydalandığı bu müneccimden, biz de faydalanmalıyız.

Doğadaki olayların, özellikle canlıların yaşantılarına ait olayların matematiğe girmiyeceğini düşünmek asla doğru değildir. Doğadaki olayların bağlı olduğu kanunlar vardır, ilmin görevi de bu kanunları ortaya çıkartmaktır. Bulunan kanunlar sayesinde, gelecekden haber verme olanağı da elde edilebilmektedir. Örneğin, bir kuleden atılan bir taşın, ne kadar zamanda yere düşeceğini, düşme formülü yardımı ile hesaplıyabilmekteyiz. Oda sıcaklığında boyunu ölçtüğümüz bir metal çubuğun, ısının 10 veya 20 derece değişmesi halinde ne kadar olacağını hesaplıyabiliyoruz. Bu hesabı da, ısı karşısında metallerin ne şekilde boy değiştirdiğini bildiren kanundan faydalanmak suretiyle yapmaktayız.

Düşme formülü ve metallerin ısı karşısında ne kadar boyut değiştirdiğini gösteren formül, eski yıllarda yapılan denemelere ait ölçüler-

---

[1] Şubat 1976 tarihinde İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Entomolojisi ve Koruma Kürsüsünde yapılan Orman Yangınlarile ilgili seminerde konferans olarak verilmiştir.

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih : 21.4.1976

den yararlanılarak bulunmuştur. Eski devirlerde ve dini prensiplerin koyu bir şekilde hakim olduğu orta çağlarda, insanlar, doğadaki olayların oluş nedenlerini araştırırlardı. Yüzyıllar boyu bu araştırmalar yapıldı ve pratik bir sonuç alınamadı. Yeni çağa girilince araştırmaların yönü değiştirildi, pratikte faydalar sağlıyacak bilgiler elde edilmeye çalışıldı. Evvelce cisimlerin neden düştüğü araştırılırken, bundan vazgeçildi. «Dünyadaki çekim gücü nedenile düşüyor» şeklindeki yüzeysel bir cevapla yetinildi ve düşme yüksekliği ile düşme süresi ölçülerek aralarında bağıntı kurulmaya çalışıldı. Bu şekildeki çalışma sonunda düşme formülü elde edildi ve dünyadaki çekim gücünün mahiyetinin araştırılmasına son verildi.

Aynı şekilde, evvelce, metallerin ısı karşısında niçin boyut değiştirdiği araştırılırken, bundan vaz geçildi. «Isı karşısında boyut değiştirme metalin özelliğidir» denildi ve ısı değişimlerile boyut değiştirme ölçülerek aradaki bağıntı bulunmaya çalışıldı. Uzun yıllar boyu yapılan ölçmelerin aynı formüle uyduğu görüldü. Böylelikle, pratik hayat için faydalanarak, kuleden atılacak bir taşın ne kadar zamanda yere düşeceğini, bir metal çubuğun boyunun çeşitli ısı derecelerinde ne kadar olacağını söyliyebilmekteyiz. Kısacası, geçmiş olaylara ait ölçülerden faydalanarak, geleceğe ait olaylar hakkında hükümler vermekteyiz. Evvelce yalnız fiziksel olaylara uygulanan bu metot, bugün doğadaki bütün olaylara uygulanmakta ve gelecekteki olaylara ait hükümler verilmektedir. Matematik istatistiğin gerçekleştirmeye çalıştığı gayelerden biri budur. Konuya daha fazla açıklık getirilmek gayesile, aşağıda evvela matematik istatistikde çok kullanılan bazı kavramlar açıklanmış ve daha sonra da, bir yerde yangın çıkma olasılığının nasıl hesaplandığı ve bu hesabı pratik hale getiren aletlerin nasıl yapıldığı açıklanmaya çalışılmıştır.

Regresyon Eğrisi ve Denklemi

Yukarda açıklanan ve fiziksel olaylara uygulandığı bildirilen metot, fiziksel olmıyan olaylara da uygulanabilmektedir. Örneğin, ülkemizin nüfusu zamanla artmaktadır. Geçmiş yıllardaki nüfus sayımlarında bulunan değerlere dayanılarak, gelecek yıllarda kaç kişi olacağımızı söyleme olanağı vardır. Bu olanak şu şekilde elde edilir: Bir grafik kâğıdı alınır, X ekseni üzerinde yıllar, Y ekseni üzerinde nüfus sayımlarında bulunan sonuçlar alınarak noktalar elde edilir. 10 defa nüfus sayımı yapılmışsa 10 tane nokta bulunur. Bu noktalar aynı doğru üzerinde bulunabileceği gibi, bulunmıyabilir de. Noktalar aynı doğru üzerinde ise, bu doğru çizilerek uzatılır ve bu grafikden faydalanılarak, ilerki yıllarda nüfusumuzun ne olacağı söylenebilir. Noktaların hepsi aynı doğru üzerinde ise, ilerideki yıllar için söylenecek rakam kesin bir değer olacaktır. Noktalar, bir doğrunun tam üzerinde değil de, doğruya yakın bir dağılım gösteriyorlarsa, aralarından bir doğru geçirilebilir. Dağılımın bu doğru, veya doğruya yakın olması halinde X ve Y değerleri arasında «Lineer Bağıntı» vardır denir. Bu doğruya dayanılarak, ilerki yıllarda nüfusumuzun ne olacağı söylenecek olursa, verilecek rakam kesin olmıyacak, yaklaşık bir değer olacaktır. 10 noktanın dağılımı, doğrudan ne kadar uzaklaşırsa, ileriki yıllar için bulunacak rakam da o kadar kaba olacaktır. Diğer bir deyimle, bu rakama o kadar az güvenilecektir. Bilinen noktalar arasından geçirilerek çizilen doğrunun denklemi, analitik bilgilere dayanılarak hesaplanabilir. İleriki yıllara ait değerler denklem yardımı ile bulunursa, daha sıhhatli olur. Noktalar arasından geçirilerek çizilen doğruya, «Regresyon Doğrusu» denklemine de «Regresyon Denklemi» denir.

Bilinen noktaların grafik üzerindeki dağılımı, bir parabol veya hiperbol şekli meydana getirebilir. Bu durumda X ve Y değerleri arasında «İkinci Dereceden Bir Bağıntı» nın bulunduğu söylenir. Noktalar arasından geçecek şekilde «Regresyon Eğrisi» çizilir, denklemi de buna göre hesaplanır. Bu eğri veyahut denklemi yardımile, ileriki yıllara ait değerler bulunabilir.

Bazen bilinen noktaların dağılışı, geometrik şekillerin hiç birisine uymaz. Bu durumda X ve Y değerleri arasında herhangi bir bağıntının bulunmadığına hükmedilir. Böyle bir durumda, ileriki yıllara ait bir rakam bulunamaz.

Aşağıdaki örnek, buraya kadar anlattıklarımızın biraz daha açıklığa kavuşmasını sağlamaktadır.

1940 yılından başlamak suretile 5 er yıllık periyotlarla, fakültemiz mezunlarının sicil dosyalarını çıkarttık ve herbirinin fakülteyi ne kadar sürede (kaç ayda) bitirdiğini hesapladık ve ortalamalarını aldık. Teorik olarak. her öğrencinin fakülteyi 44 ayda bitirmesi gerekmektedir. 1 Kasımda birinci sınıfın derslerine başlar ve 4 yıl sonra 30 Haziran da bitirirse 44 ayda bitirmiş olur. Çeşitli aksamalar nedenile realite bu teorik düşünceye uymamaktadır. Sicil dosyaları üzerinde yaptığımız araştırma, sonunda aşağıdaki değerleri elde ettik.

Yıllara ait değerler büyük olduğundan, bunları küçültmek gayesiyle 940 yılını başlangıç yılı olarak aldık, buna göre diğer yılların kaçıncı

Mezuniyet Yılları	940 yılı başlangıcına göre mezuniyet yılları X	Fakültenin ortalama kaç ayda bitirildiği Y
1940	0	45.2
1945	5	47.7
1950	10	49.5
1955	15	61.4
1960	60	63.9
1965	25	68.3

yıl olduğunu hesapladık. Cetvelin ikinci sütunundaki değerler yani X değerleri bu şekilde bulunmuştur. Son sütunda o yılın haziran sonunda mezun olanların fakülteyi bitiriş sürelerinin ortalamaları görülmektedir. 940 Haziranında mezun olanlar, fakültemizi ortalama 45.2 ayda bitirmişlerdir. 965 haziranında mezun olanlar ise, ortalama 68.3 ayda bitirmişlerdir.

Aşağıdaki grafikde, cetvelin her satırı bir nokta halinde gösterilmiştir. 6 yıl içinde 6 tane nokta bulunmuştur. Noktaların bir doğruya yakın şekilde dağıldıkları görülmüş, aralarından geçecek şekilde regresyon doğrusu çizilmiş ve denklemi hesaplanmıştır. Bulduğumuz regresyon denklemi,

$$Y = 1.0057X + 43.43$$

dür.

Bu denkleme dayanılarak geçmiş ve gelecek yıllara ait mezuniyet süreleri hesaplandığı takdirde aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir.

Yıllar	Fakültenin bitiriliş süreleri (ortalama ve ay olarak)
940	43.4
945	48.5
950	53.5
955	58.5
960	63.5
965	68.6
970	73.6
975	78.6
980	83.7
985	88.7

Görüldüğü üzere son 2 satırda gelecek yıllarımıza ait bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler, geçmiş yıllara ait rakamlara dayanılarak elde edilmiştir.

Çok Değişkenli Fonksiyonlar

Yukardaki misalde bir tek değişgen bulunmaktadır, X değeri. Y değeri X e bağlı olarak değişmektedir. Burada Y değerine X in fonksiyonu denir ve genel olarak $Y = f(X)$ şeklinde gösterilir. Bir çok olayda değigen birden fazladır. 2 değişgenli bir fonksiyon $Y = f(X, Z)$ şeklinde gösterilir. Böyle bir fonksiyon için bir düzlem içersinde kalacak şekilde bir grafik çizilemez. Ancak 3 boyutlu bir grafik çizilebilir. Bu grafik X, Y, Z eksenlerinin arasında bulunacaktır.

2 den fazla değişgeni olan fonksiyonların grafiğinin nasıl çizilebileceğini düşünecek güçde bulunmamaktayız.

n tane değişgeni olan fonksiyon

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + \cdots + a_n X_n$$

şeklinde gösterilir. Buradaki $X_1, \ldots, X_n$ değerleri değişgenlerdir. $a_1, \ldots a_n$ değerleri ise katsayılardır. Bir değişgenin katsayısı küçük ise, Y üzerindeki, yani fonksiyon üzerindeki etkisi de küçük olacaktır. Katsayısı büyük ise, fonksiyona etkisi de büyük olacaktır. Katsayısı çok küçük olan bir değişgenin, sonuç üzerindeki etkisi, önemsenmiyecek kadar küçük olacağından, o değişgen hesaba katılmıyabilir. Değişgenlerin kıymetleri, sonuç üzerine yaptıkları etkiye göre ölçülür. Bu nedenle, değişgenlere «Etken» de denir.

Aynı karakterli, geçmiş olaylarda etkenlerin neler olduğu araştırılır ve dimensiyonları ölçülür. Bu ölçülere dayanılarak fonksiyondaki kat sayılar yani a değerleri hesaplanır. Ne kadar çok ölçüye dayanılarak fonksiyon hesaplanırsa o kadar sıhhatli bir sonuç elde edilir.

Örnek olarak 3 değişgenli (etkenli) ve aynı karakterli bir çok olayı incelediğimizi düşünelim. İncelediğimiz olayların sayısı 50 - 100 - 200 hatta daha fazla olabilir. Değişgen sayısı 3 tane olduğuna göre, yukardaki denklemde $a_4 X_4$ teriminin ve daha sonraki terimlerin hesaba katılmasına ihtiyaç yoktur. Denklem

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$$

şekline girer.

Birinci olayda X_1, X_2, X_3 değişgenleri ile sonuç olan Y değeri ölçülecektir. Bulunan değerlere sırasile X_{11}, X_{21}, X_{31} ve Y_1 olsun. Bunlar denklemde yerlerine konulursa

$$Y_1 = a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31}$$

bulunur.

Burada a değerleri (katsayılar) bilinmemekte X ve Y değerleri bilinmektedir.

İkinci olayda ölçülen X ve Y değerleri sırasile X_{12}, X_{22}, X_{32}, Y_2 şeklinde gösterilir ve ana denklemde yerlerine konulursa

$$Y_2 = a_1 X_{12} + a_2 X_{22} + a_3 X_{32}$$

bulunur.

Her olaya ait X ve Y değerleri ölçülerek ana denklem de yerlerine konulabilir ve yeni bir denklem elde edilir. n tane olay için n tane denklem yazılır ve alt alta sıralanırsa

$$\begin{aligned}
Y_1 &= a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31} \\
Y_2 &= a\ X_{12} + a\ X_{22} + a\ X_{32} \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
Y_n &= a_1 X_{1n} + a_2 X_{2n} + a_3 X_{3n}
\end{aligned}$$

bulunur.

Bu sistemde n tane denklem ve 3 tane bilinmiyen (a_1, a_2, a_3) bulunmaktadır. Teorik olarak, 3 bilinmiyenin hesaplanabilmesi için 3 denklem yeterlidir. Fakat 3 denklem yardımile hesaplanacak a değerleri, diğer denklemleri gerçekleştirmez. Bütün denklemleri tam olarak gerçekleştirecek a değerlerini (katsayılarını) bulmaya imkân yoktur. Bu durumda, bütün denklemleri en az hata ile gerçekleştiren katsayılar aranır. Çünkü yapılabilecek başka bir şey yoktur. Hatayı en küçük değere indiren katsayıları bulabilmek için, matematik istatistik hesaplarından faydalanmak zorunluğu vardır. Hesap sonunda a değerleri bulunur ve ana denklemde yerlerine konularak, denklem tamamlanır. Denklem tamamlandıktan sonra, gelecekdeki olaylara uygulanır ve olay sonuçlarının ne olacağı bulunabilir. Tabiatile bu şekilde bulunacak sonuçlar, kesin hükümler, veyahut kesin değerler değildir. Fakat, kesin değere çok yakındırlar.

Buraya kadar açıkladığımız matematik istatistik bilgilerinden faydalanarak, bir yerde orman yangının çıkma olasılığının yüzde kaç olduğunun nasıl hesaplandığı aşağıda açıklanmıştır.

Yangın Çıkma Oranının Hesabı

Yangın çıkma oranını değiştiren etkenleri şöyle sıralayabiliriz.

X_1 = Havanın sıcaklığı

X_2 = Havadaki rutubet oranı

X_3 = Topraktaki rutubet oranı

X_4 = Rüzgârın hızı

X_5 = Son yağmurun kaç gün önce yağdığı

X_6 = Son yağmurda kaç mm yağış düştüğü.

Ekolojik koşullara göre, bunlara başka etkenler katılabilir. Veyahut bunların bazısı kaldırılabilir.

Bir yerde yangının çıkması, yangın çıkma oranının % 100 e ulaşması demektir.

Yangın çıkma oranını değiştiren 6 tane etken bulunduğuna göre, faydalanacağımız fonksiyon

$$Y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + a_6 X_6$$

şeklinde olacaktır.

Evvelce çıkan yangınlarda, bu etkenlerin (X) ne kadar olduğu ölçülmüşse onlardan faydalanabiliriz. Ölçülmemişse, bundan sonra çıkacak yangınlarda bu değerleri ölçmemiz ve ondan sonra fonksiyonun hesabına yani a katsayılarının bulunmasına başlamamız gerekir. Yapılacak başka bir şey yoktur.

Birinci yangında ölçülen etkenlerin sırasile X_{11} , X_{21} , X_{31} , X_{41} , X_{51} , X_{61} olduğunu kabul edelim. $Y_1 = 100$ olduğundan

$$100 = a_1 X_{11} + a_2 X_{21} + a_3 X_{31} + a_4 X_{41} + a_5 X_{51} + a_6 X_{61}$$

yazılabilir.

Diğer yangınlardaki etkenler de ölçülür ve her yangın için bir denklem yazılırsa aşağıdaki sistem elde edilir. n tane yangın çıktığına göre sistem

$$100 = a_1 X_{12} + a_2 X_{22} + a_3 X_{32} + a_4 X_{42} + a_5 X_{52} + a_6 X_{62}$$

$$100 = a_1 X_{13} + a_2 X_{23} + a_3 X_{33} + a_4 X_{43} + a_5 X_{53} + a_6 X_{63}$$

....

....

....

$$100 = a_1 X_{1n} + a_2 X_{7n} + a_3 X_{3n} + a_4 X_{4n} + a_5 X_{5n} + a_6 X_{6n}$$

olur.

Yangının çıkmadığı günlerde, çıkma oranının kaç olduğunu arazide ölçemediğimiz için, yalnız yangının çıktığı günler için denklem kurabilmekteyiz. Diğer bir deyimle, sadece Y = 100 değerinden yararlanmaktayız.

n tane yangın için kurulan n tane denkleme dayanarak ve matematik istatistik bilgilerinden faydalanarak aradığımız ana denklemi bulabiliriz. Yani a ile gösterilen katsayıları hesaplar yerlerine koyabiliriz.

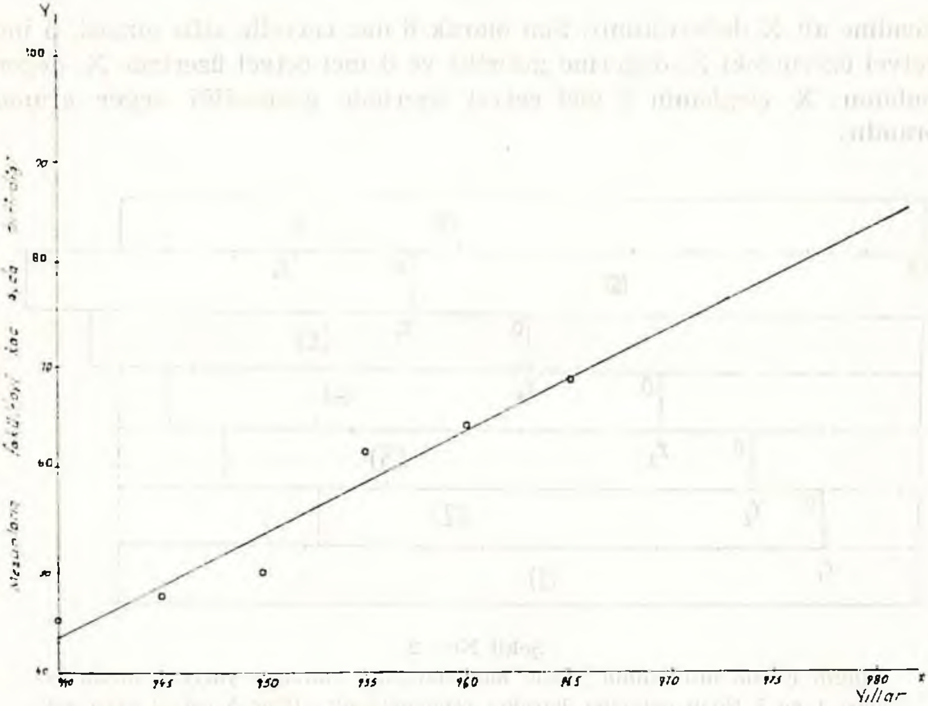
Ana fonksiyonu bu şekilde elde ettikten sonra, yeni bir günün sabahında, o gün yangın çıkma oranının kaç olduğunu hesaplıyabiliriz. Yapılacak iş X değerlerinin kaç olduğunu bulmak ve ana fonksiyonda yerlerine koyarak Y değerini hesaplamaktan ibarettir. Hava sıcaklığının kaç olacağı yani X_1 değerini Meteoroloji Genel Müdürlüğü bir gün önceden bildirmektedir. Diğer X değerleri en yakın meteoroloji istasyonlarından alınabilir veyahut Bölge Başmüdürlüklerimizde ölçülebilir.

Yangın çıkma oranının % 100 'e yaklaştığı günlerde, bütün ekipler dikkat durumuna geçirilir.

X değerlerine dayanarak Y i hesaplamak için, pratik aletler yapılmıştır. (Yangın Çıkma Oranları Bulmaya Yarıyan Alet) ismini taşıyan bu aletlerin en basiti aşağıdaki şekilde görülmektedir. Alet birbiri üstüne sıralanmış 7 tane cetvelden ibarettir. 1 ve 7 inci cetveller bir levha üzerine yapıştırılmıştır, hareket edemezler, diğerleri sağa sola sürülebilmektedirler.

En alttaki birinci cetvel ana denklemin birinci terimine, ikinci cetvel ikinci terimine, ...6 ıncı cetvel de 6 ıncı termine, 7 inci cetvel de, Y değerlerine ayrılmıştır. Cetvellerin bölümleri birbirine eşit değildir. Birinci cetvelin bölümlerinin büyüklüğü a_1 , ikinci cetvelin bölümlerinin büyüklüğü a_2 ... 6 ıncı cetvelin bölümlerinin büyüklüğü ise a_6 kadardır.

Birinci cetvel üzerinde X_1 tane bölüm alındığı zaman a_1X_1 kadar uzunluk alınmış olur. İkinci cetvel üzerinde X_2 tane bölüm alındığı za-



Şekil No : 1

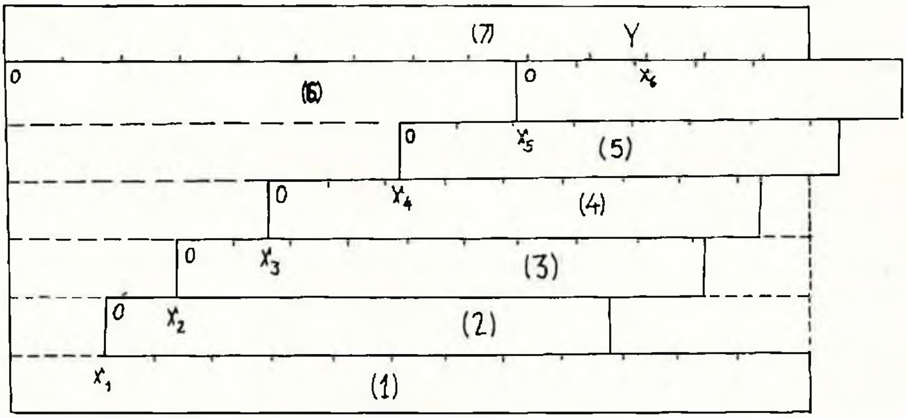
1940 Yılından başlamak suretiyle 5 er Yıllık Periyotlar sonunda, Fakültemizden mezun olanların, ortalama kaç ayda mezun oldukları birer nokta şeklinde gösterilmiştir. Noktaların arasında regresyon doğrusu çizilmiştir doğru devamlı olarak yükselmektedir.

man a_2X_2 kadar uzunluk alınmış olur. ...6 ıncı cetvel üzerinde X_6 tane bölüm alındığı zaman a_6X_6 kadar uzunluk alınmış olur.

Herhangi bir günün sabahında, yangın çıkma oranını bulmak için şunlar yapılır :

$X_1, X_2, \ldots, X_6$ değerleri bulunur. Birinci cetvel üzerinde X_1 tane bölüm alınır. İkinci cetvel oynatılarak, sıfır çizgisinin, birinci cetveldeki X_1 değeri üzerine gelmesi sağlanır ve bu durumda tutulur. İkinci cetvel üzerinde X_2 tane bölüm alınır. Üçüncü cetvel oynatılarak, sıfır çizgisinin ikinci cetvel üzerinde X_2 değeri üzerine gelmesi sağlanır ve üzerinde X_3 tane bölüm alınır.

Diğer cetvellerde de aynı şekilde hareket edilir. Her cetvelin sıfır çizgisi bir evvelki cetvel üzerinde alınan X değerine getirilir ve üzerinde kendine ait X değeri alınır. Son olarak 6 ıncı cetvelin sıfır çizgisi, 5 inci cetvel üzerindeki X_5 değerine getirilir ve 6 ıncı cetvel üzerinde X_6 değeri bulunur. X_6 çizgisinin 7 inci cetvel üzerinde gösterdiği değer aranan orandır.



Şekil No : 2

Yangın çıkma ihtimalinin yüzde kaç olduğunu bulmaya yarıyan aletin şeması 1 ve 7 No.lu cetveller hareket etmemektedir, diğer 5 cetvel sağa sola sürülebilmektedir. 7 No.lu cetvel yangın çıkma ihtimalinin yüzde kaç olduğunu göstermektedir. Diğer cetvellerin her biri, yangın ihtimalini değiştiren etkenlerden birine ayrılmıştır.

7 inci cetvel üzerinde bölümler şu şekilde yapılır :

Ana fonksiyon bilindiğine göre X değişkenlerine çeşitli değerler verilerek Y hesaplanır. Bu hesap bir kaç problem şeklinde yapılır ve Y değerleri hesaplanır. Bulunan Y değerleri sırasiyle Y_1, Y_2, ... , Y_n olsun.

Birinci problem, 6 cetveli yapılmış 7 inci cetvelinin bölümleri çizilmemiş alet yardımile çözülmeye çalışılır ve X_6 nın 7 inci cetvel üzerinde gösterdiği yere Y_1 değeri yazılır. Aynı şekilde diğer problemler alet yardımile çözülmeye çalışılır ve X_6 çizgisinin 7 inci cetvel üzerinde gösterdiği yerlere Y_2, Y_3, ... , Y_n değerleri yazılır. Bu noktalardan faydalanılır enterpretasyon ve eksterpretasyon yapılarak 7 inci cetvelin bölüm çizgileri tamamlanır.

Amerika Birleşik Devletlerinde çok kullanılan (Yangın Çıkma Oranını Bulmaya Yarıyan Alet) in ülkemizde de yapılabileceği ve başarılı şekilde kullanılabileceği kanısındayız. Ülkemizin bölgelerine göre ayrı aletler yapılması uygun olur. Her Başmüdürlükde bir alet olursa daha iyi olur.

Önümüzdeki yıllarda çıkacak yangınlara ait X değerleri Orman İşletmelerimiz tarafından saptanmalı ve ana fonksiyonların hesabı ile alet yapımı fakültemiz ile işbirliği kurularak yürütülmelidir.

FAYDALANILAN ESERLER

Arıcı, H. : İstatistik yöntemler ve uygulama
Hacettepe Üniversitesi Yayınevi.

Battersby, A. : Mathematics in Manegements.
Pelican Books.

Düzgüneş, O. : Bilimsel Araştırmalarda İstatistik prensipleri ve metodlar.
Ege Üniversitesi Matbaası 1963.

Fisher, R.A. : Design of Experiments.
Oliver and Bayd Company Nevyork.

Fry, T.C. : Probability and its Engineering Uses
Van Nostrand.

Kalıpsız, A. : Bilimsel Araştırma.
İ.Ü. Orman Fakültesi No: 216, Yıl 1976.

Moroney, M.J. : Facts From Figuros
Pelican Books.

Prodan, M. (Çev. A. Kalıpsız) : Ormancılar için biyometri.
Kutulmuş Matbaası İstanbul 1964.

Simon, L.E. : Engineer's Manual of Statistical Method
John Wiley and Sons Company Nevyork.

Tokmanoğlu, T. : Amerika Ormancılığına ait bazı müşahedeler.
İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 51, Yıl 1957.

Tokmanoğlu, T. : Beş Değişgenli Fonksiyon ve ormancılıkda sağladığı faydalar
İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi seri B Cilt XXII Sayı: I
Yıl: 1972

Wilson, E.B. : An Introduction to scientific research.
Mc Graw-Hill Book Company Nevyork 1952.