

74050

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA TASARIMI AŞAMASINDA HACİM İÇİNDEKİ
DOĞAL IŞIK DAĞILIMINI BELİRLEMEK İÇİN BİR MODEL**

**T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi**

DOKTORA TEZİ

Y. Müh. Dilek ENARUN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 6 Temmuz 1987

Tezin Savunulduğu Tarih : 18 Aralık 1987

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Muzaffer ÖZKAYA

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Nadir YÜCEL

Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜKDOĞU

ARALIK 1987

ÖNSÖZ

Bu tezi yapmam için bana güç veren ve imkan sağlayan kıymetli hocam merhum Prof. Mehmet İnan' ın aziz hatırasını saygı ve sevgi ile saklayacağım.

Bitirilmesi konusunda çok değerli yardımlarını gördüğüm Sayın hocam Prof. Muzaffer Özkaya' ya ve çalışmalarım boyunca desteğinden ve bilgisinden yararlanabilme fırsatını benden hiç esirgemeyen Sayın hocam Doç. Dr. Mehmet Küçükdoğu' ya sonsuz şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Bu çalışmanın baskısı sırasında sınırsız destek ve yardımlarından yararlandığım Komdata A.Ş.' ne ve özel olarak değerli arkadaşım Hamdi Uçar' a da candan teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1. IŞIK GÖZ İLİŞKİSİ.....	3
1.1. Gözün Yapısı ve Görme Duyumu.....	3
1.2. Gözden Giren Işığın Görme Duyumu Dışındaki Etkileri.....	6
1.3. Görme Yeteneği.....	8
1.4. Görsel Konfor.....	10
1.5. Işık-Göz İlişkisi ve Ekonomiklik Açısından İçinde Çalışılan Hacimlerde Sağlanması Gereken Aydınlık Düzeyleri.....	11
BÖLÜM 2. DOĞAL IŞIK.....	12
2.1. Doğal Işık Kaynakları.....	12
2.1.1. Dolaysız Güneş Işığı.....	13
2.1.2. Gök Işığı.....	15
2.1.2.1. Tekdüze Gök Modeli.....	16
2.1.2.2. Kapalı Gök Modeli.....	16
2.1.2.3. Açık Gök Modeli.....	17
2.1.3. Binaların Doğal Işık Kaynakları: Pencereler.....	18
2.2. Doğal Işık Hesap Yöntemleri.....	20
2.2.1. Işık Akısı Yöntemi.....	20
2.2.2. Noktasal Hesap Yöntemi.....	21

BÖLÜM 3. BİNA TASARIMI AŞAMASINDA HACİM	
İÇİNDEKİ DOĞAL IŞIK DAĞILIMININ	
YENİ BİR FAKTÖR OLAN E/LZ	
KULLANILARAK BELİRLENMESİ İÇİN	
ÖNERİLEN BİR MODEL.....	22
3.1. Hacim İçinde Aydınlik Düzeyini	
Oluşturan Bileşenler ve Günışığı	
Faktörü.....	22
3.2. Hacim İçinde Gün Işığı Dağılımını	
Belirlemek İçin Önerilen Yeni Bir	
Faktör: E/LZ Faktörü.....	23
3.2.1. E/LZ Faktörünün Gök Bileşeni...	26
3.2.2. E/LZ Faktörünün Dış Yansımış	
Bileşeni.....	32
3.2.3. E/LZ Faktörünün İç Yansımış	
Bileşeni.....	33
3.3. E/LZ Faktörünün Kullanımında	
Bilgisayar Uygulaması.....	39
3.3.1. ELZET Programı.....	39
3.3.2. EDEG Programı.....	73
3.4. Tamamlayıcı Yapay Aydınlatma	
Uygulaması.....	99
SONUÇ.....	105
KAYNAKLAR.....	108
EKLER.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	216

ÖZET

Gündüz kullanılan hacimlerde, doğal ışığın, yapay aydınlatma enerjisinden artırım sağlamak amacıyla kullanılabilmesi için, tasarım aşamasında hacim içindeki doğal ışık dağılımının bilinmesi gerekir. Bu konuda kullanılan alışılmış yöntemler uzun ve uğraştırıcı yöntemlerdir. Bu çalışmada, aydınlatma tasarımcısına, aydınlatma tasarımı yaptığı hacmin içindeki doğal ışık dağılımını kolay ve çok kısa sürede sayısal değerleri ile birlikte elde edebileceği bir araç hazırlanmıştır. Bu araç, bina planından okunabilecek verileri kullanarak kademeli olarak çalıştırılabilen iki bilgisayar programından oluşmaktadır.

Birinci bölümde, gözün yapısı ve görme duyumunun nasıl oluştuğu, ışık miktarının görsel konfor, görme yeteneği ve insan fizyolojisi üzerine etkileri anlatılmıştır. Bütün bu faktörler göz önünde bulundurulduğunda ortaya çıkan sonuç, gerekli ışık miktarının yüksek olduğudur. Gündüz kullanılan hacimlerde bu yüksek aydınlık düzeylerini sağlayabilmek için alternatif bir ışık kaynağı olarak doğal ışığı kullanabileceğimizden, ikinci bölümde doğal ışık kaynakları ve mühendislik uygulamalarında kullanılan gök modellerinden bahsedilmiş, doğal ışık hesap yöntemleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde hacim içerisinde doğal ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeylerini bulabilmek için en çok kullanılan yöntem olan günışığı faktörü anlatılmış, ve bu çalışmada önerilen yeni bir faktör , E/LZ faktörü tanıtılmıştır. Herhangi bir hacimde, bina planından okunabilecek verileri kullanarak ve E/LZ faktöründen yararlanarak, her hacim için zamana göre sabit olan E/LZ faktörleri haritalarını, hem sayısal değerleri ile hem grafik olarak çıkaran bir bilgisayar programı, ve ayrıca bu programın çıktılarını kullanarak söz konusu hacim içinde herhangi bir anda var olan doğal ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeylerini ve doğal ışığı tamamlayıcı yapay aydınlatmanın sağlaması gereken aydınlık düzeylerini sayısal değerleri ile bulan ikinci bir bilgisayar programı tanıtılmıştır.

Bunlara ek olarak, bu bölümde daha önce örnek olarak alınmış bir hacimde, senenin en kötü ışık koşullarına sahip günü olan 21 Aralık gününe göre hazırlanmış, doğal ışığı tamamlayıcı yapay aydınlatma sistemi için bir tasarım örneği verilmiştir. Bu örnek üzerinde, alışılmış yöntemlerle yapılan aydınlatma tasarımı ile, bu çalışmada ortaya konmuş olan bilgisayar programları yardımıyla elde edilen tamamlayıcı yapay aydınlatma tasarımı, sistemlerin harcadıkları enerji açısından karşılaştırılmışlardır.

**EIN MODELL FÜR DIE BESTIMMUNG
DER TAGESLICHTVERTEILUNG IM RAUM
IN DER PLANUNGSPHASE DES GEBÄUDEDES
ZUSAMMENFASSUNG**

Um in den Räumen, die auch am Tage verwendet werden, eine Energieeinsparung bei der Kunstlichtbeleuchtung unter der Verwendung vom Tageslicht zu erreichen, sollte man die Verteilung des Tageslichtes im Raume schon zu der Zeit der Planung wissen. Da die herkömmlichen Methoden in dieser Richtung ziemlich langwierig sind, machen die Beleuchtungsplanern in unserem Lande oft ihre Entwürfe entweder unter der Voraussetzung der völligen Dunkelheit oder sie beachten das Tageslicht nur nach Augenmass. In dieser Arbeit hat man ein Mittel für die Beleuchtungsplanern entwickelt, mit dem sie die Verteilung des Tageslichtes in irgendeinem Raume leicht und schnell und mit Zahlenwerten erlangen können. Dieses Mittel besteht aus zwei Computerprogrammen, die unter Verwendung von Daten, die aus dem Plan gelesen werden können, stufenweise eingesetzt werden.

Wenn man den Aufbau des Auges und den Vorgang des Sehens naeher betrachtet, und die Wirkungen des Lichtes auf die Physiologie der Menschen im Auge behaelt, erkennt man, dass je mehr Licht vorhanden ist, desto besser das Sehen und die Funktionierung des Metabolismus ist. Obwohl bei den Wirkungen des Lichtes auf die Physiologie der Menschen mehr Licht immer positivere Ergebnisse erzielt, sieht es bei dem Sehvorgang anders aus. Wenn man die Beleuchtungsstaerken in der Umgebung des Menschen staendig steigen laesst, nehmen die Werte der Sehleistungparametern, die Sehschaerfe, die Unterschiedsempfindlichkeit und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit, in der positiven Richtung bis zu einem bestimmten Wert rapid zu, dann bleiben diese Werte in einem Bereich, wo die Sehleistung optimal ist, ziemlich konstant, dann aber beginnen sie zu fallen. Diese Verminderung der Sehleistung durch mehr Licht ist bedingt durch die Blendung.

Das Leuchtdichteintervall, in dem die Sehleistung optimal ist, liegt ungefaehr zwischen 100 cd/m^2 und 5000 cd/m^2 . Wenn man annimmt, dass die Sehobjekte in dem Raum ideal diffus reflektierend sind, das heisst, dass sie sich nach dem Gesetz von Lambert verhalten und ihre Reflexionsfaktoren im Durchschnitt um % 50 liegen, ist das Beleuchtungsstaerkeintervall, in dem die Sehleistung optimal ist, ungefaehr zwischen 500 lx und 30000 lx .

Man sieht, dass diese Beleuchtungsstaerkewerte ziemlich hoch sind. Um diese Beleuchtungsstaerken erreichen zu können, würde man viel elektrische Energie verbrauchen. Man kann aber in den Raeumen, wo auch unter dem Tag gearbeitet wird, das Tageslicht als eine alternative Lichtquelle gebrauchen.

Das Tageslicht besteht aus zwei Hauptteilen. Sie sind
-das Licht, das direkt von der Sonne kommt, und
-das Himmelslicht, das durch Brechungen und Reflexionen des Sonnenlichtes in der Athmosphaere entsteht.

Um das Himmelslicht in den Berechnungen verwenden zu können, muss man die Leuchtdichtevertelung des Himmels kennen. Weil diese Leuchtdichtevertelung von vielen verschiedenen Parametern abhaengig ist, hat man nach den Ergebnissen vieler Versuche bestimmte Formeln als Standards der Himmelsleuchtdichtevertelung festgesetzt. In der Praxis verwendet man drei Himmelsmodelle als Standarts. Sie sind
-der uniforme Himmelsmodell
-der bedeckte Himmelsmodell
-der klare Himmelsmodell.

Das direkte Sonnenlicht, obwohl es in den Raeumen, falls es vorhanden ist, oft grössere Beleuchtungsstaerken als das Himmelslicht erzeugt, wird es in dieser Arbeit ausser Acht gelassen, weil als Himmelsmodell der bedeckte Himmelsmodell gewaehlt ist, in dem der Himmel als ganz mit Wolken bedeckt betrachtet wird.

Um das Tageslicht mit der Kunstlichtbeleuchtung zu integrieren, und dabei eine Energieeinsparung zu erzielen, sollte man die Verteilung des Tageslichtes im Raum im Voraus kennen. Weil die herkömmlichen Methoden, die in unserem Lande in dieser Richtung verwendet werden, ziemlich langwierig sind, beachten die Beleuchtungsplaner in ihren Entwürfen das Tageslicht oft nicht. Das Ziel dieser Arbeit ist den Beleuchtungsplanern ein Mittel zu schaffen, mit dem sie leicht und ohne viel Zeit zu verlieren, die Verteilung des Tageslichtes im Raume im Voraus berechnen können.

In dieser Arbeit ist als Alternative zum Tageslichtquotient ein anderer Faktor, genannt E/LZ Quotient, definiert worden.

$$E/LZ = \% 100. E_1/L_z$$

Hier bedeuten,

E_1 : die Innenbeleuchtungsstaerke in einem Punkt auf irgendeiner Messebene, und

L_z : die Zenit Leuchtdichte.

E/LZ Quotient ist eine Variante von dem Tageslichtquotient. Man kann zu jeder Zeit von einem zu dem Anderen überspringen. Genau wie der Tageslichtquotient gibt der E/LZ Quotient charakteristische Werte für jeden Raum, die unabhaengig von der Zeit sind.

Der E/LZ Quotient besteht wie der Tageslichtquotient aus drei Komponenten. Um das Überspringen von Einem zu dem Anderen zu vereinfachen, hat man die Namen der Komponenten des E/LZ Quotienten nach den Namen der Komponenten des Tageslichtquotienten gewaehlt. Sie sind

- der Himmelslichtanteil des E/LZ Quotienten
- der Innenreflexionsanteil des E/LZ Quotienten
- der Aussenreflexionsanteil des E/LZ Quotienten

Man hat diesen Quotienten eingeführt, weil es besonders in zwei Punkten dem Tageslichtquotienten überlegen erscheint. Erstens schafft es bei den mathematischen Formulierungen eine Erleichterung. Da die Leuchtdichteformeln für die verschiedenen Himmelsmodellen fast überall als relative Leuchtdichten gegeben werden (z.b. für das bedeckte Himmelsmodell, als $L/L_z = f(\theta)$), kann man, wenn man den E/LZ Quotienten benutzt, die rechte Seite der Leuchtdichteformel, bei der Berechnung der Beleuchtungsstärke, direkt in den Platz von der Leuchtdichte einsetzen. Man braucht keine Umformulierungen zu machen.

Wenn man die Rechnungen mit dem Tageslichtquotienten macht, soll man entweder die Aussenbeleuchtungsstärke, zu gleicher Zeit wie E_i gemessen, auf horizontaler Ebene im Freien bei freiem Horizont messen oder die Zenit Leuchtdichte messen und mit deren Hilfe die oben genannte Aussenbeleuchtungsstärke berechnen. Weil es heutzutage in den Städten wegen den immer mehr wachsenden Gebäudehöhen freien Horizont zu finden nicht mehr so leicht ist, wird man die Zenit Leuchtdichte messen müssen. Wenn man den E/LZ Quotienten benutzt, kann man den Messwert von der Zenit Leuchtdichte direkt anwenden, dagegen, wenn der Tageslichtquotient benutzt wird, soll man noch die Aussenbeleuchtungsstärke von der gemessenen Zenit Leuchtdichte errechnen.

In dieser Arbeit sind zwei Computerprogramme erstellt worden, die dem oben genannten Zweck, die Tageslichtverteilung im Raum im Voraus zu bestimmen, dienen. Als Himmelsmodell hat man den bedeckten Himmelsmodell gewaehlt, weil er die schlechtesten Bedingungen für die Planungsparametern enthaelt. Man kann diese Programme für die Bestimmung von der Tageslichtverteilung in einem quaderförmigen Raum mit rechteckigen vertikalen Fenstern nur auf einer Wand einsetzen.

Man kann die Programme auch für Räume mit Fenstern auf mehr als nur einer Wand gebrauchen, wenn man auf den Innenreflexionsanteil verzichtet, indem man sehr geringfügige Änderungen im Programm vornimmt, das erste Programm für jede Fensterwand einmal laufen laesst, und die Ausgaben jedes einzelnen Laufes auf den Plan des Raumes richtig appliziert.

Das erste Programm gibt die E/LZ Quotientenverteilung, die durch das Himmelslicht und das Licht, das von den äusseren Hindernissen reflektiert wird und in den Raum kommt, bedingt wird, auf allen Ebenen, auf die das direkte Himmelslicht faellt, des

Raumes und die E/LZ Quotienten Verteilung, die durch das gesamte Licht, das heisst, das Himmelslicht, das draussen reflektierte Licht und das in dem Raum reflektierte Licht, bedingt wird, auf einer Horizontalebene von beliebiger Höhe, und braucht als Eingabe nur Werte, die man aus dem Plan des Gebaeudes entnehmen kann. Die E/LZ Quotientverteilung im Raum kann man von dem Programm als Zahlenwerte und/oder als graphische Darstellung erfordern.

Dieses Programm besteht aus zwei Hauptteilen. In dem ersten Teil werden die E/LZ Quotientenwerte, die durch das direkte Himmelslicht und durch das Licht, das von den aeusseren Hindernissen reflektiert und in den Raum kommt, bedingt werden, errechnet. In dem zweiten Teil wird das innenreflektierte Licht berechnet. Hier werden die Reflexionen nur bis zum zweiten Reflexion im Raum in die Rechnung mitbezogen. Bei der Bestimmung des draussen reflektierten Lichtes wird angenommen, dass die Hindernisse parallel zu dem Gebaeude, für das die Planung gemacht wird, liegen.

Die Werte des Himmelslichtanteils des E/LZ Quotienten werden für jeden Punkt nach analytisch gefundenen Formeln gerechnet. Also bis dahin tritt bei der Berechnung des E/LZ Quotienten kein Fehler ausser dem Fehler, den das Himmelmodell in sich traegt, auf. Ab diesen Punkt wird mit numerischen Methoden gerechnet und, die Fehler der numerischen Methoden und die Fehler der Annahmen, die bei der Aussenreflexionsanteil gemacht werden, treten auf. Aber, weil in den Raeumen, deren Aussicht aus den Fenstern nicht ganz mit den Hindernissen geschlossen ist, die Tageslichtverteilung hauptsaechlich von dem Himmelslichtanteil beeinflusst wird, kann man diese Fehler ausser Acht lassen.

Als numerische Methode hat man in dieser Arbeit die Simpson Integralmethode angewendet. Der Grund dieser Wahl ist die Aehnlichkeit der Kurven der Funktionen, die integriert werden sollen, mit den Funktionen des zweiten Grades.

Das zweite Programm braucht als Eingabe die Ausgaben von dem ersten Programm und ausserdem die Zeit, geographische Daten über den Ort des Gebaeudes und die in dem Raum, wofür die Planung gemacht wird, gewünschten Mindestbeleuchtungsstaerke. Es gibt als Ausgabe die Beleuchtungsstaerken, die vom Tageslicht erzeugt sind, im Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt, und die Beleuchtungsstaerken, die vom Kunstlicht erzeugt werden sollen, um den Tageslicht in diesem Raum bis zu der gewünschten Mindestbeleuchtungsstaerke zu ergaenzen.

Beide Programme sind interaktive Programme und sind leicht zu bedienen.

Die vorliegende Arbeit ist mit einem Beispiel für ein das Tageslicht ergaenzende Kunstlichtbeleuchtungssystem, das man nach den Ausgaben dieser beiden Programme entworfen hat, abgeschlossen worden. Eine grobe Vergleichung zwischen den elektrischen Energien, die dieses System und ein anderes

Beleuchtungssystem, bei dessen Planung das Tageslicht nicht beachtet wurde, verbrauchen, zeigt sofort die Vorteile der Planung mit dem Tageslicht. Beide Systeme sind im gleichen Stil gehalten worden, um einen Vergleich möglich zu machen. Die Leuchten und die Lampen, die angewendet sind, und die Gleichmässigkeit der Lichtverteilung im Raum, sind gleich.

Ein Anwendungsgebiet für diese beide Programme wäre die Verbesserung der Beleuchtungssysteme der vorhandenen Gebäude. In diesen Gebäuden kann man zwar die Tageslichtverteilung auch bestimmen, indem man Messungen in den einzelnen Räumen vornimmt. Aber, weil die Tageslichtverteilung im Raum während des Jahres sich dauernd ändert, sollte man in längeren Perioden Messungen machen, um richtige Werte zu bekommen. Die Länge der Messzeit wirkt dagegen auf die Planungszeit und -kosten negativ aus.

Ein anderes Gebiet, in dem die Ausgaben dieser Computerprogramme nutzbar gemacht werden können, ist der Entwurf von automatischen Lichtkontrollsystemen. Die Kontrolle des Kunstlichtes gemäss dem Tageslicht kann nach einem im Voraus vorbereiteten Schema abhängig von der Zeit gemacht werden. Da es möglich ist die Tageslichtverteilung im Raum für einen bestimmten Zeitpunkt im Voraus zu bestimmen, ist es auch möglich die das Tageslicht ergänzende Kunstlichtverteilung zu ermitteln. Und das ergibt das Schema, das für die automatische Lichtkontrolle angewendet wird.

Ein anderes Kontrollsystem wäre die Benutzung eines Kontrollelements, das die Daten, die von einem auf das Dach des Gebäudes gestelltes Photoelement, das die Zenit Leuchtdichte misst, mit den Ausgaben des ersten Programmes, das die in jedem Raum von der Zeit unabhängige E/LZ Verteilung berechnet, zusammen auswertet und nach dieser Bewertung die Kunstlichtquellen im Gebäude kontrolliert.

Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Kontrollsystemen liegt darin, dass bei dem Ersten die Zenit Leuchtdichten von den empirisch gefundenen Zenit Leuchtdichteformeln entnommen werden und das Lichtkontrollschema im Voraus bestimmt wird, dagegen bei dem Zweiten die Zenit Leuchtdichten gemessen werden und das Lichtkontrollschema danach gerichtet wird.

Keine von den Himmelsmodellen, die zur Zeit für Planungen angewendet werden, geben die realen Bedingungen für die Leuchtdichteverteilung des Himmels. Man hat zwar bis heute über den realen Himmelsmodell viel gearbeitet, aber einen internationalen Standard für den realen Himmelsmodell hat man noch nicht akzeptiert. Wenn das geschieht, wird man die Programme, die man in dieser Arbeit entwickelt hat, zugunsten des realen Himmelsmodells adaptieren müssen.

GİRİŞ

70' li yıllarda ortaya çıkan enerji sorunu ile gündeme gelen enerji artırımı konusu, dünyada ve ülkemizde önemini korumaktadır. Ülkemizdeki elektrik enerjisi tüketiminin % 21.3' ü aydınlatma amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yaklaşık % 14 kadarı gece aydınlatmasında, % 7.3 kadarı ise gündüz aydınlatmasında harcanmaktadır.

Bir aydınlatma sisteminin ekonomikliği incelendiğinde, harcanan elektrik enerjisi miktarı yanında sistemin kuruluş maliyeti, bakım masrafları, lamba ömürleri ve hacim içerisinde yaşayan ve çalışan insanların performansları da söz konusu edilmelidir. İnsanların performansları işin içine girdiği anda gerekli aydınlık düzeyleri yükselmekte, aydınlık düzeylerinin artması da harcanan elektrik enerjisi miktarına yansımaktadır.

Gece yapılan aydınlatmalarda, duvarların ışık yansıtma katsayılarını yüksek tutmak, armatür ve lamba verimlerini yüksek seçmek gibi önlemlerle bir ölçüde enerji artırımı yapılabilirse de, aydınlatma enerjisinden anlamlı bir artırım ancak gündüz kullanılan hacimlerde sağlanabilir. Çünkü gündüz vakti, güneşten kaynaklanan ışık ile elimizde alternatif bir aydınlatma olanağı vardır.

Aydınlatmanın kalitesini düşürmeden aydınlatma enerjisinden bir artırım sağlayabilmek için alınabilecek bazı önlemlerden aşağıda bahsedilmiştir. Otomatik kontrollü sistemler dışındaki önlemler, basit ve teorik olarak zaten yapılması gereken yatırımlara fazla bir ek masraf getirmeyen önlemlerdir.

İyi bir aydınlatma sistemi gerçekleştirebilmek için, aydınlatma, bina tasarımı sırasında ayrı bir tasarım konusu olarak ele alınmalıdır. Doğal ışık kaynakları olan pencerelerin tasarımından başlayıp, duvar boyalarının renklerinin seçimine, yapay aydınlatma tesisatının döşemine kadar bina tasarımının ve yapımının içinde olmalıdır. Fakat yurdumuzda aydınlatma konusu ancak yapay aydınlatma tesisatı ile birlikte akla gelmekte ve aydınlatma tasarımı ancak bu aşamada başlayabilmektedir. Böylece de, aydınlatma enerjisinden artırım amacıyla kullanılabilecek birçok önlemi alabilmek için vakit geçmiş olmaktadır.

Tasarım sırasında alınabilecek ve bu çalışmanın konusu ile ilgili önlemlerden bazıları şunlardır: Armatürlerin yerlerinin belirlenmesi, hacimin döşenmesi kısıtlamalar getirmiyorsa, gün ışığına bağlı olarak yapılmalıdır. Mümkün olduğunca az lamba bir anahtara bağlanmalıdır. Anahtarlama gruplar halinde yapılıyorsa, lamba gruplaması eş gün ışığı aydınlık düzeylerine göre yapılmalıdır. Gün ışığına bağlı fotoelektrik kontroller kullanılmalıdır. Gün ışığına bağlı fotoelektrik kontroller, açma/kapama (on/off) ve loşlaştırma (dimming) şeklinde iki türlü yapılabilir.

Bu çalışmanın amacı, en kötü tasarım koşulları altında, yani göğün tamamen bulutlarla kapalı olması halinde, bir hacime giren doğal ışığın dağılımını ve herhangi bir gün ve saatte değerini tasarım sırasında belirleme olanağını veren bir araç hazırlamaktır. Bu araç, bina planından okunabilecek verileri kullanarak kademeli olarak çalıştırılabilen 2 bilgisayar programından oluşmaktadır. Söz konusu programların çıktıları, bina tasarımcısına doğal aydınlatma sistemi tasarımında ve aydınlatma tasarımcısına da yukarıda belirtildiği gibi yapay aydınlatma sistemi tasarımı sırasında gereklidir. Bu çıktılar, ayrıca, aydınlatma enerjisi artırımı amacıyla kurulabilecek bir otomatik ışık kontrol sisteminin de bazını oluşturabilirler.

1.BÖLÜM

İŞIK-GÖZ İLİŞKİSİ

Işık, elektromagnetik spektrumda 380 nm ile 780 nm arasında yer alan ve insanda göz üzerinden görme duyumu oluşturan radyasyonlara denir. Bu enerjiyi kullanarak gözü aracılığı ile çevresi hakkında bilgi edinen insanın bu bilgi olmadan hayatını sürdürmesi bile oldukça zordur. Çünkü göz, insanın duyu organları arasında bilgi alma kapasitesi en büyük olanıdır [1]. Görmeyi yitirdiğimizde çevremizle olan ilişkimiz büyük ölçüde azalır. Büyük fizyolojik-optik araştırmacısı Helmholtz: "ölüme en benzeyen şey görmenin yitirilmesidir" demiştir [2].

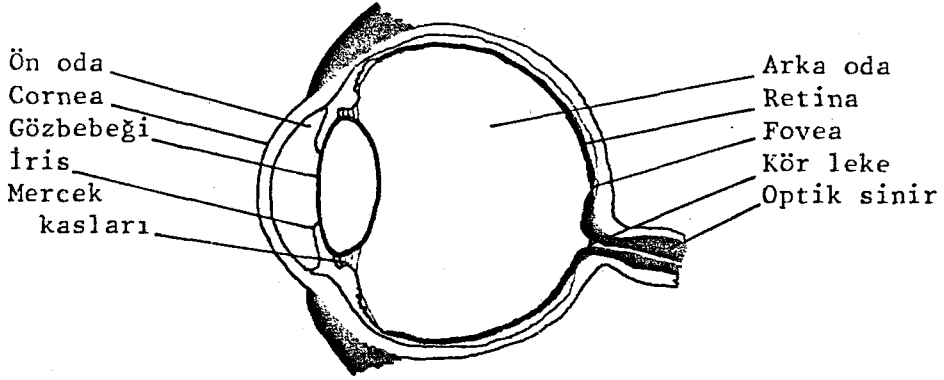
1.1. GÖZÜN YAPISI VE GÖRME DUYUMU

Aydınlatma tekniği bakımından amaç, insanın bu değerli organını korumak ve ondan olanaklı olan en yüksek performansı almak olduğuna göre, gözün yapısı ve çalışma prensibi her zaman ön planda tutulmalıdır.

Işığın göz içerisine düşmesinden görme duyumu oluşmasına kadar geçen süreçte üç aşamalı bir enerji dönüşümü olur. Önce, gözde ışığa duyarlı maddeler tarafından yutulan radyasyon enerjisi bu maddelerin ayrışmaları ile kimyasal enerjiye dönüşür. Sonra, bu kimyasal enerji, gözün beyindeki görme merkezi ile ilişkisini sağlayan optik sinirin liflerinde akım darbeleri oluşturan elektrik enerjisine dönüşür.

Radyasyon akısı göze, saydam göz akından, "cornea" dan girer (Şekil 1-1). Bunun hemen arkasında ön oda ve göz bebeğini oluşturan iris yer alırlar. Saydam göz akından çıktıktan sonra kırılmış olan

ışınlar göz bebeğinden geçip, göz merceğinin üzerine düşerler. Göz merceği saydam, çift taraflı dış bükey bir dokudur.



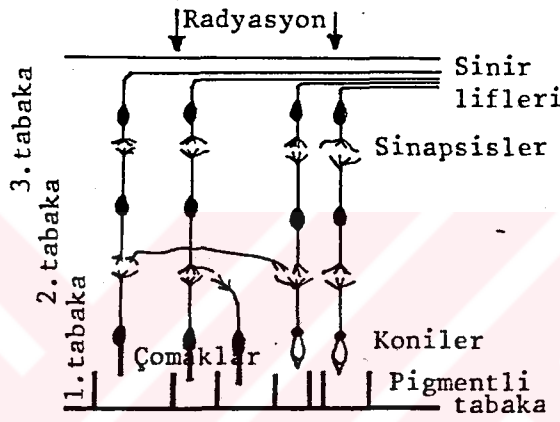
Şekil 1-1 Göz

Gözlenen cisimlerin imgeleri ters ve boyutları çok indirgenmiş olarak ağ tabaka, "retina" üzerinde odaklanırlar. Retina 0,2 mm kalınlığında ve çok karmaşık yapıda saydam bir tabakadır (Şekil 1-2). Her biri optik sinirin nöron adı verilen uzmanlaşmış hücrelerini içeren üç katmandan oluşur. Her nöron bir dallanma noktasına ulaşır. "Sinapsis" ler adı verilen bu dallanma noktaları, aynı sinir lifine ait komşu nöronların da vardıkları, benzer dalcıklardan oluşan bir tür ince dalcıklar ağıdır.

Radyasyon akısı, göz ortamından, yani arka odadan ve daha sonra nöronların üçüncü ve ikinci tabakalarından geçer ve retinanın pigmentli katmanının sınırında yer alan nöronların birinci katmanına varır. Birinci katmandaki nöronlar şekil açısından farklılıklar gösterirler. Bunlara koniler ve çomaklar adları verilir. Birinci katmana giren radyasyon koni ve çomakların içlerinde bulunan ışığa duyarlı maddelerin molekülleri tarafından yutulur. Fotokimyasal süreçte kullanılmayan radyasyon retinanın pigmentli katmanı üzerine düşer ve burada ışığa duyarlı hücreleri etkileyebilecek ve böylece optik imgeyi bozabilecek olan yansımaları önlemek amacıyla tamamen massedilir.

Gözdeki toplam çomak sayısı 130 milyon ve koni sayısı 7 milyon dolayındadır. Konilerin çoğu "fovea" da (sarı leke veya merkez çukur) ve civarında yer alırlar. Çomaklar retinanın tümüne yayılmışlardır, ancak bunların büyük bir kısmı merkezden

10°-20°' lik bir yükseklikte bulunur. Retinanın merkezinde koniler sayısal olarak daha yoğundurlar, 1 mm²' de 10⁵ tane, burada her bir sinir lifi en fazla iki veya üç tane ışığa duyarlı hücreye bağlıdır. Buna karşılık retinanın dış bölgelerinde tek bir sinir lifine onlarca hatta yüzlerce hücre bağlıdır. Bunun sonucunda göz, görme alanının açısız büyüklüğü sadece 1,3°-1,5° arasında kalan merkez kısmını kullanarak, imge büyüklükleri bir milimetrenin binde birini geçmeyen çok küçük detayları algılayabilmektedir. Retinanın daha çok çomak içeren geri kalan kısmı, genel bir yön tayini sağlamaya yaramaktadır.



Şekil 1-2 Retina

Çomaklar "rodopsin" adı verilen bir madde içerirler. Işık etkisi altında rodopsin ayrışır, sonra bir denge sağlayacak şekilde tekrar oluşur ve yeniden duyar hale gelir. Koniler ise "iodopsin" adı verilen bir pigment içerirler. Işık etkisi altında iodopsin de tersine çevrilebilir bir ayrışmaya uğrar. Rodopsin ve iodopsin sırasıyla 512 nm ve 555 nm' de spektral duyarlıklarının maksimumlarına erişirler. Rodopsinin duyarlılığı iodopsinden daha büyük olduğundan çomaklar konilerden daha duyarlıdır ve çok düşük seviyedeki ışık uyarımlarına cevap verebilirler, fakat renk farketmezler. Koniler renk duyumu oluştururlar ve ince detay algırlarlar [3], [4], [5], [6].

1.2. GÖZDEN GİREN IŞIĞIN GÖRME DUYUMU DIŞINDAKİ ETKİLERİ

Gözün beyindeki görme merkezine olan sinir bağlantıları dışında "substantia reticularis" ve "hipotalamus" üzerinden "hipofiz" bezine bağlantılar vardır. Bu üç sistemi ayrı ayrı ele alırsak, gözden giren ışığın insan üzerindeki, görme duyumu dışındaki, etkilerini de daha rahat anlarız.

- "Reticulo-thalamo-cortical" sistem :

Bu sistem, merkezi sinir sisteminin bir alt sistemidir. Duyu organlarından gelen bilgiler, göz de bunların arasında olmak üzere, kendilerine ait "cortical" duyu merkezlerine giderken, "substantia reticularis" e dallanırlar. Buradan, duyu sistemlerinden alınan bilgilerin içeriğine bağlı olmaksızın, "talamus" üzerinden "cortex" uyarılır. Bu da bilincin ayakta tutulması ve dikkatin kısa sürelerle uyarılması için kesinlikle gereklidir.

- "Limbik" sistem :

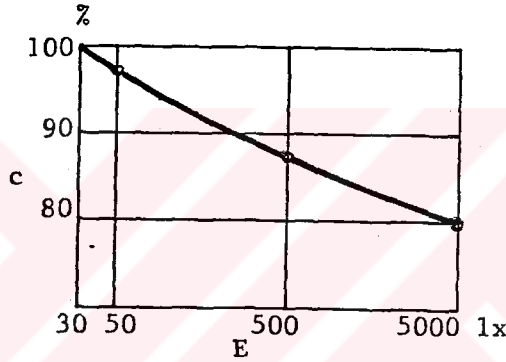
Söz konusu bağlantıların varlığı "hipotalamus" da da belirlenmiştir. Hipotalamus, içgüdüsel reaksiyonları ayarlar, dolaylı olarak duyguları ve sübjektif cevapları yaratır, bilinçsizce yapılan otomatik refleks hareketlerinin kaynağıdır. Burada bitkisel sinir sisteminin merkezleri bulunur. Bitkisel sinir sisteminin uyarılmasının başlıca etkilerinden biri, adrenalin hormonunun kana karıştırılması ile birlikte tüm organizmanın aktif bir duruma gelmesidir. Bunun yanı sıra bazı başka organlar sinirsel olarak etkilenirler, özellikle kan dolaşımı aktive olur. Daha yeni doğmuş bebeklerde dahi aydınlık düzeyi yükseldikçe nefes alıp vermenin frekansının ve düzensizliğinin arttığı gözlenmiştir. Biyolojik ritmlerin, özellikle "circadian ritm" in (gün ritmi) ışık ile senkronizasyonu limbik sistemin merkezlerinden, "epifiz" yardımı ile olur.

- "Hipotalamo-hipofiz" sistemi :

Yine hipotalamus üzerinden hipofiz bezi daha fazla hormon salgılaması için uyarılır. Işık, gözden bu bölgeye gelen sinir bağlantıları ile metabolizmayı aktive edecek yönde büyük ölçüde etkili olur. Örneğin, hipofizin salgıladığı hormonlar, tiroid bezini ve böbrek üstü bezlerini etkilerler, ve bunların hormon salgılamasını sağlarlar. Tiroid bezinin ürettiği en önemli hormon

tiroittir. Bunun az salgılanması halinde yaşam enerjisi düşer, kalp atışları yavaşlar, vücut ısısı düşer. Böbrek üstü bezleri adrenal salgılar. Adrenalinin vazifesi ani zorlanmalarda kan dolaşımını ayarlamak ve glikojenin şekere dönüşmesini hızlandırmaktır. Böylece kişinin maddi ve manevi gücü artar [7], [8], [9].

Gözde, ışık uyarımı aldıkları zaman görme merkezi dışındaki yukarıda bahsedilen sistemlere kodlanmış akım darbeleri gönderen özel nöron gruplarının varlıkları belirlenmiştir. Ancak bu gruplar ağırlıklı olarak gözün periferik bölgelerinde bulunmaktadır. Yani metabolizma çalışmasını, bakış doğrultusundaki aydınlık düzeyinden çok genel çevre aydınlığına göre ayarlamaktadır [10], [11].



Şekil 1-3 E aydınlık düzeyine bağlı olarak eozonofil lökositlerin kandaki yoğunluğu c

Radnot, 1963 senesinde CIE' ye (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) verdiği tebliğde beyaz kan yuvarlarının özel bir türü olan "eozonofil lökosit" lerin yoğunluğunun "nöroendokrin" sistemin devreye girmesi ile aydınlık düzeylerine göre değiştiğini açıklamıştır. Şekil 1-3, aydınlık düzeyinin eozonofil lökositlerin yoğunluğu üzerine etkisini göstermektedir. Yoğunluğun azalması, vücut fonksiyonlarının canlanması ve insanın verimliliğinin arttığının bir işaretidir [12], [13]. Bu eğri, insanın bir gündüz yarattığı olduğunun ve ancak gün ışığı altında verimliliğin optimum koşullarına ulaşabildiğinin bir kanıtıdır. Bu da, insanın, canlı bir varlık olarak gelişme süreci boyunca karşısında tek ve yeterli enerji kaynağı olarak güneşi bulmuş olmasının en doğal sonucudur [1].

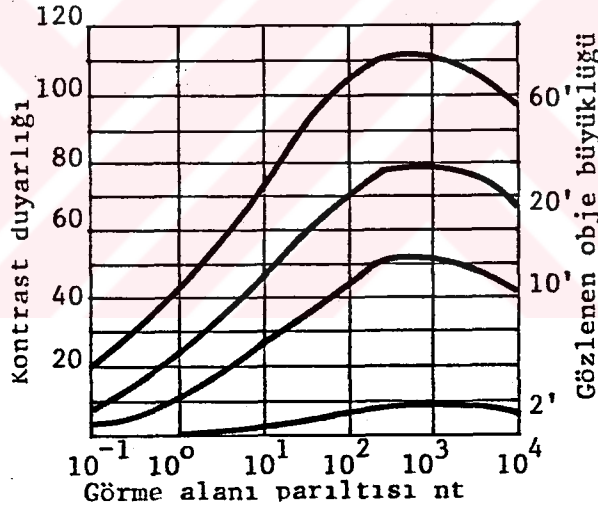
1.3. GÖRME YETENEĞİ

Görme yeteneğini belirleyen üç temel kavram, kontrast duyarlılığı, görme keskinliği ve farketme hızıdır.

-Kontrast duyarlılığı

Kontrast duyarlılığı, gözün belirli parıltılara sahip iki komşu cismin parıltıları arasındaki farkı seçebilme yeteneğine denir. Kontrast duyarlılığı, gözün adaptasyon seviyesine ve gözlenen cisimlerin imgelerinin retina üzerindeki yerine bağlıdır. Maksimum kontrast duyarlılığına fotopik görmede ulaşılır ve bu durumda da en duyarlı bölge fovea ve civarındır.

Görme alanı parıltısı düştükçe kontrast duyarlılığı azalır ve maksimum, bakış doğrultusunun 10° - 20° yanına kayar. Artık görmeyi çomaklar üstlenmişlerdir ve bunların maksimum yoğunluğu da bu bölgededir [5], [12].



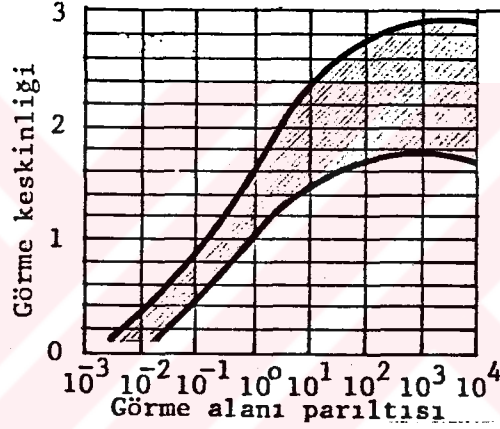
Şekil 1-4 Gözlenen cismin büyüklüğü parametre olmak üzere, kontrast duyarlılığı ile görme alanı parıltısı arasındaki ilişki

Kontrast duyarlılığı, görme alanı parıltısı dışında, gözlenen cismin büyüklüğüne de bağlıdır. Şekil 1-4, gözlenen cismin büyüklüğü parametre olmak üzere, kontrast duyarlılığı ile görme alanı parıltısı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Kontrast duyarlılığı, görme alanı parıltısı ile önce hızla artar, daha yüksek parıltılarda, burada artık kamaşma oluşur, tekrar düşmek üzere yaklaşık 100 ile 5000 cd/m^2 arasında bir optimum bölgeden geçer.

Görme alanı içindeki yüzeylerin ideal dağıtıcı yüzeyler oldukları, yani Lambert yasasına uydukları ve yansıtma katsayılarının ortalama 0,5 olduğu düşünülürse, en iyi görme bölgesi aydınlık düzeyi cinsinden 600 ile 30000 lx arasında kalır [14].

-Görme keskinliği

Görme keskinliği, gözün iki yakın komşu çizgiyi ayırık olarak farkedebilmesi yeteneğini tanımlar. Detay farkedebilen hücreler koniler olduğundan ve koniler de ağırlıklı olarak merkez çukurda bulunduklarından, görme keskinliğinin maksimum değerine sarı lekede, yani bakış doğrultusunda ulaşılır. Bakış doğrultusunun etrafında görme keskinliği hızla düşer, $10''$ lik bir açısal uzaklıkta dahi, sarı lekedeki maksimum değerin yaklaşık dörtte birine iner.



Şekil 1-5 Optimum görme koşullarında, görme keskinliğinin görme alanı parıltısı ile ilişkisi

Görme keskinliği de, kontrast duyarlılığı gibi görme alanı parıltısına bağlıdır. Şekil 1-5, optimum görme koşullarında, yani gözlenen cisim ile çevresi arasındaki kontrastın yeterli olması durumunda görme keskinliğinin görme alanı parıltısı ile ilişkisini göstermektedir. Taralı alan, normal görüşlü ve 50 yaşından büyük olmayan değişik gözleyicilerin cevap farklarından ortaya çıkmıştır. Optimum bölge burada da yaklaşık 100 cd/m^2 ' lik görme alanı parıltısı, yani normal refleksiyon koşullarında 600 lx' ün üzerinde bir aydınlık düzeyinde başlar [12].

-Farketme hızı

Farketme hızı günlük hayatta çok büyük bir öneme sahiptir. Hergün gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği yüksek hız olanakları ve gereksinimleri farketme hızının önemini yaşamsal boyutlara çıkarmıştır.

Görme duyumunun oluşması için geçen zamanın ölçülmesi henüz olanaksızdır. Fakat uyarımın oluştuğu andan buna karşı gösterilen bir tepkiye kadar geçen süre ölçülebilir. Buna tepki zamanı denir. Bu zamanın büyük bir kısmının görme olayının ilk ve son aşamalarında, yani uyarımın görme sinirlerine ulaşması ile beyine varıp görsel duyuma dönüşmesi sırasında, kullanıldığı tahmin edilmektedir. İlk aşamada kullanılan zaman, uyarımın şiddeti ile son aşamada kullanılan zaman ise uyarımın şekli ve kişinin o andaki konsantrasyonu ile değişebilir. Farketme hızını yükseltmek için alınacak önlem görme alanı parıltısını yüksek ve gözlenen cisim ile çevresi arasındaki kontrastı büyük tutmaktır. Farketme hızı, reaksiyon zamanını etkilediğinden çalışma emniyeti bakımından büyük önem taşır [2].

1.4. GÖRSEL KONFOR

İyi bir aydınlatma sadece çalışma düzlemi üzerinde yeterli aydınlık düzeyinin sağlanması demek değildir. Aynı zamanda ışığın, görsel konforsuzluğun her türlü önlenecik şekilde oda içinde dağıtılmasını da gerektirir.

Görsel konforu etkileyen üç temel etken, aydınlık seviyesi, parıltı ve renktir. Gözün en konforlu çalışması, dikkatin üzerinde yoğunlaştırıldığı objenin çevreye göre daha aydınlık olması ile sağlanır. Görme bölgesi içindeki çevrelerine göre daha aydınlık başka yüzeyler dikkatin dağılmasına sebep olurlar, eğer bu yüzeyler çevrelerine göre çok parlak iseler, bu, konforsuzluk kamaşmasına, hatta bazan yetersizlik kamaşması oluşturarak görme yeteneğinde büyük düşüşlere neden olur.

Gerekli önlemler alınmadan çalıştırılan floresan lambalarda söz konusu olabileceği gibi fliker olayı mevcutsa, bu da dikkat dağılmasına ve sinir bozukluğuna sebep olur.

Görme alanı içerisindeki fazla renkli yüzeyler de dikkati kendi üzerilerine çekerler.

Görsel konforu sağlayabilmek için aydınlatma tasarımının bütün bunlar göz önünde bulundurularak yapılması gerekir [15], [16].

1.5. IŞIK GÖZ İLİŞKİSİ VE EKONOMİKLİK AÇISINDAN İÇİNDE ÇALIŞILAN HACİMLERDE SAĞLANMASI GEREKEN AYDINLIK DÜZEYLERİ

Çalışılan hacimlerde gerekli olan aydınlık düzeylerinin belirlenmesinde göz önüne alınması gereken üç temel unsur, insanın ışığa olan fizyolojik gereksinimi, görme yeteneği ve görsel konforun sağlanması, yukarıda kısaca anlatılmıştır. Çok önemli diğer bir etmen ise kurulan aydınlatma sisteminin yapım ve işletim açısından ekonomikliğidir.

Aydınlık düzeyleri, ilk iki temel etmenin optimum oldukları bölge içinde seçildikten sonra, görsel konfor ve ekonomiklik açısından da optimize edilmelidirler. Ekonomiklik, aydınlatma tasarımında iki yönlü bir optimizasyon etmeni olarak gözükmektedir. Aydınlık düzeyinin artması, sistemin ekonomikliğini hem yapım maliyeti açısından hem de işletim giderleri açısından negatif yönde etkiler, ancak aydınlık düzeyinin artması ile birlikte söz konusu hacim içinde çalışan insanların verimleri yükseleceğinden ve iş kazaları azalacağından, bir yandan da sistemin ekonomikliğini pozitif yönde etkiler.

Bütün bu etmenler göz önünde bulundurularak belirlenmiş olan ve hangi işler için hangi aydınlık düzeylerinin seçilmesi gerektiğini gösteren tablolar her ülkede yetkili kuruluşlar tarafından düzenlenir. Bu düzenlemeler, ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, ortak bir özellikleri vardır : ışığın insan için olan önemi zaman içinde daha iyi anlaşıldıkça, bu düzenlemelerdeki değerler de artmaktadırlar [17], [18], [19].

2.BÖLÜM

DOĞAL IŞIK

Bu çalışmanın kapsamı içine giren gündüz çalışılan hacimlerde, yüksek aydınlık düzeyi değerlerini sağlayabilmenin ekonomik yolu doğal ışıktan faydalanmaktadır. Doğal ışığın da hem kuruluş hem işletim açısından karşılıksız olduğu söylenemez. Örneğin pencere maliyeti duvar maliyetinden yüksektir, ayrıca pencereler yazın fazla ısımaya, kışın ise fazla ısı kaybına neden olurlar. Ancak, planlamada gerekli önlemler alındığı takdirde doğal ışıkla desteklenen bir aydınlatmanın, tamamen yapay ışıkla sağlanan aydınlatmalara göre daha ekonomik olacağı açıktır.

Doğal ışık, aydan aya, saaten saate nitelik, nicelik, renk, dolaysız ve yaygın ışık oranları açısından değişir. Bu değişim, doğal ışığa, yapay ışığın yoksun olduğu bir canlılık verir, cisimlerin renklerini, görüntülerini ve görünen detay miktarlarını değiştirir. Dikkatin yoğunlaştığı ve aydınlık düzeylerinin değişmemesi gereken bölgeler dışında, bu doğal değişim hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan hem yararlıdır hem gereklidir [2], [11].

2.1. DOĞAL IŞIK KAYNAKLARI

Aydınlatma açısından anlamlı tek doğal ışık kaynağı güneştir. Güneş ışınımının bir kısmı, atmosfer içine girdikten sonra yer yüzüne ulaşmaya kadar, miktarı geçtiği hava kütesine bağlı olarak, atmosferi oluşturan bileşenlerden ozon ve su buharı tarafından belirli dalga uzunluklarında seçilmeli olarak yutulur ve hava içerisindeki moleküller, toz ve gene su buharı tarafından saçılır. Işınımın bu yutulan ve saçılan kısmı, yalnız görünür

spektrum göz önüne alındığı takdirde, gök ışığını oluşturur [20], [21], [22], [23].

Buna göre, güneşin sağladığı ışık, dolaysız güneş ışığı ve gök ışığı olarak iki bölümde incelenebilir.

2.1.1. DOLAYSIZ GÜNEŞ IŞIĞI

Dolaysız güneş ışığından kaynaklanan aydınlık düzeyi dünya üzerinde her noktada mevsim, saat ve mevcut atmosferik koşullarla değişir. Atmosferik yutma aydınlık düzeyinin belirlenmesinde önemli bir etkidir ve meteorolojik koşullara ek olarak güneş ışımının katetmesi gereken ve güneşin yükseklik açısıyla belirlenen uzaklıkla değişir.

Güneşin yükseklik açısı herhangi bir yer ve zaman için aşağıdaki formül kullanılarak tam olarak hesaplanabilir.

$$\sin\gamma = \sin\lambda \sin\delta + \cos\lambda \cos\delta \cosh \quad (2.1)$$

Burada,

γ : yerel güneş yükseklik açısı,

δ : güneşin sapma (deklınasyon) açısı,

λ : yerel enlem derecesi,

h : zaman açısıdır.

Sapma açısı,

N : yılın günü (1 Ocak : 1. gün) olmak üzere

$$\delta = 23,45^\circ \sin\left(360 \frac{N + 284}{365}\right) \quad (2.2)$$

ampirik Cooper formülü ile, ve zaman açısı

$$h = |12 - \text{yerel zaman}| \cdot 15^\circ \quad (2.3)$$

şeklinde hesaplanır [24], [25].

Dolaysız güneş ışığının engelsiz yatay bir düzlemde oluşturduğu aydınlık düzeyi, CIE güneş ışınımı spektral dağılımından yararlanılarak ($T = 2,75$ için)

$$E_g = 130 \sin\gamma \exp(-0,2/\sin\gamma) \quad [\text{klx}] \quad (2.4)$$

eşitliği ile hesaplanabilir. Burada,

γ : yerel güneş yükseklik açısı,

T : bulanıklık faktörüdür.

Linke'nin toplam bulanıklık faktörü

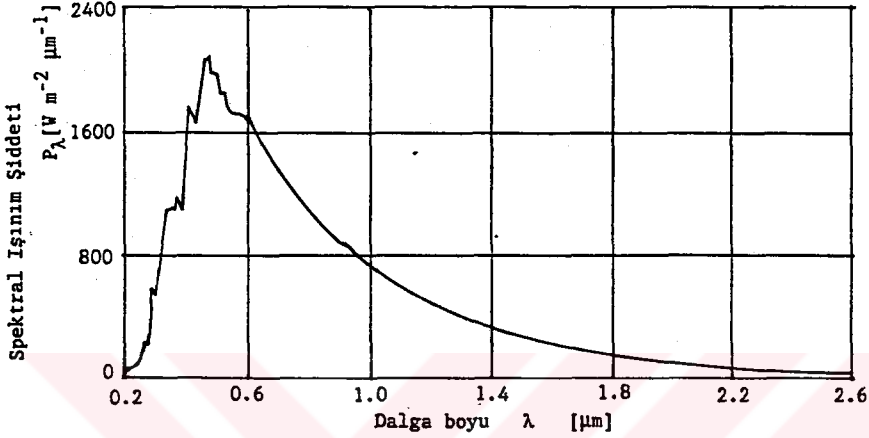
$$T = \left(\frac{g + 85}{39,5^{-w} + 47,4} + 0,1 \right) + (16+0,22w)\beta \quad (2.5)$$

denklemini ile belirlenir. Burada,

g : güneş ışınımının geliş açısı,

w : atmosferin ortalama nemliliği,

β : bulanıklılık katsayısıdır [21].



Şekil 2-1 Thekaekara'nın atmosfer üstü güneş ışınımının spektral dağılımı

Kittler, güneş ışınımına dik bir düzlemdeki aydınlık düzeyi hesabı için

$$E_{SN} = \frac{E_0}{1 - f \cos \theta} \quad (2.6)$$

eşitliğini önermektedir. Burada,

$f = (1 - p)/p$ (p : atmosferik geçirgenlik), ve

E_0 : atmosfer üstü aydınlık düzeyidir.

$$E_0 = K \int_{380nm}^{780nm} V_{\lambda} P_{\lambda} d\lambda \quad [lx] \quad (2.7)$$

eşitliği ile belirlenir.

K : ışınımın $V_{555} = 1$ için ışıksal etkinliği (680 lm/W),

V_{λ} : λ dalga uzunluğundaki ışınımın bağıl görülebilme faktörü,

P_{λ} : λ dalga uzunluğunda mutlak ışınım şiddetidir (görünür spektrum için $[W/m^2 nm]$) [20].

P_{λ} değerleri, CIE ve diğer uluslararası örgütlerce kabul edilmiş olan Thekaekara' nın atmosfer üstü güneş ışınımının spektral

dağılımı (Şekil 2-1) temel alınarak hesaplamaya katılmış, yapılan hesaplama sonunda $E_0 = 126831 \text{ lm/m}^2$ olarak elde edilmiştir.

Bulanıklık faktörü küçük olmak koşuluyla, Kittler yatay düzlemde oluşan aydınlık düzeyinin hesaplanması için

$$E_S = 125 \frac{\sin \gamma}{1 + 0,45 \cos \gamma} \quad [\text{klx}] \quad (2.8)$$

eşitliğini, ve Chroscicki

$$E_S = 96 \frac{\sin \gamma}{1 + 0,2 \cos \gamma} \quad [\text{klx}] \quad (2.9)$$

eşitliğini önermektedir.

Krochmann ise, herhangi bir konumdaki yüzey üzerinde oluşan aydınlık düzeyinin hesabı için aşağıdaki eşitliği önermektedir.

$$E_S(\gamma, \epsilon, \Delta\beta) = E_S (\cos \epsilon + \tan^{-1} \gamma \sin \epsilon \cos \Delta\beta) \quad (2.10)$$

Burada,

γ : yerel güneş yükseklik açısı,

E_S : yatay düzlemdeki aydınlık düzeyi,

$\epsilon, \Delta\beta$: düzlemin normalini belirleyen açılardır [26].

2.1.2. GÖK IŞIĞI

Güneş ışığının atmosferde yaygın duruma geçmesi sonucu gök ışığı oluşur. Hacim içinde aydınlatma hesabı yaparken dolaysız güneş ışığı, yüksek değerler vermesine rağmen, her zaman mevcut değildir. Pencerelemin konumuna, mevsime, saate ve hava koşullarına göre ancak belirli zaman dilimlerinde dolaysız güneş ışığı vardır. Buna karşılık gök ışığı gündüz vakti, pencereler tamamen engelli değilse, iç aydınlatma hesaplarında daima var kabul edilebilir. Hatta dış aydınlatma hesaplarında bile, sadece gök ışığını kullanmamızı gerektirecek, göğün tamamen bulutlarla kaplı olması gibi özel durumlarla da karşılaşabiliriz.

Gök ışığını tasarım sırasında hesaplarımızda kullanabilmemiz için göğün parıltılı dağılımını bilmemiz gerekir. Göğün parıltılı dağılımı çok değişken birçok parametreye bağlı olduğundan yapılan deneylerin sonuçlarına dayanılarak bunun standardizasyonuna gidilmiştir. Mühendislik uygulamalarında tekdüze, kapalı ve açık gök modeli olmak üzere üç standart gök modeli kullanılmaktadır.

2.1.2.1. TEKDÜZE GÖK MODELİ

Bu gök tipinde göğün parıltısı sabit kabul edilmektedir.

$$L = L_0 = \text{sabit} \quad (2.11)$$

Tekdüze gök tipi, kurak ve güneşli iklim bölgelerinde, güneşin yakın çevresi dışında kalan mavi gök parçası için büyük bir yaklaşıklıkla doğru kabul edilebilir, ve hesaplarda önemli kolaylıklar sağlar [20].

2.1.2.2. KAPALI GÖK MODELİ

Kapalı gök modeli göğün bulutlarla tamamen kapalı olması durumunda geçerlidir. Bu gök tipindeki parıltı dağılımını Moon ve Spencer 1942 senesinde, daha önceki ölçüm sonuçlarından da yararlanarak

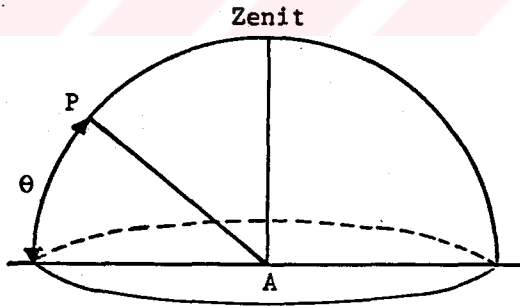
$$L = L_Z \frac{1 + 2\sin\theta}{3} \quad (2.12)$$

şeklinde formüle etmişler ve bu bağıntı 1955 CIE Zürih toplantısında kapalı gök parıltı dağılımı formülü olarak standartlaştırılmıştır. Burada,

L : gözlenen gök parçasının parıltısı,

L_Z : zenit parıltısı,

θ : gözlenen gök parçasının yükseklik açısıdır (Şekil 2-2).



Şekil 2-2 Gözlenen gök parçası (P)

Formülden de görüldüğü gibi bu gök tipinde parıltı dağılımı döneel simetriktir ve sadece yükseklik açısıyla değişmektedir. Maksimum parıltı zenittedir, ufuk doğrultusunda minimum değerine, zenitteki değerin üçte birine düşmektedir.

Yapılan ölçmeler kapalı gök durumunda göğün parıltısının yerin yansıtma katsayısına bağlı olduğunu göstermiştir, ve bu

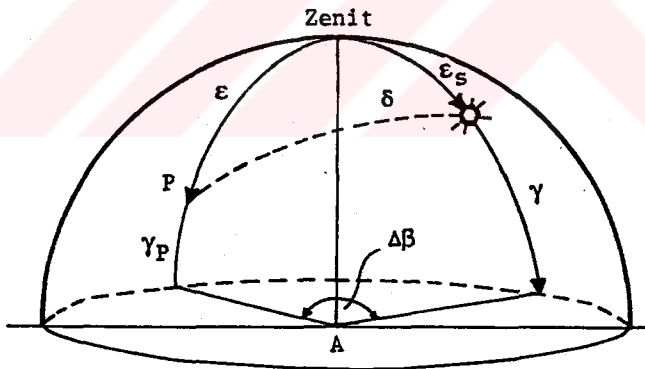
bağımlılığı da içeren bazı formül önerileri yapılmıştır [27]. Ancak bu çalışmada CIE' nin standart kapalı gök formülü kullanılacaktır.

Özellikle yeryüzünün ılıman iklim kuşakları içinde yer alan ülkelerde minimum tasarım koşullarının belirlenmesi açısından bu gök tipi geniş bir geçerlilik alanı bulmuştur [20].

2.1.2.3. AÇIK GÖK MODELİ

Açık gökteki parıltı dağılımının formülü ilk defa Kittler tarafından ortaya atılmış ve 1973 senesinde bu formül, CIE tarafından açık gök modeli standardı olarak kabul edilmiştir. Bu modelde parıltı dağılımı güneşin gök kubbedeki yeri ile değişir, ancak güneş öğle meridyenine göre daima simetriktir.

Açık gök modelinde bağıl parıltı dağılımı, herhangi bir gök parçasının parıltısının (L) zenit parıltısına (L_Z) oranı olarak tanımlanır. Gözlenen P gök parçasının yeri, zenitten olan açısal uzaklığı (ϵ), güneş meridyeninin azimut açısı (β_S) ile kendi meridyeninin azimut açısının (β) farkı ($\Delta\beta = \beta - \beta_S$) yardımıyla belirlenir (Şekil 2-3).



Şekil 2-3 Açık gök modeline ait koordinatlar

Açık göğün parıltı dağılımını veren formül

$$\frac{L}{L_Z} = \frac{(1 - e^{-0,32 \sec \epsilon})(0,91 + 10e^{-3\delta} + 0,45 \cos^2 \delta)}{0,27385 (0,91 + 10e^{-3\epsilon_s} + 0,45 \cos^2 \epsilon_s)} \quad (2.13)$$

şeklindedir. Burada, bulanıklık faktörü $T < 5$ olmak üzere,

ϵ_s : güneş ile zenit arasındaki açısal uzaklık,

δ : güneş ile gözlenen P gök parçası arasındaki açısal uzaklıktır. δ ' nın değerini bulmak için

$$\delta = \arccos(\cos \epsilon_s \cos \epsilon - \sin \epsilon_s \sin \epsilon \cos \Delta \beta) \quad (2.14)$$

denklemini kullanılabılır [20], [28], [29], [30].

2.1.3. BİNALARIN DOĞAL IŞIK KAYNAKLARI : PENCERELER

Aydınlatma olayını bina ölçüsünde ele aldığımızda, binaya doğal ışığın girmesini sağlayan pencereleri, doğal ışık kaynakları olarak nitelendirebiliriz. Bu çalışmada, içinde aydınlatma tasarımı yapılan hacimlerin, konumları, şekilleri ve büyüklükleri ne olursa olsun, pencerelere sahip oldukları varsayılacaktır.

Pencereler yalnız ışık açısından değil, aynı zamanda ısı ve ses yönünden de geçirimsizlikleri fazla olan yüzeylerdir. Yani gün boyunca doğal ışıktan yararlanırken, bozucu etki olarak mevsime bağlı olmaksızın gürültüyü, mevsimlere bağlı olarak da kışın dışarıdaki soğuğu, yazın dışarıdaki sıcaklığı içeri alırız. Pencerelerin geçirimsizlikleri tek yönlü olmadığından, kışın içeride ısıtılan havayı ve yazın eğer klima cihazı kullanılıyorsa soğutulan havayı dışarıya veririz. İçeriden dışarıya çıkan gürültü, içerideki gürültü seviyesi genellikle dışarıya göre yüksek olmadığından önemli değildir.

Pencere yüzeyi üzerinden oluşan bu ısı alışverişinin önüne geçmek amacıyla ısı geçirimsizliği düşük olan camlar imal edilmiştir. Bu camlar ısı geçirimsizliği yansıtma veya yutma yoluyla azaltılır, fakat bunların ışık geçirimsizlikleri de normal pencere camlarına göre daha azdır (%75-%12) ve geçen ışığın rengi değişmektedir. Ayrıca renkli camlar iç yüzeylerinde yansımalar neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar, güneş radyasyonunu yutan camların kullanıcılar tarafından kolayca kabullenildiklerini, fakat ışık geçirgenlik katsayısı %15 civarında olan yansıtan camlarda karanlıktan şikayetler olduğunu göstermiştir.

Pencereler ayrıca bina içindeki kimselerin dış dünya ile ilişkilerini sağlar. Bürolarda yapılan araştırmalarda, bir pencerenin sağlanması gereken görünümün iyilik kriterleri aşağıdaki şekilde saptanmışlardır:

-Alınabilen görsel bilgi miktarının maksimum olması, görünümün akıl karıştırıcı veya sıkıcı olmadan ilgi çekici olması gerekir.

-İyi bir görünümün, gök, ufuk (uzak cisimler) ve yer (yakın cisimler) hakkında bilgi içermesi gerekir.

-Görünümde, şehir içi manzaraları ve binalar yerine doğal şekiller tercih edilmektedir.

-Görünümün içinde hareket, devam eden bir ilgi oluşturur. Ön planda hareket rahatsız edicidir.

Bu kriterlere göre, pencere yüzeyi ne kadar büyürse görünüm o kadar iyi olacaktır. Ancak, pencere yüzeyinin dışarıyla olan ısı etkileşimi ve pencereden kaynaklanan kamaşma, pencere yüzeyinin büyütülmesini engelleyen etkenlerdir. Bu etmenler göz önüne alınarak bürolarda yapılan araştırmalar, pencerelerin, eğer görünüm iyi ise, bulundukları duvarın %20-30 u dolayında bir bölümünü kaplamaları gerektiğini göstermişlerdir [31], [32].

Pencere yüzeyi üzerinden gök ışığından kaynaklanan kamaşma pencere boyutları ve pencereden görülen göğün parıltısı ile doğru, hacim içerisindeki aydınlık düzeyi ile ters orantılıdır. Kamaşmanın önüne geçebilmek için alınabilecek önlemler şunlardır:

-Hem yatay hem düşey düzlemlerde, özellikle pencerenin bulunduğu duvarda, aydınlık düzeylerini pencere parıltısı düzeyine yükseltmek gerekir, ancak bu aydınlık düzeyi değerleri yüksek olacaklarından bunu gerçekleştirmek hem teknik açıdan zor, hem kullanılan enerji miktarı açısından anlamsızdır. Alınabilecek tek önlem, oda içerisindeki duvarların ışık yansıtma katsayılarını yüksek seçmektir (minimumda: tavan %70, duvarlar %50, zemin %10).

-Perde, jaluzi gibi aksesuarlarla önlem alınmamış veya alınamıyor ise eylem alanlarının, odayı kullananların görüş alanları içerisinde pencere kalmayacak şekilde düzenlenmesi gerekir.

Bu ikinci ve basit önlem alınmış ve yetersizlik kamaşmasının önüne geçilmiş olsa dahi, doğal aydınlatmanın yapay aydınlatma ile desteklenmesi sırasında yapay aydınlatma tarafından hacim içerisinde sağlanması gereken aydınlık düzeyleri, gece aydınlatmasına göre daha yüksektir. Bunun nedeni, doğal aydınlatmanın sağladığı yüksek aydınlık düzeyi değerlerinin gözün adaptasyon seviyesini yükseltmesidir.

Sonuçta, pencerelerin yalıtılmasının bina maliyetine getireceği ek yük, pencerelerin dışarıyla yaptıkları ısı alış veriş sonucunda oluşacak ısıtma ve soğutma giderleri ve doğal ışığın kullanılması ile sağlanacak aydınlatma enerjisi artırımı birlikte göz önüne alınarak, pencere konumlarının ve boyutlarının optimize edilmesi gerekir. Doç. Dr. Mehmet Küçükdoğu ısı ve doğal ışık açısından pencere tasarımını incelemiştir [15], [33]. Bu çalışmada, göz önüne alınan hacimlerde pencerelerin var oldukları düşünülecektir.

2.2. DOĞAL IŞIK HESAP YÖNTEMLERİ

Pencerelerden bina içerisine giren doğal ışığı değerlendirmede, tüm aydınlatma hesaplamalarında olduğu gibi, ışık akısı ve noktasal hesap yöntemi olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.

2.2.1 IŞIK AKISI YÖNTEMİ

Işık akısı yönteminde, pencere üzerinde güneş, gök ve yerden yansıyan ışığın oluşturduğu toplam aydınlık düzeyi hesaplanmakta ve daha sonra, hazırlanan tabloların yardımı ile çalışma düzlemi üzerindeki minimum, ortalama ve maksimum aydınlık düzeyi hesaplanmaktadır [20].

Bu yöntem aydınlatma tasarımında vasat sonuçlar vermekte ve aydınlatma enerjisi kayıplarına neden olmaktadır. Senelerden beri kullanılan bu yöntem, enerji artırımının önem kazanması, görme olayının daha iyi anlaşılması ve aydınlatma hesaplarında bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile gittikçe yetersiz hale gelmiştir. Ayrıca ışık akısı yöntemi, aydınlatma enerjisi açısından ekonomik bir tasarımda gerekli olan iki önemli etmeni içermemektedir.

-Geri kalan bölgelerde aydınlık düzeyi düşürülerek ışığın gerekli yerlerde yoğunlaştırılması gerekir, aksi takdirde enerji israfı olur.

-Işık akısı yöntemi tasarımcıya, yaptığı aydınlatmanın etkinliğini, mevcut ışık şiddetlerini optimize ederek, arttırmak şansını vermez [34].

Ancak yine de çok kullanılan bu yöntem üzerinde birçok çalışma yapılmıştır [35], [36], [37], [38], [39].

2.2.2. NOKTASAL HESAP YÖNTEMİ

Aydınlık düzeyinin saptanmasında diğer bir yöntem de noktasal hesap yöntemidir. Bu yöntemde ışık akısı yöntemindeki sakıncalar yoktur ancak, daha uzun ve uğraştırıcı bir yöntemdir. Noktasal hesap yöntemi, isminden de anlaşıldığı gibi aydınlatma tasarımı yapılan hacimde istenilen belirli noktalarda aydınlık düzeyinin hesaplandığı bir yöntemdir. Bu noktalar genellikle, odanın duvarlarına paralel olarak belirli aralıklarla çizildiği kabul edilen çizgilerin kesişme noktaları olarak belirlenirler. Noktasal hesap yöntemi, doğal aydınlatma hesabında kullanıldığında güneş, gök ve yansımış ışık için hesapların ayrı ayrı yapılıp, sonra toplanmaları gerekir. Ancak aydınlatma enerjisi açısından bir artırıma gidilmesi isteniyorsa, hacim içerisindeki ışık dağılımının belirlenmesini sağlayan bu yöntemden vazgeçilmemelidir.

3. BÖLÜM

BİNA TASARIMI AŞAMASINDA HACİM İÇİNDEKİ DOĞAL IŞIK DAĞILIMININ YENİ BİR FAKTÖR OLAN E/LZ KULLANILARAK BELİRLENMESİ İÇİN ÖNERİLEN BİR MODEL

Bu çalışmada, ılıman iklim kuşağında bulunan ülkemizde minimum tasar koşullarını verdiğiinden, kapalı gök tipi ve en çok rastlanan pencere ve hacim şekli olduğundan, düşey dikdörtgen pencere ve dikdörtgen hacimler kullanılmıştır. Yöntem olarak da aydınlatma enerjisi artırımı sağlamak amacıyla yapılan hesaplarda söz konusu olabilecek tek yöntem olan, noktasal hesap yöntemi seçilmiştir.

3.1. HACİM İÇİNDE AYDINLIK DÜZEYİNİ OLUŞTURAN BİLEŞENLER VE GÜNIŞİĞİ FAKTÖRÜ

Bir hacim içinde, kapalı gök modeli için doğal ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeyi değerlerini hesaplarken, herhangi bir gözleme noktasındaki aydınlık düzeyi değerini bulabilmek için aşağıdaki üç ayrı bileşenin hesaplanıp toplanması gerekir.

-Gök ışığından kaynaklanan aydınlık düzeyi değeri :
Hacim içindeki gözleme noktasından görülen ve parıltı dağılımı bilinen gök parçasının o gözleme noktası üzerinde dolaysız olarak oluşturduğu aydınlık düzeyidir.

-Dışarıdan yansıyan ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeyi değeri :
Aynı hacim içindeki aynı gözleme noktasında, parıltı dağılımı bilinen gökten, dış engellerde yansdıktan sonra ulaşan dolaylı gün ışığının oluşturduğu aydınlık düzeyidir.

-İçeride yansıyan ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeyi değeri :

Aynı hacim içindeki aynı gözleme noktasında, o hacimin yüzeylerinden yansıyarak gelen dolaylı gün ışığının yarattığı aydınlık düzeyidir.

Hacim dışındaki yansımalara neden olabilecek engeller, yer, binalar, ağaçlar gibi çok çeşitlilik gösterirken, hacim içerisinde, hesaplarda sadece duvarlar, tavan ve zeminde yansımaların olduğu kabul edilir.

1955 senesinde kapalı gök tanımının standartlaştırılmasından sonra hacim içersindeki aydınlık düzeylerini karakterize etmek için en çok kullanılan yöntem, E_i/E_d olarak tanımlanan gün ışığı faktörünün kullanılması olmuştur. Burada,

E_i : hacim içerisinde çalışma düzlemi üzerinde gözleme noktasındaki aydınlık düzeyi,

E_d : aynı anda, hacim dışında parıltı dağılımı belirli göğün engelsiz durumda yatay düzlem üzerinde oluşturduğu aydınlık düzeyidir.

Günüşığı faktörü % olarak tanımlanır ve yukarıda bahsedilen üç aydınlık düzeyi bileşeninin teker teker E_d ' ye bölünmelerinden oluşan üç bileşenden meydana gelir :

- Gök bileşeni
- Dış yansımış bileşen
- İç yansımış bileşen [20].

3.2. HACİM İÇİNDE GÜN IŞIĞI DAĞILIMINI BELİRLEMEK İÇİN

ÖNERİLEN YENİ BİR KATSAYI : E/LZ FAKTÖRÜ

Bu çalışmada, hacim içersindeki aydınlık düzeyleri

$$E/LZ = \% \frac{E_i}{L_z} \cdot 100 \quad (3.1)$$

şeklinde yeni bir katsayı tanımlanarak bulunmuşlardır. Burada,

E_i : hacim içerisinde herhangi bir düzlem üzerinde bir gözleme noktasındaki aydınlık düzeyi,

L_z : aynı andaki zenit parıltısıdır.

Günüşığı faktörü, içerideki aydınlık düzeyinin dışarıdaki aydınlık düzeyine oranını belirtir. Böylece dışarıdaki aydınlık düzeyine bağlı olarak yükselen gözün adaptasyon seviyesine göre

içerideki aydınlık düzeyinin yeterli olup olmadığı konusunda da bir fikir verir. Ancak, aydınlatma enerjisi artırımı söz konusu olduğunda, içerideki aydınlık düzeyini dışarıdaki aydınlık düzeyine göre belirlemenin anlamsız, ve bu durumda alınacak en basit ve en iyi önlemin hacim içerisinde çalışan kişileri, pencereler görme alanlarına girmeyecek şekilde yerleştirmek olduğundan bu çalışmada daha önce bahsedilmiştir.

Bu çalışmada özellikle sağladığı iki kolaylıktan ötürü E/LZ faktörü ortaya konmuştur. Bunlardan birincisi, formül kullanımında yarattığı kolaylıktır.

Gök ışığının yarattığı aydınlık düzeyinin hesaplanmasında kullanılan gök parıltısı tanımı, bütün kaynaklarda bağıl parıltı olarak, $L/L_z = f(\theta)$ şeklinde verilmektedir. Noktasal aydınlık düzeyi hesapları

$$E = \frac{I_\alpha \cos \alpha}{r^2} \quad (3.2)$$

formülüne göre yapıldığından,

$$I_\alpha = L \cdot S_{\text{gör}} \quad (3.3)$$

ve

$$\frac{L}{L_z} = f(\theta) \quad (3.4)$$

olduğundan, (3.4) denklemi (3.3) de yerine konup

$$I_\alpha = S_{\text{gör}} \cdot f(\theta) \cdot L_z \quad (3.5)$$

(3.5), (3.2) denklemine yerleştirilirse

$$E = \frac{S_{\text{gör}} \cdot f(\theta) \cdot L_z \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (3.6)$$

olur ve (3.6) denklemi

$$\frac{E}{L_z} = \frac{S_{\text{gör}} \cdot f(\theta) \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (3.7)$$

şeklinde ifade edilebilir. Görüldüğü gibi, E/LZ faktörü kullanıldığında bağıl parıltı formülünün sağ tarafı (3.6) denklemine parıltının yerine girmektedir. L_z ' i E' nin altına almakla, formüllerde bir değişiklik yapmaya gerek kalmamaktadır.

E/LZ faktörü kullanımının sağladığı ikinci kolaylık ise aşağıda anlatılmıştır. Günışığı faktöründeki E_d değeri engelsiz durumda ölçülmüş olması gereken bir aydınlık düzeyi değeridir. Oysa

bugün şehirlerde engelsiz aydınlık düzeyi ölçmesi yapılabilecek bir yer bulunması oldukça zordur. Buna karşılık E/LZ faktöründe aydınlık düzeyinin sayısal değerini bulmak için L_z 'nin, yani zenit parıltısının ölçülmesi gerekir, ve $L = E/\Omega$ olduğundan, ölçmeyi yapan aletin sadece tam tepesindeki gök parçasını görmesi yeterlidir.

Bir ölçme yapılması gerekmiyorsa, ve sayısal değerler, deney sonuçlarına dayanılarak çıkartılmış grafiklerden kabaca bulunacaklarsa, günışığı faktörü ve E/LZ faktörü aynı sabitin değişik çarpanlarla çarpılmasından elde edilen faktörler olduklarından, ana denklemler bulunduktan sonra, birinden diğerine geçmek her zaman olanaklıdır.

Hacim içerisinde herhangi bir noktadaki aydınlık düzeyini bulmak için E/LZ faktörü kullanıldığında

$$\% \frac{E_i}{L_z} \cdot 100 = \%a = \text{sabit} \quad (3.8)$$

değeri bilinmektedir. Kapalı gök modeli için

$$E_d = \frac{7}{9} \pi L_z \quad (3.9)$$

olduğundan, günışığı faktörü değerine geçilmek istenirse

$$\frac{E_i}{E_d} = \% \frac{9}{7\pi} a \quad (3.10)$$

değeri bulunur.

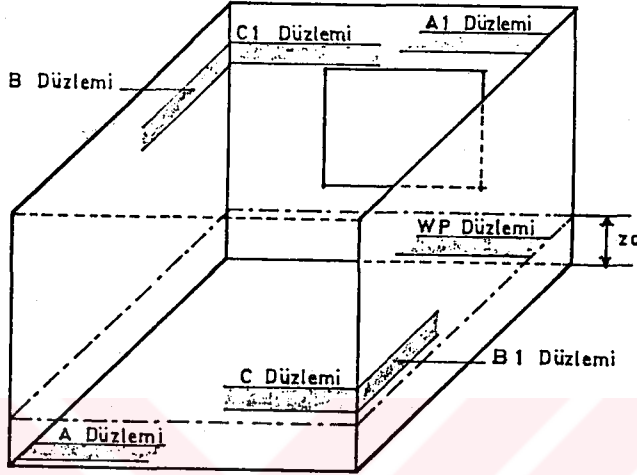
E/LZ faktörü de, günışığı faktörü gibi üç ayrı bileşenin ayrı ayrı hesaplanıp toplanması ile elde edilir. İstenildiğinde E/LZ faktöründen günışığı faktörüne geçişin kolaylaştırılması amacıyla, E/LZ faktörünün bu üç bileşenine, günışığı faktörünün gök bileşeni, dış yansımış bileşeni ve iç yansımış bileşenine benzer olarak

- E/LZ faktörünün gök bileşeni
 - E/LZ faktörünün dış yansımış bileşeni
 - E/LZ faktörünün iç yansımış bileşeni
- adları verilmiştir.

Bu bölümde, önce E/LZ faktörünün bileşenlerinin nasıl hesaplandıkları ayrı ayrı anlatılacak, sonra pencereleri düşey ve sadece bir duvarda olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir hacimde,

verileri söz konusu hacmin planından okunabilecek değerler olan bir FORTRAN programı yardımıyla istenilen düzlemlerde E/LZ faktörleri veya belirli bir zenit parıltısı altındaki aydınlık düzeyleri dağılımının belirlenmesi gösterilecektir.

E/LZ faktörünü hesaplamak için Şekil 3-1' deki gibi bir hacim göz önüne alalım.



Şekil 3-1 Örnek hacim

3.2.1. E/LZ FAKTÖRÜNÜN GÖK BİLEŞENİ

E/LZ faktörünün gök bileşeni kapalı gök tipi için, daha önce de belirtildiği gibi, engelsiz pencereden hacim içine giren dolaysız gök ışığından hesaplanır. Bu hesap, herhangi bir düzlem üzerinde belirli bir gözleme noktasında yapılabilir.

Çalışma düzlemi, Şekil 3-1' de WP düzlemidir. Bu düzlem, A düzlemine, zemine paralel olmak üzere herhangi istenilen bir yükseklikte seçilebilir. Formüller, genel olmaları amacı güdülerek, A düzlemi için verilecektir. Bu formüllerden çalışma düzlemi E/LZ faktörleri elde edilmek istendiğinde, a ve b değerlerinin, yani hesap yapılan düzlem ile pencere alt ve üst kenarları arasındaki uzaklıkların (Şekil 3-2), söz konusu çalışma düzlemine göre, zd çalışma düzleminin A düzleminin yüksekliği olmak üzere (Şekil 3-1)

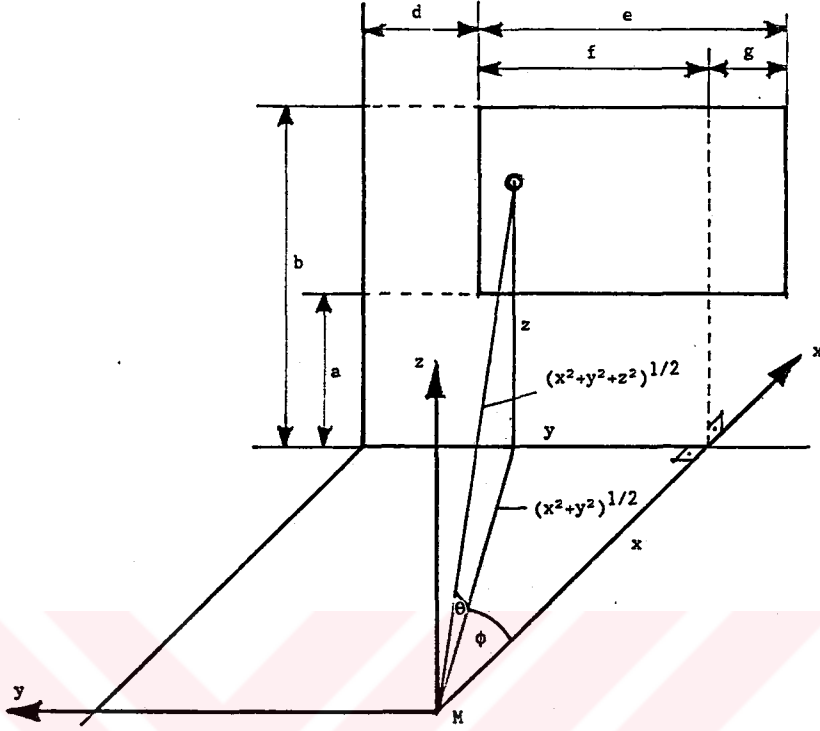
$$a_{WP} = a_A - zd \quad \text{ve} \quad b_{WP} = b_A - zd \quad (3.11)$$

şeklinde düzeltilmeleri gerekir. Burada,

a_{WP} : çalışma düzleminin pencere alt kenarından uzaklığı,

a_A : zeminin, A düzleminin pencere alt kenarından uzaklığı,

b_{WP} : çalışma düzleminin pencere üst kenarından uzaklığı,
 b_A : zeminin, A düzleminin pencere üst kenarından uzaklığıdır.



Şekil 3-2 A düzleminde E/LZ faktörünün hesabı için kullanılan kartezyen koordinatlar

Aşağıda bir nokta için bulunan E/LZ faktörü değerini bütün düzlem üzerinde belirli aralıklarla bulmak istediğimizde Şekil 3-3' deki gibi bir başka (x_1, y_1, z_1) koordinat sistemi seçip, g ve f değerlerini

$$g = d - y_1 \quad \text{ve} \quad f = g + e \quad (3.13)$$

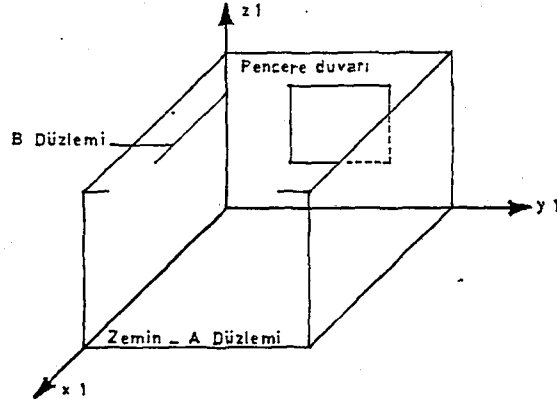
şeklinde değiştirebiliriz. (3.13) denklemlerinde gözüken y_1 değişkeni bu yeni koordinat sisteminden alınır. (3.12) denkleminde gözüken x değişkenlerinin yerlerine x_1 değişkenleri konur. Böylece x_1 ve y_1 belirli aralıklarla tarandığında istenilen bütün noktalarda $(E/LZ)_A$ değerleri bulunabilir.

E/LZ faktörünün A düzlemindeki gök bileşeni $(E/LZ)_A$, Şekil 3-2' de gösterilen kartezyen koordinatlar cinsinden

$$\begin{aligned}
(E/LZ)_A = \% \frac{100}{3} \{ & \left[\frac{2}{3} \operatorname{atg} \frac{b}{x} \frac{f}{(x^2+f^2+b^2)^{1/2}} - \right. \\
& - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+b^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+b^2)^{1/2}} - \\
& - \frac{2}{3} \frac{x.b}{(x^2+b^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+b^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
& - \left[\frac{2}{3} \operatorname{atg} \frac{a}{x} \frac{f}{(x^2+f^2+a^2)^{1/2}} - \right. \\
& - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+a^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+a^2)^{1/2}} - \\
& - \frac{2}{3} \frac{x.a}{(x^2+a^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+a^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
& - \left[\frac{2}{3} \operatorname{atg} \frac{b}{x} \frac{g}{(x^2+g^2+b^2)^{1/2}} - \right. \\
& - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+b^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+b^2)^{1/2}} - \\
& - \frac{2}{3} \frac{x.b}{(x^2+b^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+b^2)^{1/2}} \left. \right] + \\
& + \left[\frac{2}{3} \operatorname{atg} \frac{a}{x} \frac{g}{(x^2+g^2+a^2)^{1/2}} - \right. \\
& - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+a^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+a^2)^{1/2}} - \\
& - \frac{2}{3} \frac{x.a}{(x^2+a^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+a^2)^{1/2}} \left. \right] \} \quad (3.12)
\end{aligned}$$

olarak bulunur (E/LZ faktörünün A düzlemindeki gök bileşeninin hesaplanması Ek A' da verilmiştir).

E/LZ faktörünün gök bileşeninin B, B1 ve C düzlemlerindeki dağılımı, iç yansıma bileşeninin hesabında gereklidir. Ayrıca oda duvarlarındaki parıltı dağılımının bilinmesi aydınlatma tasarımı açısından yararlıdır.



Şekil 3-3 Tarama aralığı uygulamasında kullanılan eksen takımı

B düzlemindeki bir gözleme noktasında E/LZ faktörünün gök bileşeni $(E/LZ)_B$, Şekil 3-4' de gösterilen kartezyen koordinatlar cinsinden

$$\begin{aligned}
 (E/LZ)_B = \% \frac{100}{3} \{ & \left[\frac{2}{3} \frac{x}{(x^2+f^2+bb^2)^{1/2}} - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+f^2)^{1/2}} \right] - \\
 & - \left[\frac{2}{3} \frac{x}{(x^2+g^2+bb^2)^{1/2}} - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+g^2)^{1/2}} \right] - \\
 & - \left[\frac{2}{3} \frac{x}{(x^2+f^2+ab^2)^{1/2}} - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+f^2)^{1/2}} \right] + \\
 & + \left[\frac{2}{3} \frac{x}{(x^2+g^2+ab^2)^{1/2}} - \frac{1}{2} \frac{x}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+g^2)^{1/2}} \right] \}
 \end{aligned}
 \quad (3.14)$$

olarak bulunur (B düzleminde E/LZ faktörünün gök bileşeninin hesaplanması EK B' de verilmiştir).

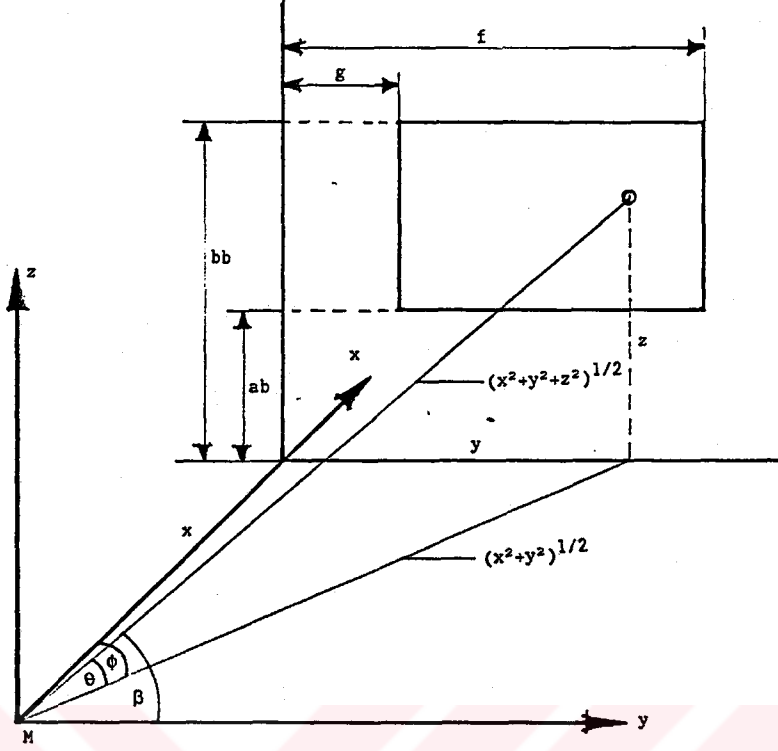
Buradan Şekil 3-3' deki koordinat sistemine geçilirse, (3.13) denklemlerine ek olarak

$$bb = b - z_1$$

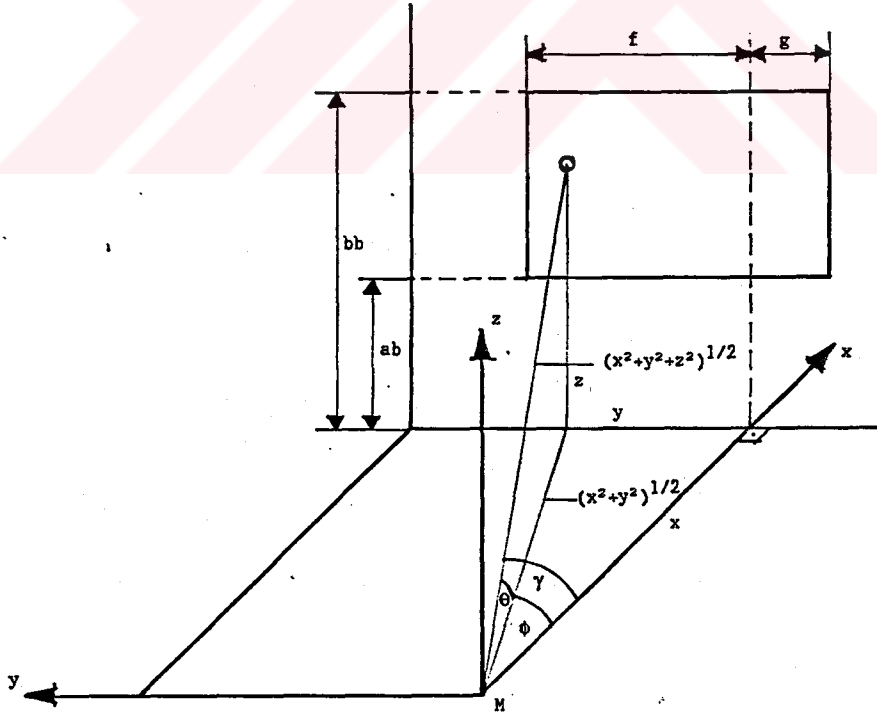
$$ab = a - z_1 \quad , \quad z_1 < a \quad \text{veya} \quad (3.15)$$

$$ab = 0 \quad - \quad , \quad z_1 \geq a$$

yazmak gerekir.



Şekil 3-4 B düzleminde E/LZ faktörünün hesabı için kullanılan kartezyen koodinatlar



Şekil 3-5 C düzleminde E/LZ faktörünün hesabı için kullanılan kartezyen koordinatlar

B1 düzlemi için, yönlere dikkat etmek koşuluyla, (3.14) denklemi olduğu gibi geçerlidir.

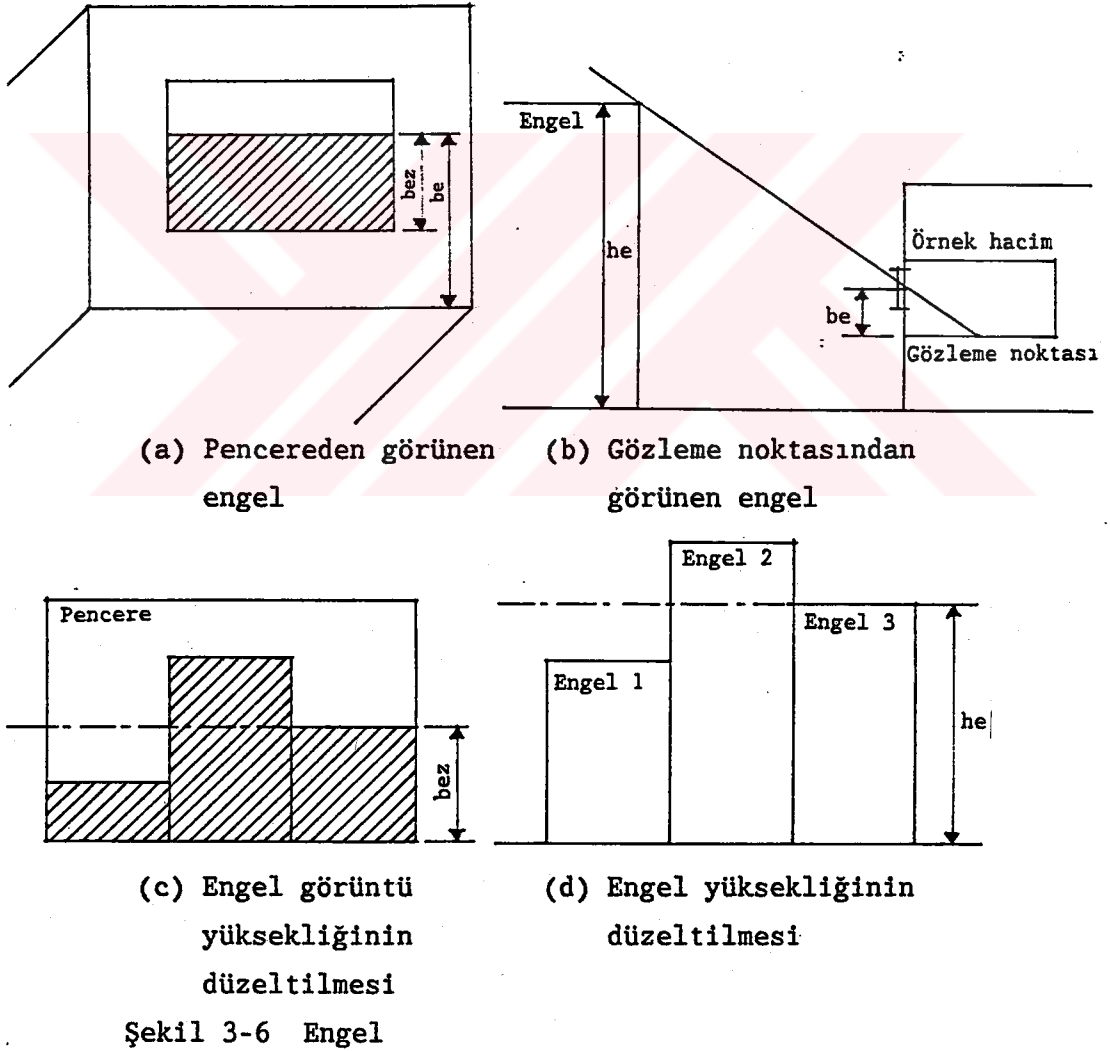
C düzleminde Şekil 3-5' deki kartezyen koodinatlar cinsinden E/LZ faktörünün gök bileşeni

$$\begin{aligned}
 (E/LZ)_C = \% \frac{100}{3} \{ & \left[\frac{1}{2} \frac{bb}{(x^2+bb^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+bb^2)^{1/2}} + \right. \\
 & + \frac{1}{2} \frac{f}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+f^2)^{1/2}} - \\
 & - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+bb^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+bb^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
 & - \left[\frac{1}{2} \frac{ab}{(x^2+ab^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+ab^2)^{1/2}} + \right. \\
 & + \frac{1}{2} \frac{f}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+f^2)^{1/2}} - \\
 & - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+ab^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+ab^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
 & - \left[\frac{1}{2} \frac{bb}{(x^2+bb^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+bb^2)^{1/2}} + \right. \\
 & + \frac{1}{2} \frac{g}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+g^2)^{1/2}} - \\
 & - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+bb^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+bb^2)^{1/2}} \left. \right] + \\
 & + \left[\frac{1}{2} \frac{ab}{(x^2+ab^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+ab^2)^{1/2}} + \right. \\
 & + \frac{1}{2} \frac{g}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+g^2)^{1/2}} - \\
 & - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+ab^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+ab^2)^{1/2}} \left. \right] \} \quad (3.16)
 \end{aligned}$$

şeklinde bulunur. Burada da Şekil 3-3' deki koordinat sistemine geçilince (3.13) ve (3.15) denklemleri geçerlidir (C düzleminde E/LZ faktörünün gök bileşeninin hesaplanması EK C' de verilmiştir).

3.2.2. E/LZ FAKTÖRÜNÜN DIŞ YANSIMIŞ BİLEŞENİ

Bugün şehirlerde artan bina yükseklikleri nedeni ile tamamen engelsiz görüş alanı olan pencerelere sahip hacimler bulmak zorlaşmıştır. Hacim içerisine giren ışığın bazen tümü bu engellerden yansdıktan sonra gelmektedir. Tam doğru bir hesap yapabilmek için, önce engeller üzerinde oluşan düşey veya yatay aydınlık düzeylerinin hesaplanması, sonra bu yüzeylerin yansıtma katsayıları da hesaba katılarak söz konusu gözleme noktasına gelen ışığın yarattığı aydınlık düzeyi bulunmalıdır. Ancak karşılaşılan engellerin yansıtma faktörleri, boyutları, gözleme noktasına ve birbirlerine olan uzaklıklarının çeşitliliği düşünülecek olursa, bu yöntemin zorluğu anlaşılabilir.



Uygulamada kullanılan yöntem, gözleme noktasındaki aydınlık düzeyinin hesabında, engellerin, kapattıkları gök parçasının parıltı

etkisinin 1/10'u kadar bir ağırlıkla hesaba katılmalarıdır. Bu çalışmada da E/LZ faktörünün dış yansımış bileşeni bulunurken bu yöntem kullanılmış, ayrıca şehir içinde karşılaşılan engellerin çoğunlukla sokağın öteki tarafındaki binalar dizisi olduğu düşünülerek, hazırlanan bilgisayar programında engelin, gözleme noktasının içerisinde bulunduğu binaya paralel, sonsuz bir engel olduğu varsayılmıştır. Şekil 3-6 a ve b de burada varsayılan engelin genel şekli gösterilmiştir. Eğer pencereden görülen engeller, Şekil 3-6 c'de gösterilen şekilde iseler, Şekil 3-6 c ve d'deki gibi engel yüksekliği olarak ortalama bir yüksekliğin alınması gerekir.

3.2.3. E/LZ FAKTÖRÜNÜN İÇ YANSIMIŞ BİLEŞENİ

Hacim içerisindeki aydınlık düzeyi hesaplarında en büyük değerleri dolaysız gök ışığı verir. Dış engellerden yansıyarak gelen ışığın etkisinin bunun onda biri olarak kabul edildiği daha önce belirtilmişti. Gök ışığı hacim içerisine girince dolaysız olarak sadece Şekil 3-1' de belirtilen A, B, B1 ve C düzlemlerine düşer. Diğer düzlemler gökten dolaysız ışık almazlar, buralarda oluşan aydınlık düzeyleri kısmen yerden ve dış engellerden yansıyarak gelen ışıktan, kısmen de hacim içerisinde yansıyan ışıktan kaynaklanır.

Yansımalar hesaplanırken, duvarların Lambert yasasına uygun davrandıkları kabul edilir ve parıltıları $L = \rho E/\pi$ formülü ile verilir. Işığın, bir düzlemin herhangi bir noktasından diğer bir düzleme yansdıktan sonra meydana getireceği aydınlık düzeyini veren formül

$$E_2 = \frac{\rho E_1}{\pi} \frac{1}{r^2} \cos \alpha dS_{\text{gör}} \quad (3.17)$$

dir. Burada,

E_1 : ışığın yansdığı duvar üzerinde göz önüne alınan bir noktadaki aydınlık düzeyi,

E_2 : gözleme noktasındaki aydınlık düzeyi,

ρ : ışığın yansdığı duvarın yansıtma faktörü,

$dS_{\text{gör}}$: ışığın yansdığı noktanın içinde bulunduğu alanın, gözleme noktasından görünen alanı,

r : yansımanın olduğu nokta ile gözleme noktası arasındaki uzaklık,

α : gözleme noktasının üzerinde bulunduğu düzlemin normali ile r doğrultusunun yaptığı açıdır.

Formülden görüldüğü gibi her yansımada aydınlık düzeyi değeri, ρ daima birden küçük olduğundan, yansıtma faktörü ile doğru orantılı ve r' nin karesi kesir çizgisinin altında olduğundan, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak küçülür. Bu nedenle, bu çalışmada ikinci yansımadan sonrası ihmal edilmektedir, ve A, B, B1 ve C düzlemlerinde dolaysız gök ışığından ve varsa dış engellerden yansıyarak gelen ışıktan kaynaklanan E/LZ faktörleri hesaplanıp, bu düzlemlerdeki birinci yansımadan sonra, sadece bir yansıma daha hesaplanmış ve toplam E/LZ değerleri belirlenmiştir. Birbirine dik veya paralel düzlemler arasındaki bütün yansımalara ait formüller, bunların çıkarılışları ve bunlara ait şekiller Ek D' de gösterilmiştir.

Ek D' de verilmiş olan bütün yansıma formüllerinde, yani (Ek D1)' den (Ek D22)' ye kadar olan tüm denklemlerde, E_1 ile verilen aydınlık düzeyi formüllerinin, yansımanın olduğu düzleme ait gök bileşeni ile varsa dış yansımış bileşenin toplamı olarak alınması gerekir. Örnek olarak (Ek D1) denklemini, yani C düzleminden B düzlemine yansımayı alırsak ve basitlik amacıyla dış yansımış bileşenin olmadığını, yani engelsiz bir pencere karşısında bulunduğumuzu kabul edersek, önce C düzlemine ait aydınlık düzeyi formülünü (3.16) denkleminde almamız gerekir.

$$(E/LZ)_C = \% \frac{E}{L_z} \cdot 100 = \frac{E}{L_z} = v(g, f, ab, bb) \quad (3.18)$$

yazabiliriz. (3.18) denklemindeki f ve g parametreleri, (3.13) denklemleri ile Şekil 3-3' deki y_1 değişkenine, ab ve bb parametreleri (3.15) denklemleri ile yine Şekil 3-3' deki z_1 değişkenine bağlı olduklarından

$$\frac{E}{L_z} = v(y_1, z_1) \quad (3.19)$$

$$E = L_z \cdot v(y_1, z_1) \quad (3.20)$$

şeklinde bir ifade kullanılabilir. Bütün bu işlemler zaman içinde belirli bir an için yapıldıklarından zenit parıltıltısı L_z sabit kabul edilmektedir.

Yansımalar hesap edilirken gösterilen bütün şekillerde aynı eksen takımı (x,y,z) kullanılmıştır ve bu eksen takımı Şekil 3-3' deki (x₁,y₁,z₁) eksen takımındır. Dolayısıyla (Ek D1) denklemindeki E₁(y,z) için (3.20) denkleminde

$$E_1(y,z) = L_z \cdot v(y,z) \quad (3.21)$$

yazabiliriz. Burada, v(y,z), (3.16) denkleminin sağ tarafıdır. (3.21) denklemini (Ek D1)' de yerine koyduğumuzda

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{y (U-x)}{((U-x)^2+y^2+(z-Z)^2)^2} v(y,z) L_z dy dz \quad (3.22)$$

elde ederiz.

$$E = L_z \int_{y=0}^W \int_{z=0}^H \frac{\rho}{\pi} \frac{y (U-x)}{((U-x)^2+y^2+(z-Z)^2)^2} v(y,z) dy dz \quad (3.23)$$

zaman içinde belirli bir anda B düzlemi üzerindeki bir (X,Z) noktasında C düzleminin tümünden yansıyıp gelen gök ışığının yarattığı aydınlık düzeyini verir.

Aşağıda görüldüğü gibi, yansımalar hesaplanırken, eğer hesaplarda (E/LZ) faktörleri kullanılıyorsa, formülü elde etmek için, yansımanın olduğu düzleme ait (E/LZ) faktörünün gök bileşenini, varsa buna dış yansımış bileşeni de ekleyerek, yansım formülünde yerine yerleştirmek yeterlidir.

Ancak, çıkan formüllerden entegralleri analitik olarak almak çok zor olduğundan, bu çalışmada yansımaya ait entegraller Simpson yöntemi kullanılarak sayısal olarak alınmıştır. Bilindiği gibi Simpson sayısal integral yöntemi, integrali alınacak eğriye parabol sal bir yaklaşım getirir. Burada özel olarak bu yöntemin kullanılmasının nedeni, (3.24) denkleminde olduğu gibi yansımalara ait bütün denklemlerde, her iki değişkene bağlı olarak integralin içinde kalan kısmın ayrı ayrı çizilebilecek eğrilerinin şekillerindeki parabole benzerliklerdir. Hernekadar z değişkeni olarak kullanıldığında, bu benzerlik, (3.15) denklemlerinden dolayı kısmen bozuluyorsa da, yine de parabol yaklaşımı uygun bir yaklaşım olarak kalmaya devam etmektedir.

$$\begin{aligned}
(E/LZ)_{C-B} &= \% \frac{E}{L_Z} \cdot 100 = \\
&= \% \int_{y=0}^W \int_{z=0}^H 100 \frac{\rho}{\pi} \frac{y (U-x)}{((U-x)^2 + y^2 + (z-Z)^2)^2} \cdot \frac{1}{3} \cdot \\
&\cdot \left\{ \left[\frac{1}{2} \frac{bb}{(x^2+bb^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+bb^2)^{1/2}} + \right. \right. \\
&\quad + \frac{1}{2} \frac{f}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+f^2)^{1/2}} - \\
&\quad - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+bb^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+bb^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
&\quad - \left[\frac{1}{2} \frac{ab}{(x^2+ab^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{f}{(x^2+ab^2)^{1/2}} + \right. \\
&\quad + \frac{1}{2} \frac{f}{(x^2+f^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+f^2)^{1/2}} - \\
&\quad - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+ab^2)} \frac{f}{(x^2+f^2+ab^2)^{1/2}} \left. \right] - \\
&\quad - \left[\frac{1}{2} \frac{bb}{(x^2+bb^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+bb^2)^{1/2}} + \right. \\
&\quad + \frac{1}{2} \frac{g}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{bb}{(x^2+g^2)^{1/2}} - \\
&\quad - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+bb^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+bb^2)^{1/2}} \left. \right] + \\
&\quad + \left[\frac{1}{2} \frac{ab}{(x^2+ab^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{g}{(x^2+ab^2)^{1/2}} + \right. \\
&\quad + \frac{1}{2} \frac{g}{(x^2+g^2)^{1/2}} \operatorname{atg} \frac{ab}{(x^2+g^2)^{1/2}} - \\
&\quad - \frac{2}{3} \frac{x^2}{(x^2+ab^2)} \frac{g}{(x^2+g^2+ab^2)^{1/2}} \left. \right] \} \quad (3.24)
\end{aligned}$$

yazabiliriz.

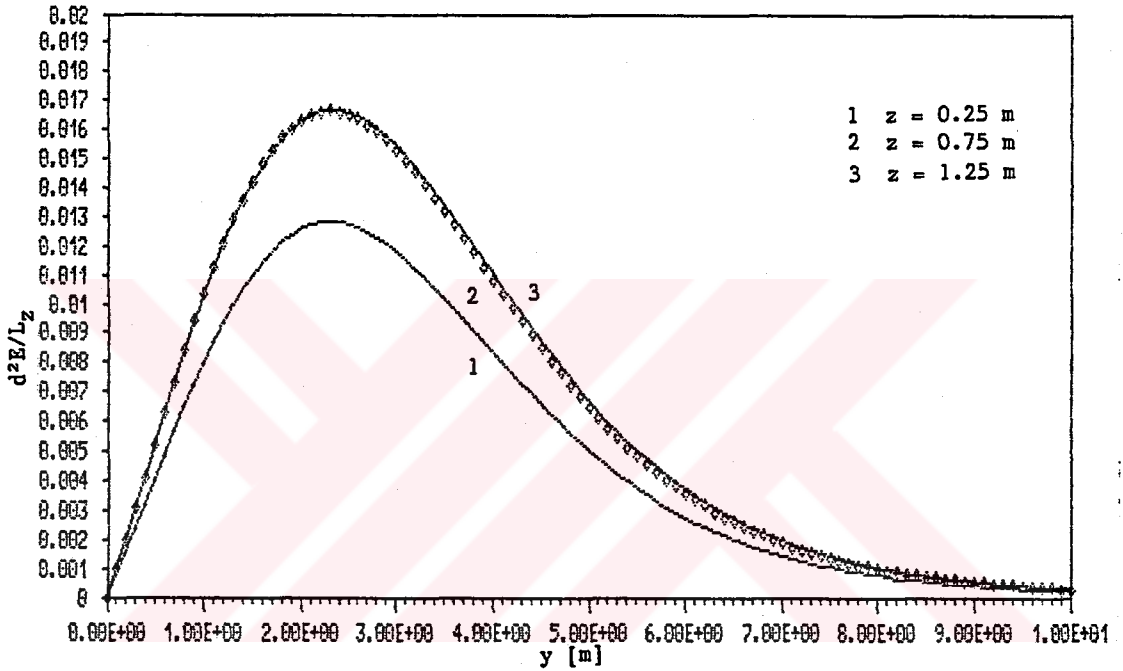
(3.24) denklemi için sayısal bir örnek verirsek ,
oda boyutları:

odanın derinliği $U = 5,40$ m.,

odanın genişliği $W = 3,60$ m,

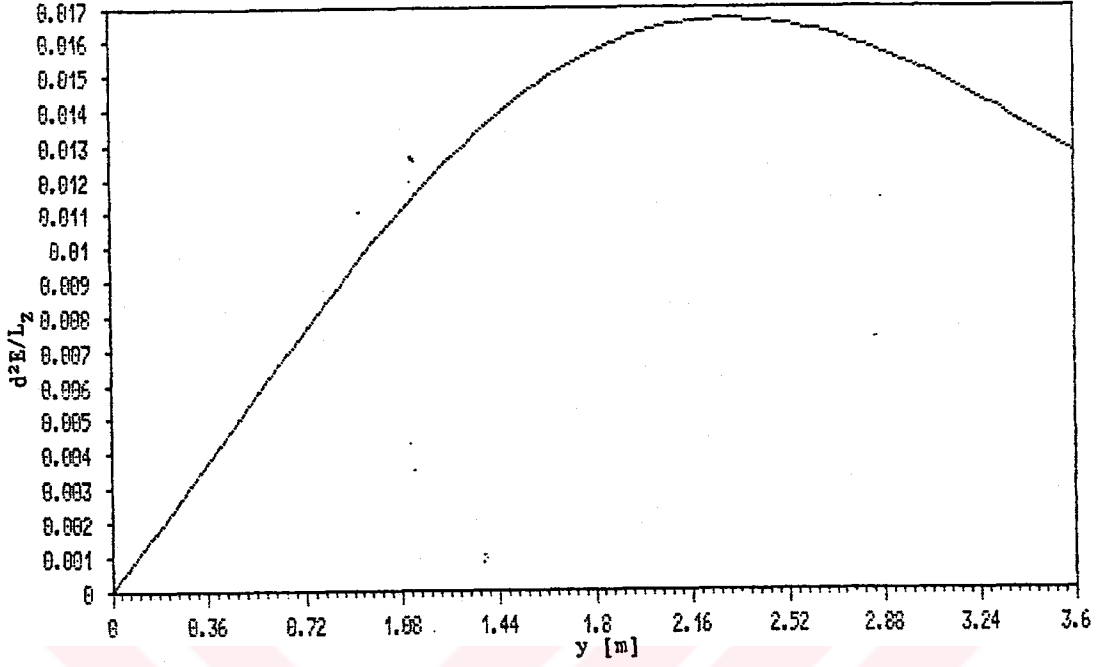
odanın yüksekliği $H = 2.80$ m.

pencerenin Şekil 3-3' deki orijine yakın kenarının z 1 ekseninden yatay uzaklığı $d = 0,40$ m,
 pencerenin genişliği $e = 2,80$ m,
 pencerenin alt kenar yüksekliği $a = 1,00$ m,
 pencerenin üst kenar yüksekliği $b = 2,40$ m olmak üzere,
 Şekil 3-7' de, C düzlemi üzerindeki değişken y iken , $z = 0,25$ m, $z = 0,75$ m ve $z = 1,25$ m için (3.24) denkleminde entegral işareti altında kalan fonksiyonun eğrisi verilmiştir.

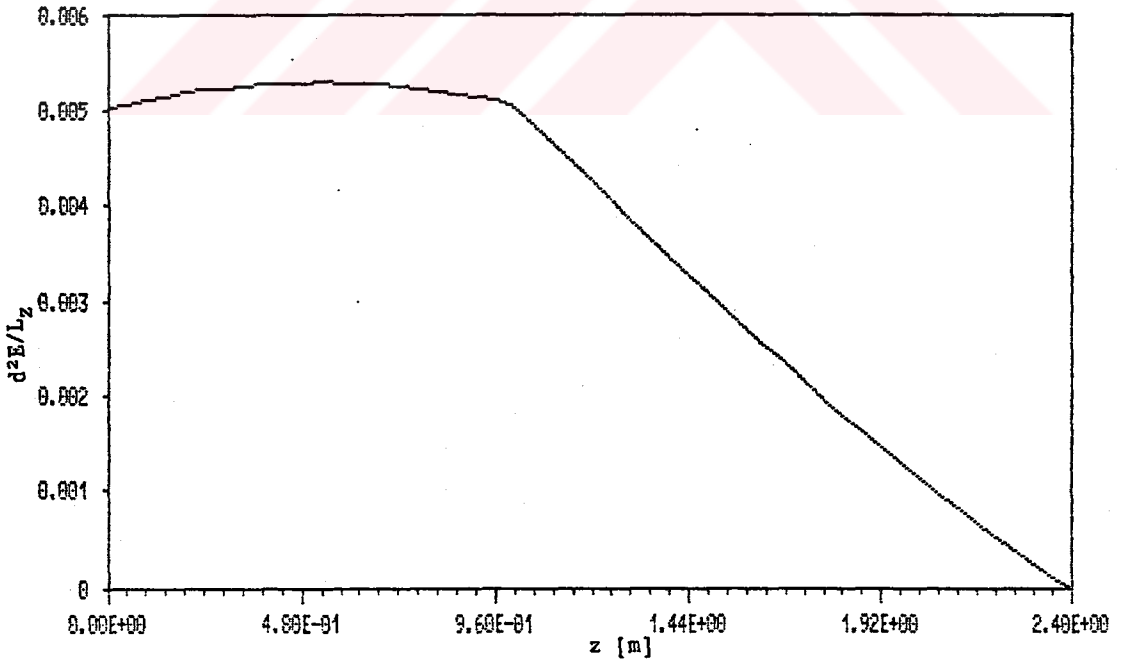


Şekil 3-7 (3.24) denkleminin entegral işareti altındaki kısmının $z = 0,25$ m, $z = 0,75$ m, ve $z = 1,25$ m sabit olmak üzere, y değişkenine bağlı değişimleri

Odanın genişliği W , (3.24) denkleminde gözükmediğinden ve dolayısıyla denklemi etkilemediğinden, eğrinin şeklinin daha açık gözükmesi amacıyla Şekil 3-7' de y değişkeni 0' dan 10 m' ye kadar değiştirilmiştir. Örnek odada bu eğri 3,60 m' de kesilmektedir (Şekil 3-8).



Şekil 3-8 Örnek oda için (3.24) denkleminin integral işareti altındaki kısmının, $z = 0,75$ m sabit olmak üzere, y değişkenine bağlı değişimi



Şekil 3-9 Örnek oda için (3.24) denkleminin integral işareti altındaki kısmının, $y = 0,50$ m sabit olmak üzere, z değişkenine bağlı değişimi

Şekil 3-9' da ise aynı oda ve aynı gözleme noktası için C düzlemi üzerindeki değişken z iken, $y = 0,50 \text{ m'}$ deki (3.24) denkleminde entegral işareti altındaki fonsiyonun eğrisi gösterilmiştir. Şekil 3-9' da $z = a = 1 \text{ m'}$ den sonra, yani gözleme noktasının yüksekliği pencere alt kenar yüksekliğini aştığında, (3.15) denklemlerinin etkisi ile eğrinin şeklinin değiştiği açıkça görülmektedir.

3.3. E/LZ FAKTÖRÜNÜN KULLANIMINDA BİLGİSAYAR UYGULAMASI

Gündüz kullanılan hacimlerde yapay aydınlatma tasarımının, ekonomiklik faktörünü içerebilmesi için, doğal ışıktan kaynaklanan aydınlık düzeyi dağılımına göre yapılması gerekir. Otomatik ışık kontrolleri kullanılsın ya da kullanılsın, gerekli aydınlık düzeylerinin doğal ışıkla sağlandığı yerleri ayrıca yapay ışıkla gereksiz yere tekrar aydınlatarak enerji savurganlığı yapılmaması için, aydınlatma tasarımı yapılacak olan hacimlerin, tasarımın başlangıç evresinde aydınlık düzeyi haritalarını çıkartmakta yarar vardır.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen amaca hizmet etmek üzere birbirini tamamlayan iki bilgisayar programı hazırlanmıştır. FORTRAN 77 dilinde yazılmış olan programlardan birincisi, ELZET programı, plandan ve bina tasarımcısından alınabilecek verileri kullanarak istenilen hacimlerdeki E/LZ haritalarını çıkarır, bunları sayısal veya grafik olarak bastırır. İkincisi, EDEG programı, ise zaman içinde belirli bir an için odada var olacak aydınlık düzeyi dağılımını ve belirli bir ortalama aydınlık düzeyine göre o anda yapay aydınlatma tarafından tamamlanması gereken aydınlık düzeyi değerlerini ve yerlerini verir.

3.3.1. ELZET PROGRAMI

ELZET programı çift amaçlı bir programdır. Hem EDEG programına gerekli verileri sağlar, hem de kapalı gök tipi için zaman içinde değişmeyecek E/LZ faktörleri dağılımını kullanıcıya verir. Bu dağılım bir oda için bir kere elde edildikten sonra, EDEG programı yardımıyla istenilen her an için aydınlık düzeyi diyagramları elde edilebilir.

ELZET programı iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, dolaysız ışık alan düzlemler A, B, B1, C ve isteniyorsa yüksekliği ayrıca belirlenen bir çalışma düzleminde (WP) dolaysız gök ışığından kaynaklanan ve varsa dış engellerden yansayıp gelen ışıktan kaynaklanan E/LZ faktörlerinin değerleri, pencere camının geçirgenliği de hesaba katılarak bulunmaktadır. İkinci bölümde ise iç yansımalar Simpson sayısal entegral yöntemiyle hesaplanmaktadır. Bu bölümde, daha önce de belirtildiği gibi, ikinci yansımadan sonrası hesaba katılmamış ve aşağıda, Şekil 3-1' deki duvar kodlarıyla belirtilen şu yansımalar hesaplanmıştır :

birinci yansımalar:

C-B	B-C	C-B1	B-A1	B-C1
A-B	B1-C	A-B1	C-A1	B1-C1
B1-B	A-C	B-B1	B1-A1	A-C1
			A-A1	C-C1

ikinci yansımalar:

B-A	C-A	B1-A	A1-A	C1-A
veya				
B-WP	C-WP	B1-WP	A1-WP	C1-WP

İç yansımalarından elde edilen sonuçlar, çalışma düzlemi veya zemin üzerinde birinci bölümden elde edilmiş olan dolaysız gök ışığından ve/veya dış yansıma bileşenden kaynaklanan değerlere eklenerek oda içindeki E/LZ faktörleri dağılımı bulunur.

ELZET programı interaktif çalışan bir programdır. Programı kullanan kişinin, program çalışırken, aşağıda belirtilen soruların hepsini veya bir kısmını cevaplaması gerekmektedir.

- 1) Odanın genişliğini (W) yazınız.
- 2) Odanın derinliğini (U) yazınız.
- 3) Odanın yüksekliğini (H) yazınız.
- 4) Odadaki pencere sayısını yazınız.
- 5) Şema 1' e göre , 1. pencere orijine en yakın pencere olmak üzere, pencere alt kenar yüksekliklerini (A) sıra ile yazınız.
- 6) Pencere üst kenar yüksekliklerini (B) sıra ile yazınız.
- 7) Pencere genişliklerini (E) sıra ile yazınız.
- 8) Duvar-pencere, pencere-pencere, pencere-duvar aralıklarını (PAR) sıra ile yazınız.

- 9) Sırasıyla: duvar, tavan ve zemin ışık yansıtma katsayılarını yazınız.
- 10) Pencere camlarının ışık geçirme katsayısını yazınız.
- 11) Minimum 0.25 m olmak üzere, tarama aralığını (Q) seçiniz.
- 12) Aşağıdaki yüksekliklerden birini çalışma düzlemi yüksekliği olarak seçiniz.
- 13) Şema 2' ye göre, engel yüksekliğini (HE) yazınız.
- 14) Odanın zemin kodunu (HZ) yazınız.
- 15) Engel ve bina arasındaki uzaklığı (C) yazınız.

Aşağıda, sorulara ait gerekli açıklamalar yapılmıştır.

1)2)3) W, U ve H içten içe uzaklıklar olarak metre cinsinden verilmelidir.

4) ELZET programı tek duvarda penceresi olan hacimler için yazılmıştır. Birden fazla duvarda pencere varsa, ancak iç yansımalar kısmı ihmal edilerek ve program, her bir pencere duvarı için ayrı ayrı çalıştırılarak ve çalışma düzleminde gerekli uygulamalar yapılarak kullanılabilir. Eğer böyle bir amaç güdülüyorsa, 406 numaralı deyimden hemen sonra programa bir

GOTO 610

620 numaralı deyimden hemen sonra bir

GOTO 1000

deyimi eklenmeli ve,

"Dolaysız ışık alan düzlemlerdeki, pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiklerini görmek istiyor musunuz? İstiyorsanız: 1, istemiyorsanız: 0 yazınız."

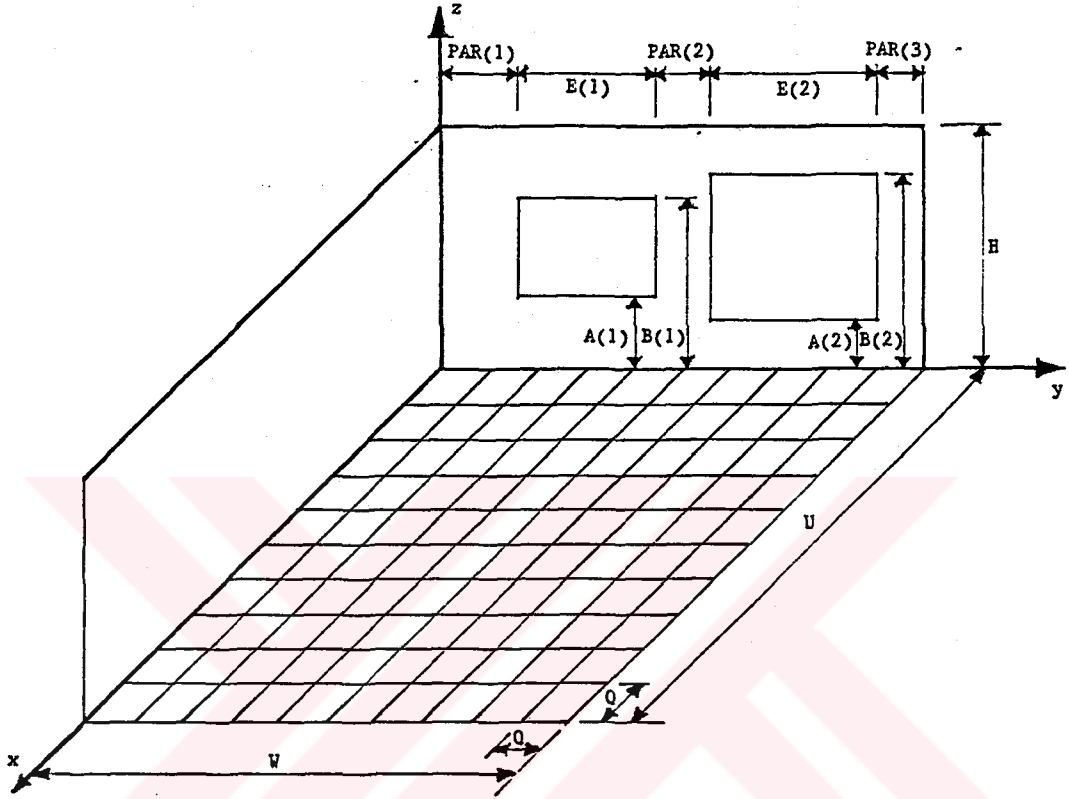
sorusuna "1" ile cevap verilmelidir.

5)6)7)8) Pencere alt kenar yüksekliği, pencere üst kenar yüksekliği, pencere genişliği ve duvar-pencere, pencere-pencere, pencere-duvar aralıkları pencere camına, yani ışık geçiren yüzeye göre metre cinsinden istenmektedir. Şema 1, Şekil 3-10' da gösterilmiştir.

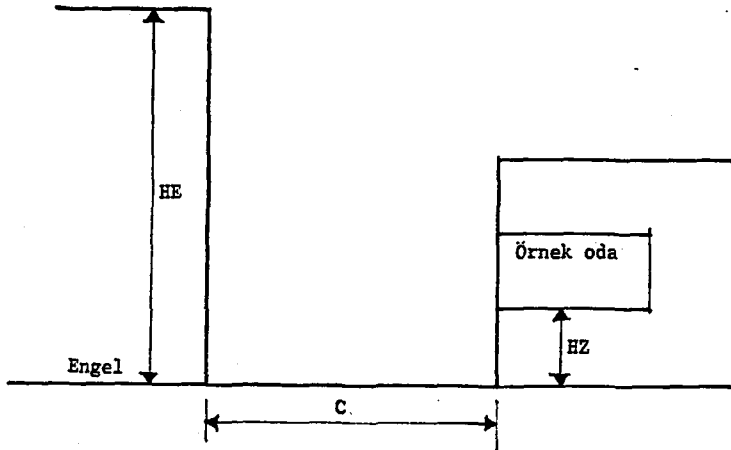
9)10) Işık geçirme ve yansıtma katsayıları, % cinsinden değil, reel sayı olarak istenmektedir. Örneğin, ışık yansıtma katsayısı $p = \% 60$ ise bu sayının bilgisayara veriliş şekli 0.60 olmalıdır.

11) Tarama aralığı Q, E/LZ faktörleri dağılımının hangi noktalarda hesaplanacağını belirler. Q eğer 0,25 m' den farklı alınacak ise DIMENSION deyimlerinin değiştirilmesi gerekir. Bilgisayar bellek kapasitesi ve hızı yeterli ise 0.25 m' den küçük tarama aralıkları

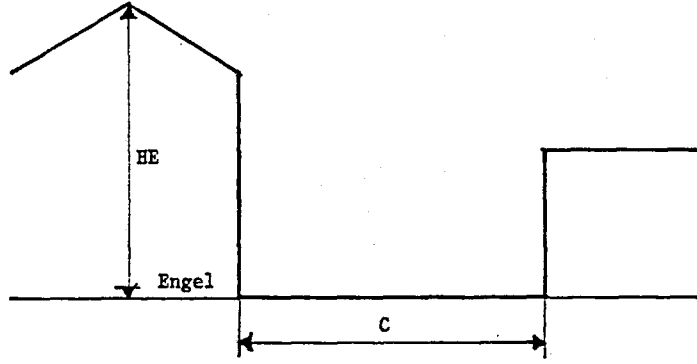
da seçilebilir, ancak bu durumda tüm matrislerin boyutları büyümektedir ve yapılacak hesap sayısı artmaktadır. Buna karşılık, Q' nun değerinin büyütülmesi durumunda, sayısal entegraller dahil tüm hesaplar bu tarama aralığına göre yapıldığından ve örnekleme sayısı azaltıldığından hesaplardaki hassasiyet düşer.



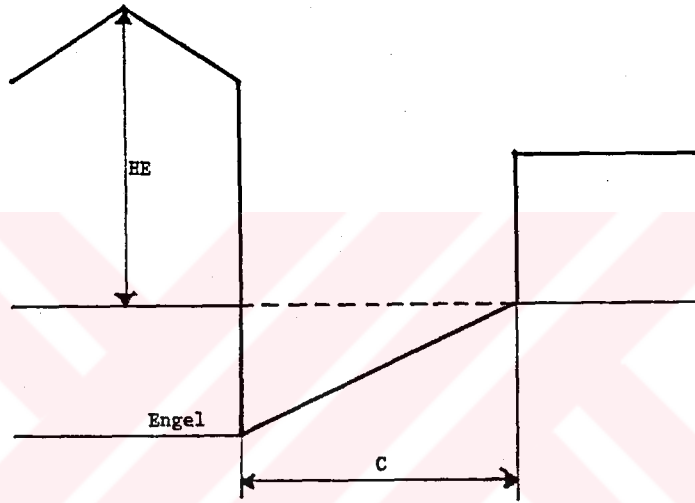
Şekil 3-10 Şema 1



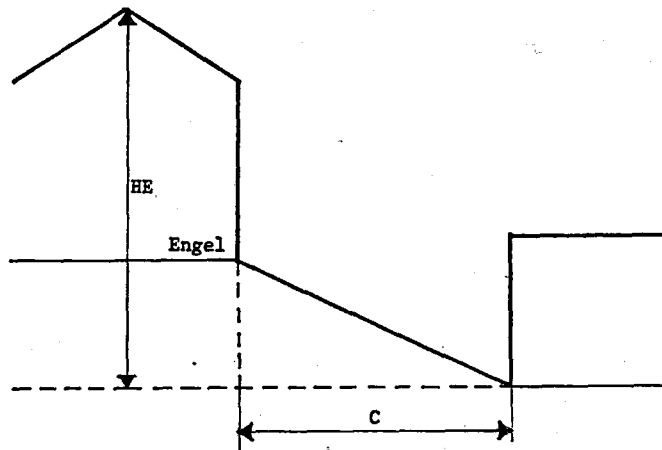
Şekil 3-11 Şema 2



(a) Engel ve örnek hacmin içinde bulunduğu bina aynı seviyede



(b) Engel zemin kodu, örnek hacmin içinde bulunduğu binanın zemin kodundan düşük



(c) Engel zemin kodu, örnek hacmin içinde bulunduğu binanın zemin kodundan yüksek

Sekil 3-12 Engel zemin kodunun belirlenmesi

12) Bu soruda çalışma düzlemi yüksekliği olarak önerilen yükseklikler tarama aralığı Q' nun tam katlarıdır. Eğer çalışma düzlemi yüksekliği hassasiyetinden vazgeçilemiyor ise, Q' nun değeri, Q' nun bir tam katı bu yüksekliği verecek şekilde ve Q' nun belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken tüm noktalara dikkat edilerek değiştirilmelidir.

13) Engel yüksekliği HE, engel olarak kabul edilen binanın zemin koduna göre değil, örnek hacimin içinde bulunduğu binanın zemin koduna göre belirlenir (Şekil 3-12). Şema-2, Şekil 3-11' de gösterilmiştir.

14) Oda zemin kodu HZ, engel yüksekliği HE gibi, kendi içinde bulunduğu binanın zemin koduna göre metre cinsinden belirlenir.

15) Bu çalışmada engelin, örnek hacimin içinde bulunduğu binaya paralel olduğu varsayıldığından, C mesafesi Şekil 3-12'deki gibi belirlenir.

Soruların cevapları, bilgisayar terminalinin ekranında sorunun arkasından "?" işareti çıktıktan sonra verilmeli ve herbir soruda istenen soruya göre cevaplar, virgül ile ayrılarak yazılmalıdır.

Program çalıştırılmadan önce, E/LZ faktörleri haritası çıkarılacak hacime ait veriler hazırlanmalı ve bu verilere göre aşağıda gösterilen hesaplar ve bunlara bağlı program üzerindeki değişiklikler yapılmalıdır. FORTRAN 77 bilgisayar dilinde, ana programda DIMENSION ve hem ana hem de alt programlarda FORMAT deyimleri içerisinde değişken kullanılmadığından, bu deyimlerdeki boyutlandırmaların her özel hacime göre ayrıca yapılması gerekmektedir.

IPEN : Odadaki pencere sayısı

U : odanın derinliği [m]

W : Odanın genişliği [m]

H : Odanın yüksekliği [m]

Q : tarama aralığı

$$NX : \left(\frac{U}{Q} - 1 \right) \text{ sayısının kesir bölümü}$$

$$NY : \left(\frac{W}{Q} - 1 \right) \text{ sayısının kesir bölümü}$$

NZ : $(\frac{H}{Q} - 1)$ sayısının kesir bölümü

NM : NX, NY ve NZ arasında en büyük olanı

olmak üzere ELZET ana programının DIMENSION deyimi bu değişkenler cinsinden

```
DIMENSION A(IPEN), B(IPEN), E(IPEN), PAR(NM), D(IPEN), D1(IPEN),
          ZD(NM), FEB(NX,NZ), FEB1(NX,NZ), FEC(NY,NZ), FEA(NX,NY),
          AM(NM,NM), WPM(NM,NM), FEWP(NX,NY), FXY(NM,NM),
          XM(NM,NM), NFX(NM,NM), BUF(NM,NM), ZH(NM)
```

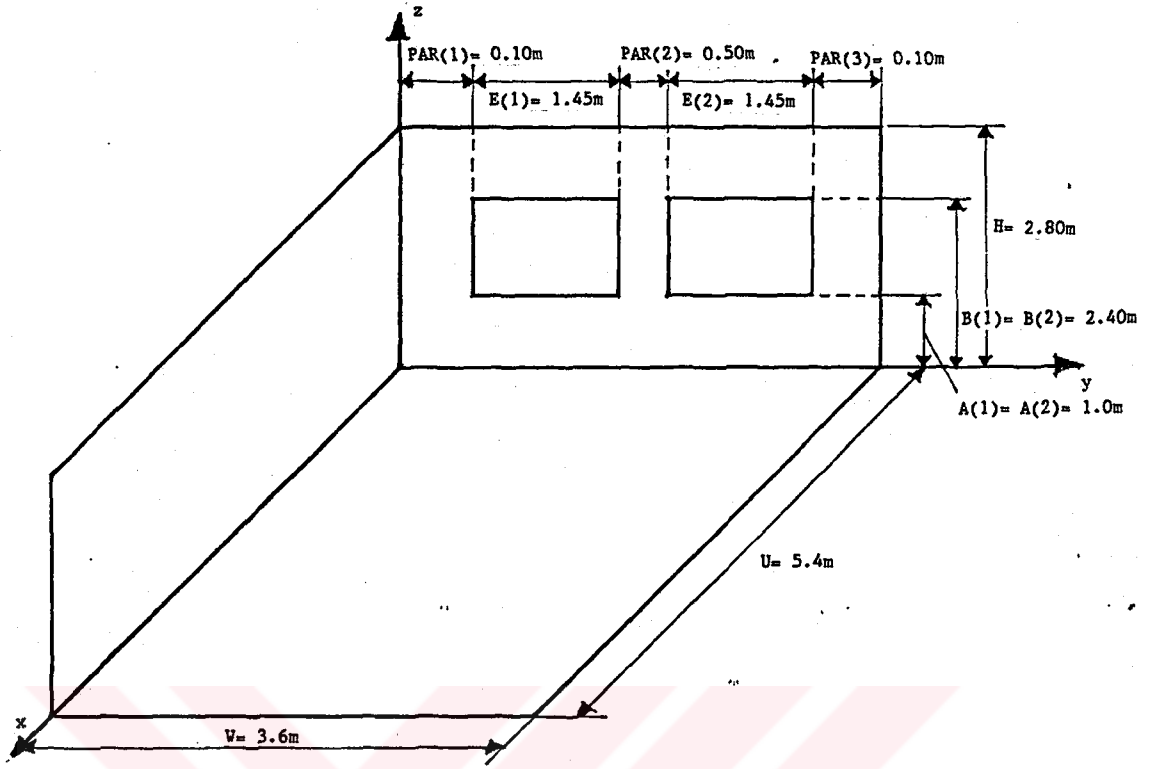
şeklinde ifade edilebilir.

ELZET programının kullandığı tüm alt programlara, dizi ve matris boyutları değişken olarak aktarıldığından, buralarda bir değişiklik yapılması gerekmemektedir. Ancak, programın doğru işleyebilmesi, matrislerin alt programlar ile ana program arasında düzgün taşınabilmesi için yukarıdaki değerlerin doğru verilmeleri gerekmektedir.

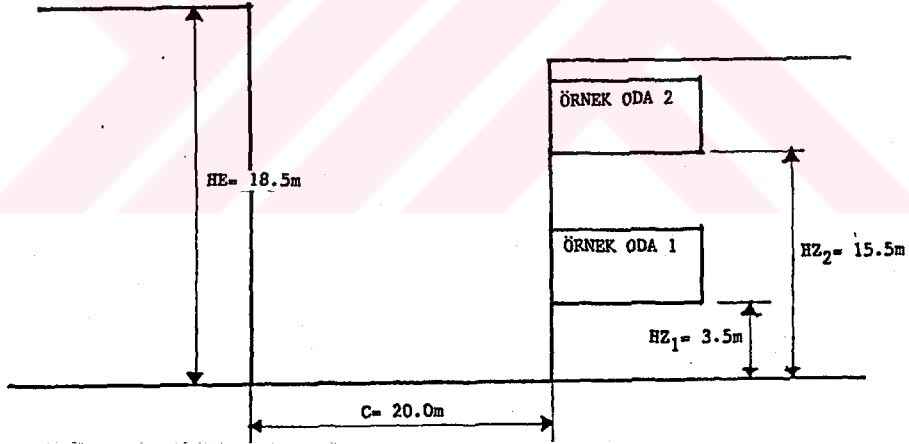
ELZET programının EDEG' e veri olarak kullanılacaklar dışındaki tüm çıkışlarını W5, W5B, W5C, GGA, GGB ve GGC alt programları gerçekleştirdiklerinden, Q' nun veya oda boyutlarının değişmesi halinde bu alt programlardaki FORMAT deyimleri değiştirilmelidirler. Ana programda, EDEG' e veri hazırlayan çıkışların FORMAT deyimlerinde herhangi bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Kullanım kolaylığı açısından, alt programlardaki FORMAT deyimlerinde değişmesi gereken yerler Ek E' de verilmişlerdir.

ELZET programının kullanımına örnek olmak üzere, Şekil 3-13' de boyutları ve Şekil 3-14' de engel ile ilişkileri belirlenmiş olan, aynı bina içerisindeki aynı tipte iki hacim ele alınmıştır.

Söz konusu hacimlerde,
 duvarların ışık yansıtma katsayıları : 0.6,
 tavanın ışık yansıtma katsayısı : 0.8,
 zeminin ışık yansıtma katsayısı : 0.3,
 pencere camlarının ışık geçirgenlikleri : 0.75,
 tarama aralığı : 0.25 m,
 çalışma düzlemi yüksekliği : 0.75 m alınmıştır.



Şekil 3-13 Örnek hacimin boyutları



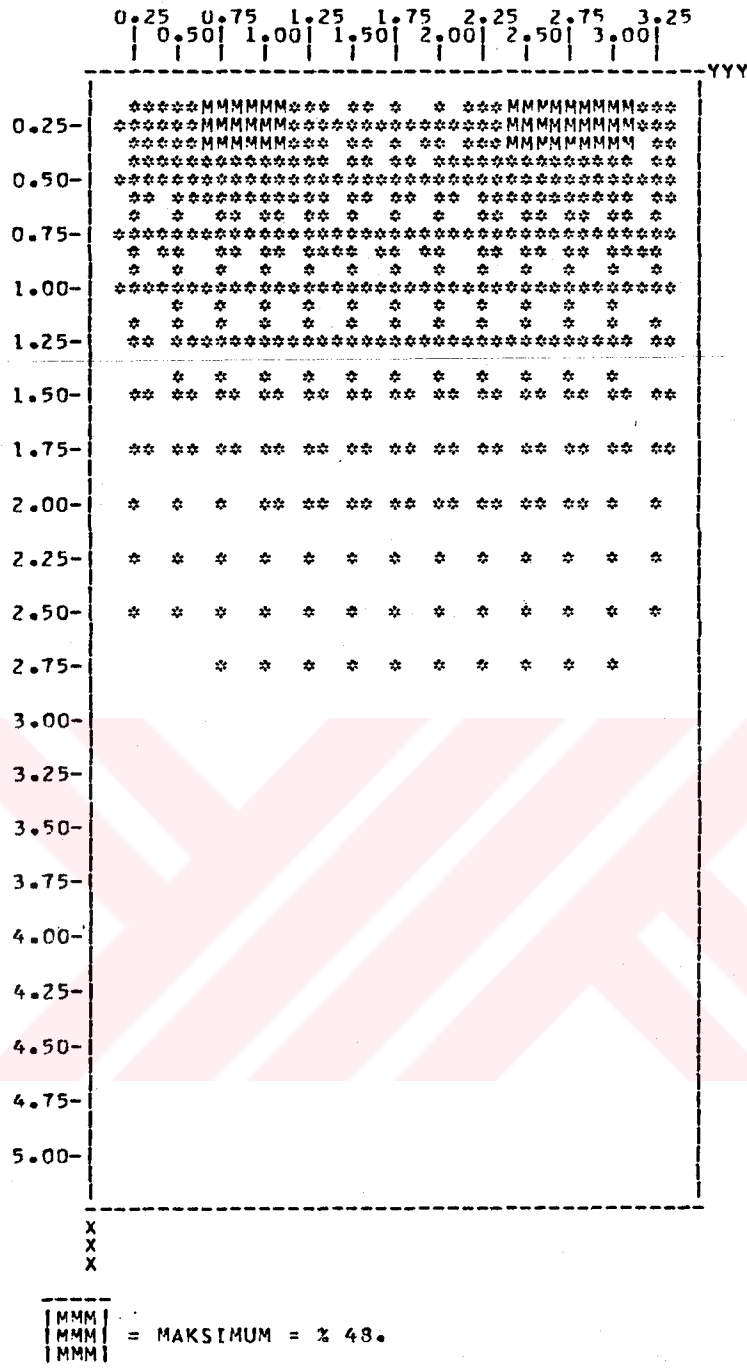
Şekil 3-14 Örnek hacimin engel ile ilişkileri

ELZET programının akış diyagramı Ek F' de, programın dökümü ise Ek G de verilmiştir.

Örnek oda 1 için sonuçlar :

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0.25-	.36	.45	.48	.48	.44	.35	.26	.31	.41	.47	.48	.46	.40	
0.50-	.33	.40	.44	.44	.41	.36	.32	.34	.40	.44	.44	.42	.36	
0.75-	.25	.31	.33	.34	.33	.31	.29	.30	.32	.34	.34	.32	.28	
1.00-	.19	.23	.25	.26	.25	.25	.24	.24	.25	.26	.25	.24	.21	
1.25-	.15	.17	.18	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.18	.16	
1.50-	.11	.13	.14	.14	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.14	.13	.12	
1.75-	.8	.9	.10	.10	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.10	.9	.9	
2.00-	.6	.7	.7	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.7	.7	.6	
2.25-	.4	.5	.5	.5	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.5	.5	.5	
2.50-	.3	.3	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.3	
2.75-	.2	.2	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.2	.2	
3.00-	.1	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	
3.25-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	
3.50-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	
3.75-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
4.00-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
4.25-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
4.50-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
4.75-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
5.00-	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	

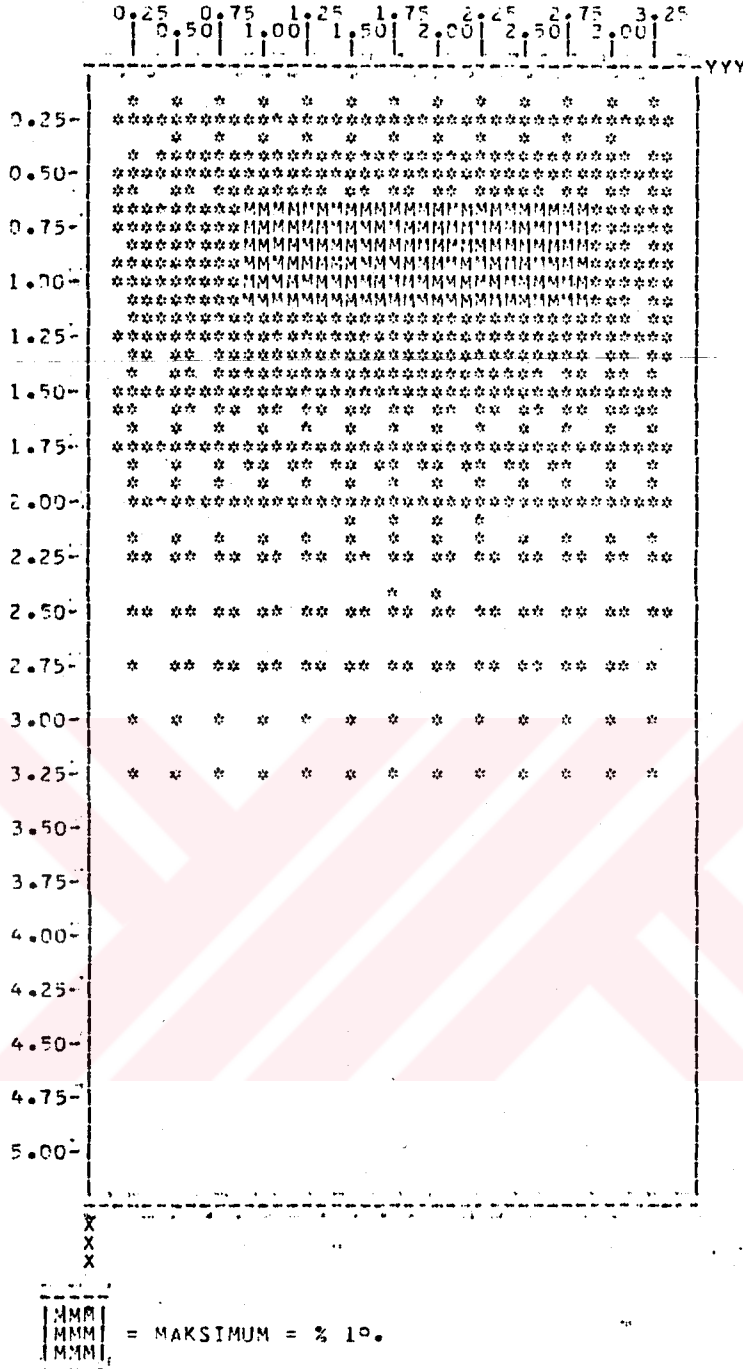
Şekil 3-15 Çalışma düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



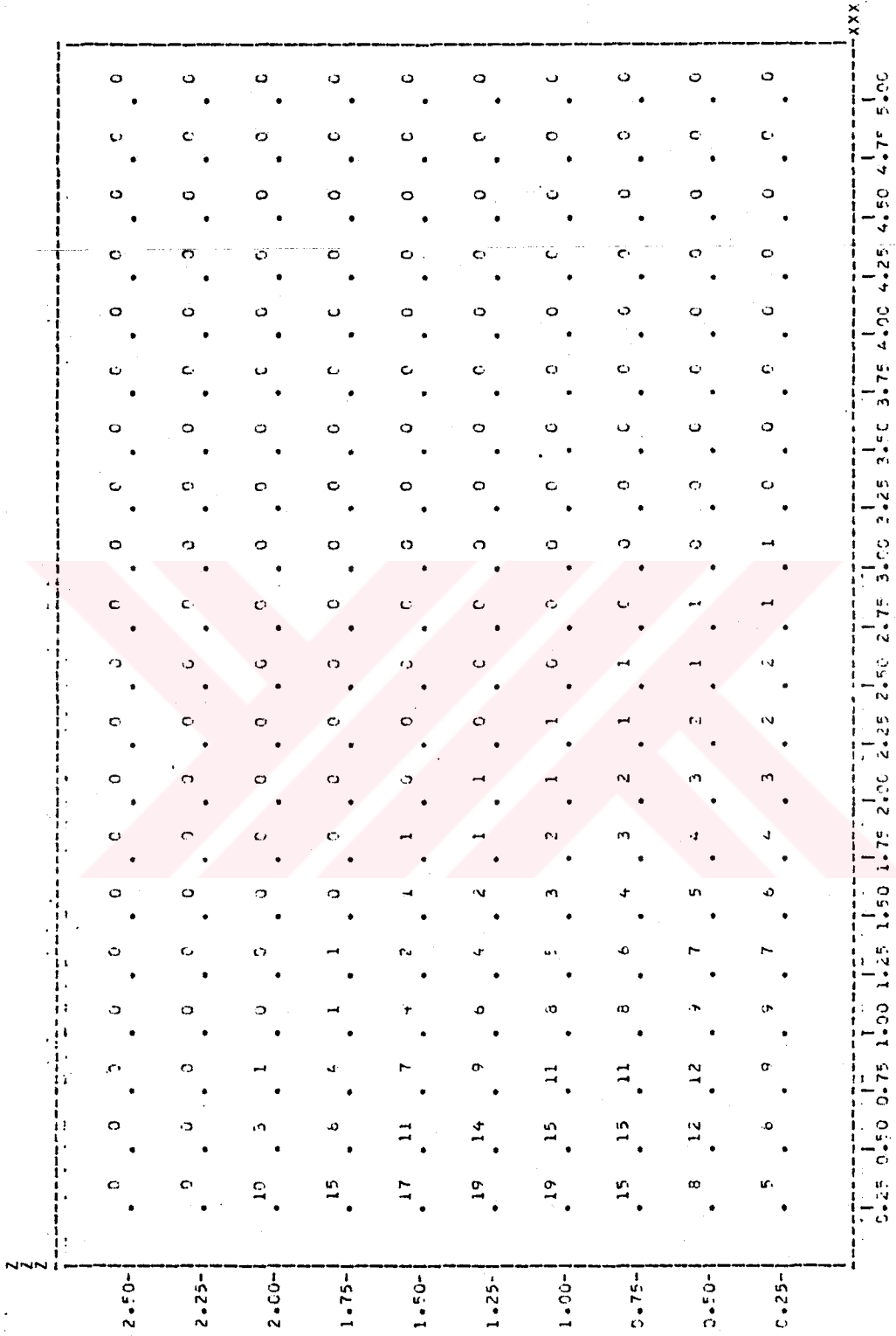
Şekil 3-16 Çalışma düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25
0.25-	.9	.7	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.9	.8
0.50-	.13	.15	.16	.17	.17	.16	.16	.16	.17	.17	.16	.15	.13
0.75-	.15	.17	.17	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.18	.16
1.00-	.15	.17	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.17	.15
1.25-	.13	.15	.16	.17	.18	.18	.18	.18	.19	.18	.17	.16	.14
1.50-	.12	.13	.14	.15	.16	.16	.16	.16	.16	.15	.15	.14	.12
1.75-	.10	.11	.12	.13	.13	.14	.14	.14	.14	.14	.13	.12	.11
2.00-	.9	.10	.12	.11	.11	.12	.12	.12	.11	.11	.11	.10	.9
2.25-	.7	.8	.9	.9	.9	.10	.10	.10	.10	.9	.9	.8	.7
2.50-	.6	.7	.7	.8	.8	.8	.8	.9	.9	.8	.7	.7	.7
2.75-	.5	.6	.6	.6	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.6	.6	.5
3.00-	.5	.5	.5	.5	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.5	.5	.5
3.25-	.4	.4	.4	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.4	.4	.4
3.50-	.3	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.3
3.75-	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
4.00-	.2	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
4.25-	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.3	.3	.3	.3	.2	.2	.2
4.50-	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2
4.75-	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2
5.00-	.1	.1	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.1

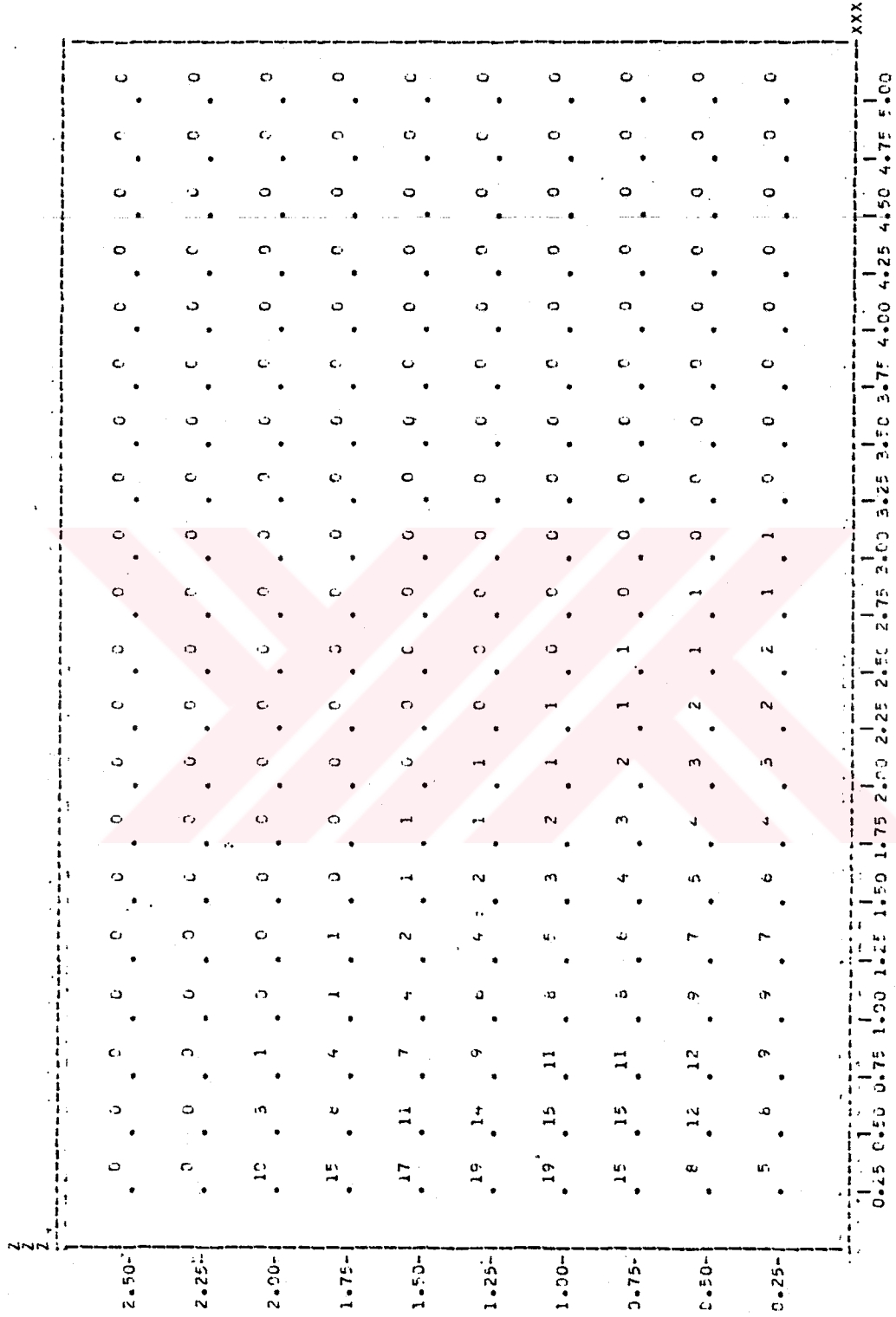
Şekil 3-17 A düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



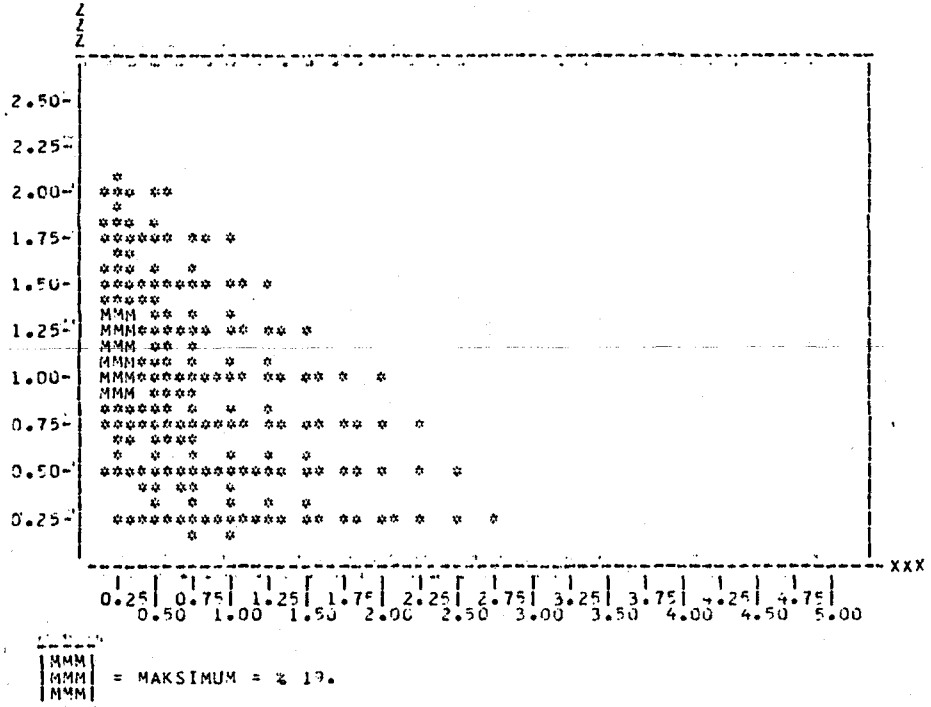
Şekil 3-18 A düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



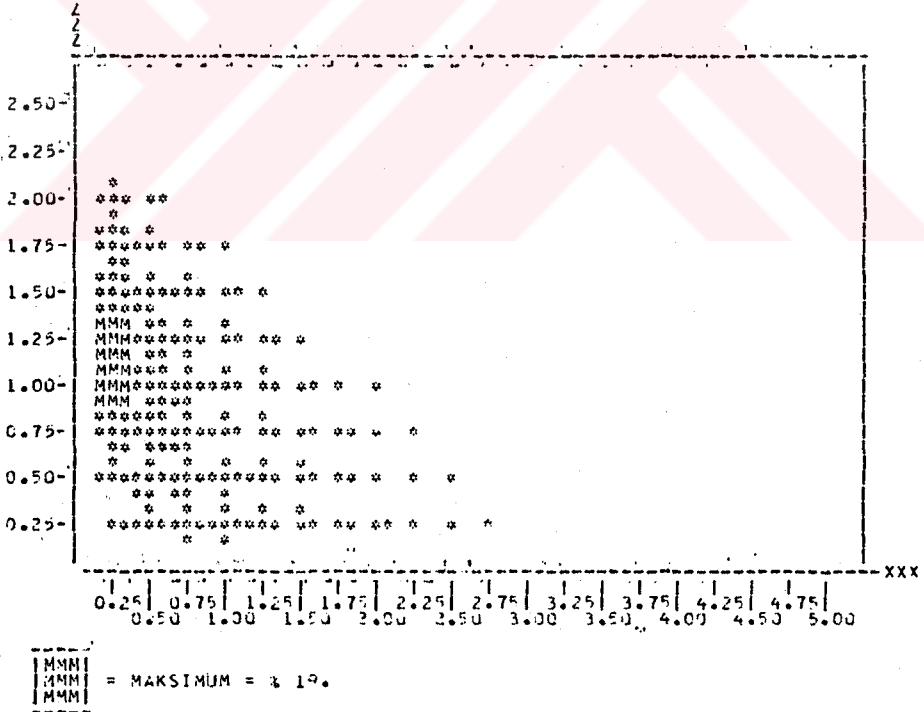
Şekil 3-19 B düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



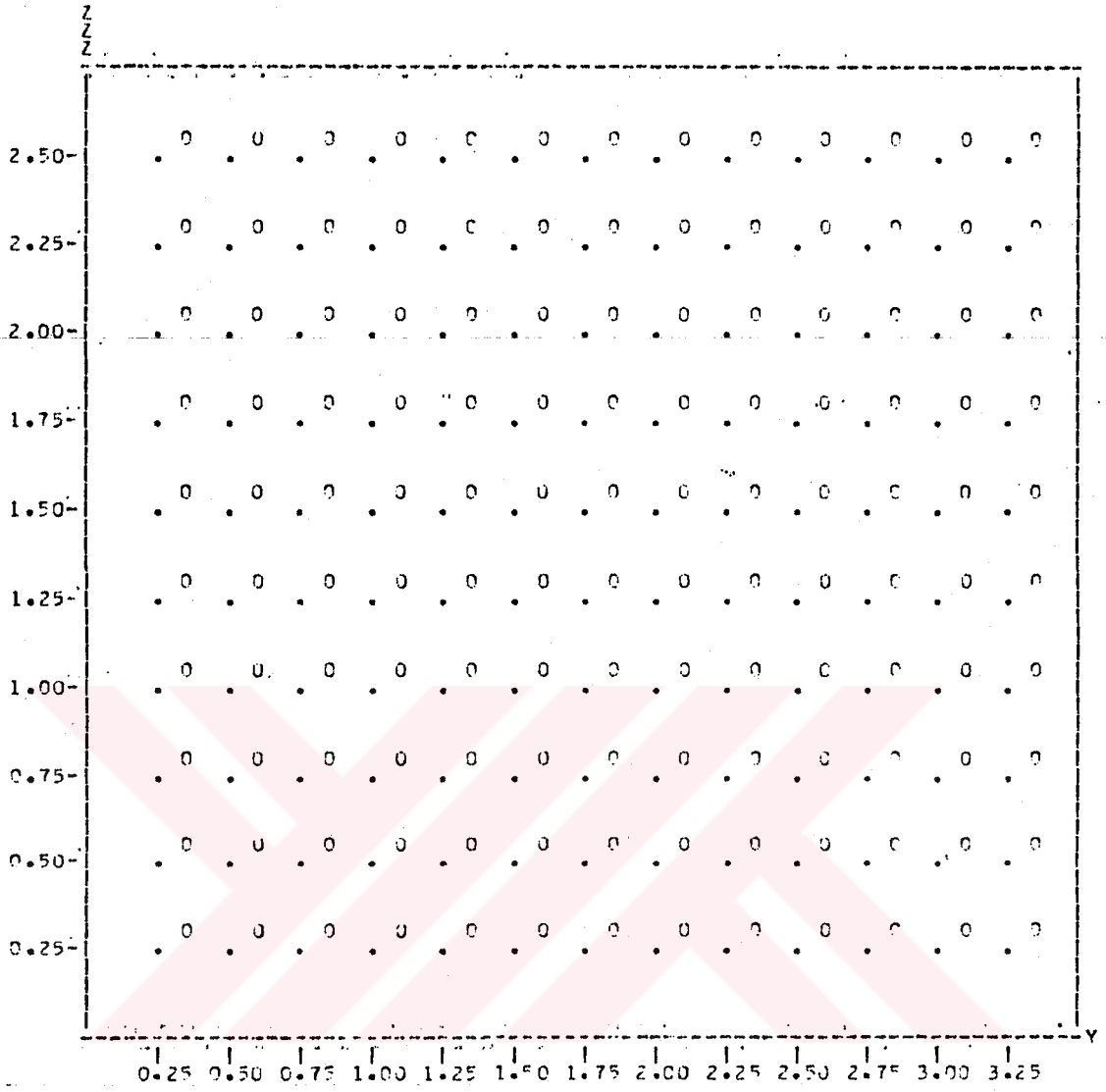
Şekil 3-20 B1 düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



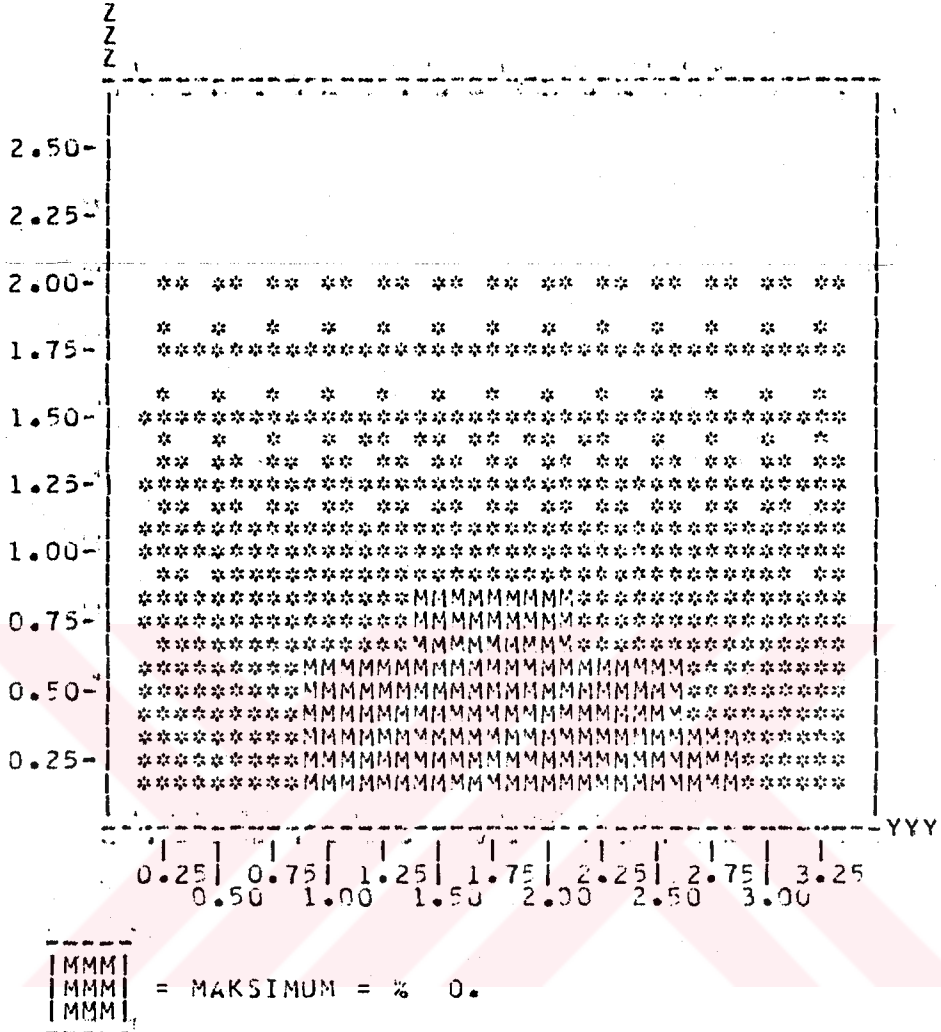
Şekil 3-21 B düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



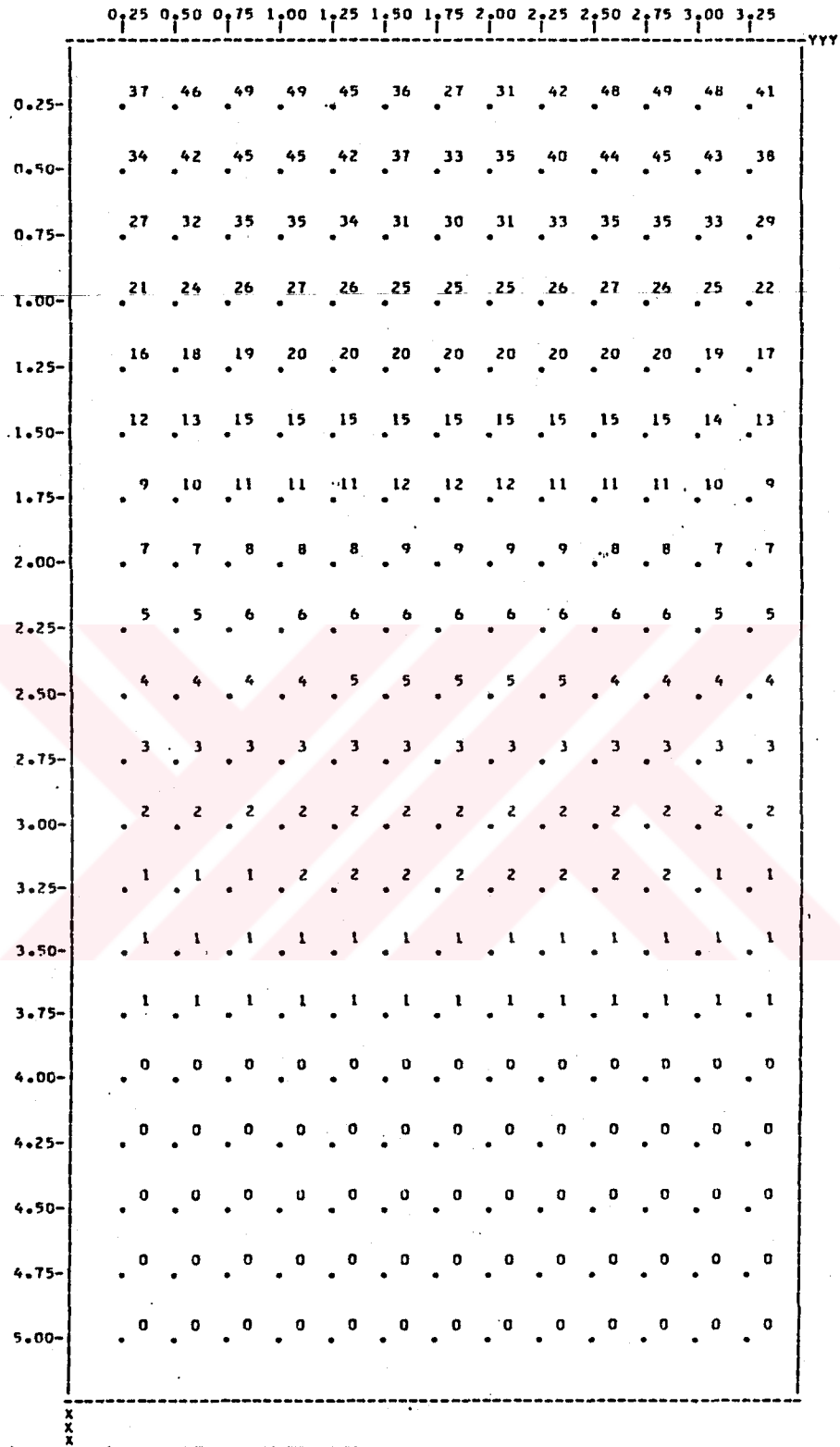
Şekil 3-22 B1 düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



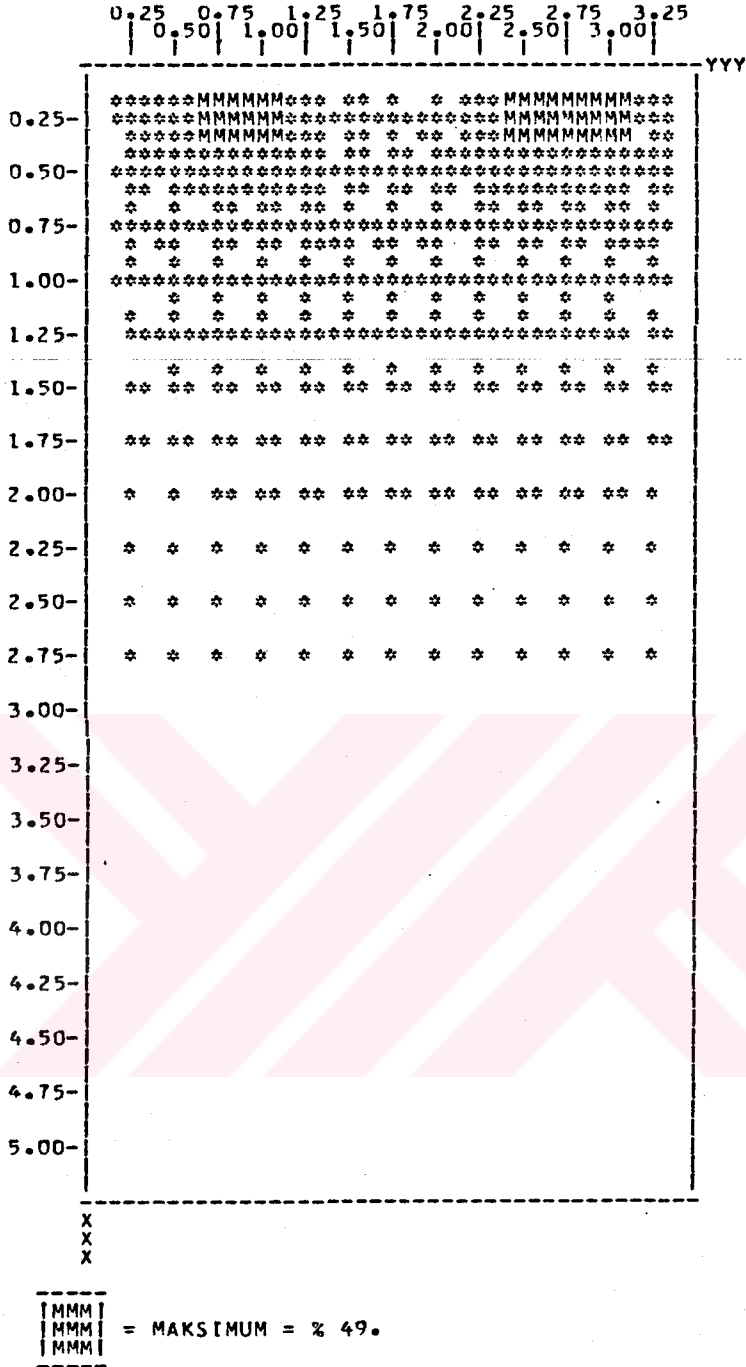
Şekil 3-23 C düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ
faktörleri dağılımı [%]



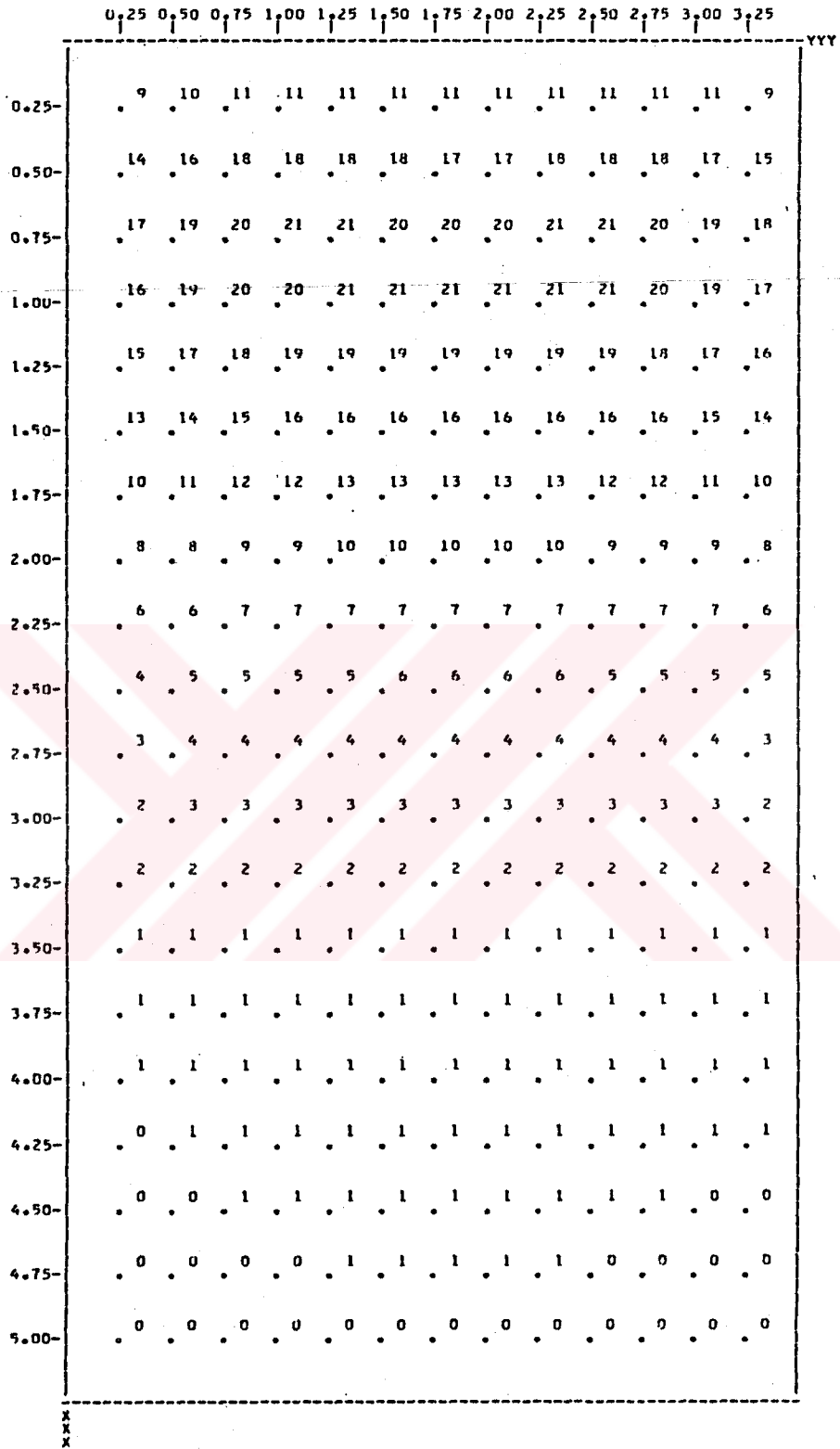
Şekil 3-24 C düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



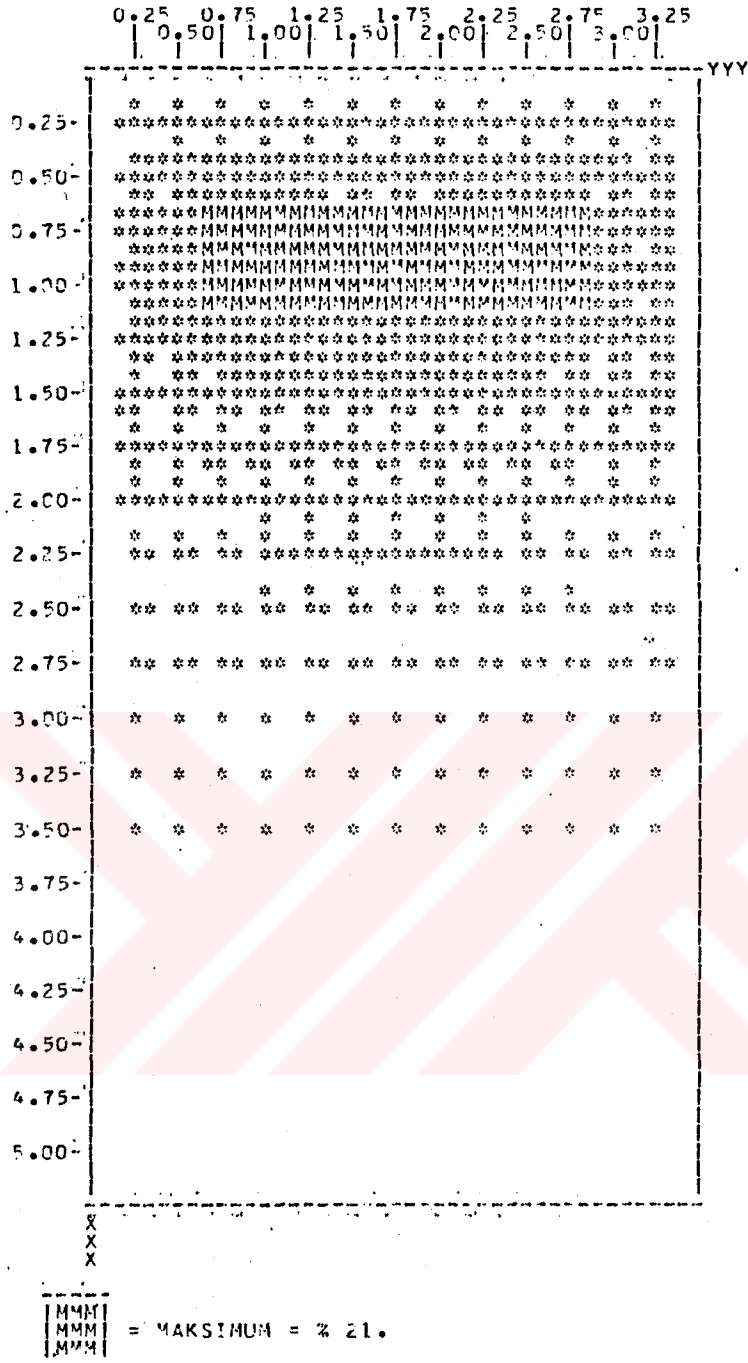
Şekil 3-25 Çalışma düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



Şekil 3-26 Çalışma düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



Şekil 3-27 A düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]

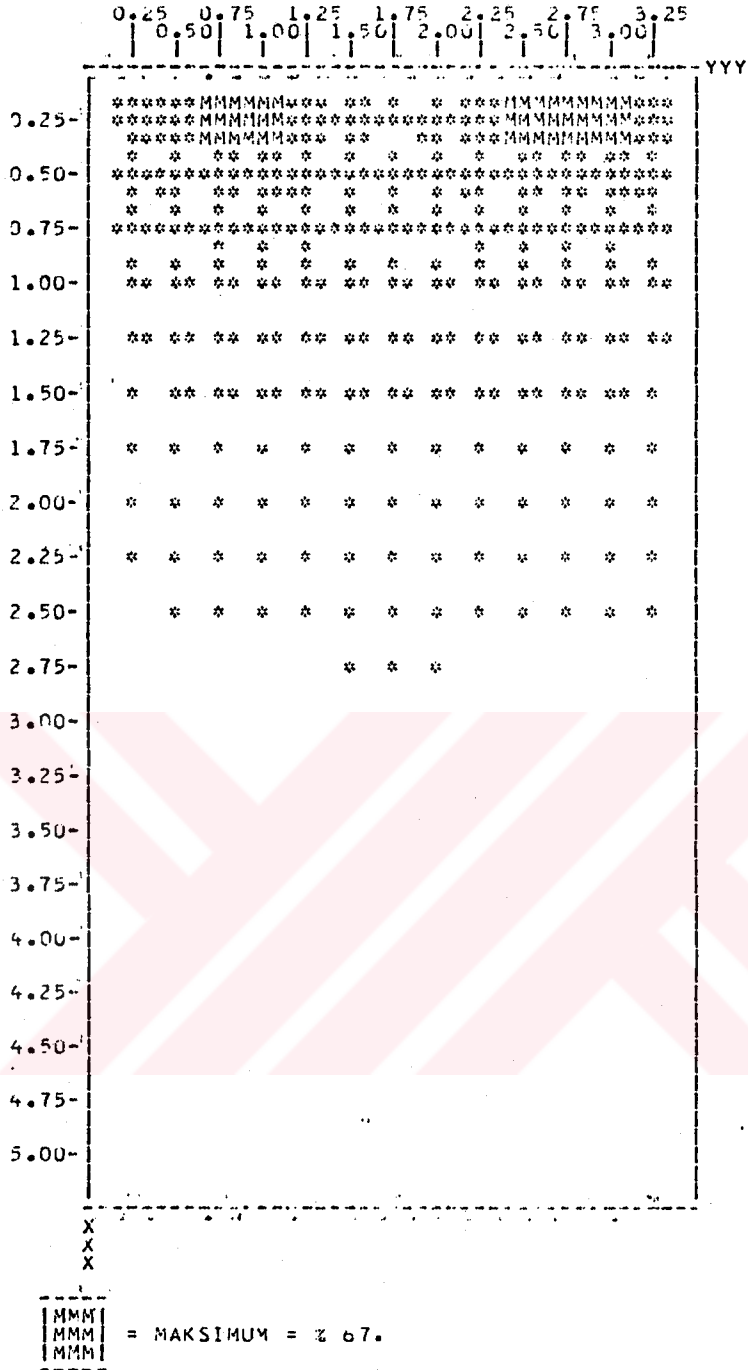


Şekil 3-28 A düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği

Örnek oda 2 için sonuçlar :

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,25-	.51	.53	.67	.67	.62	.46	.27	.37	.58	.46	.67	.65	.58
0,50-	.34	.43	.47	.47	.43	.37	.32	.34	.41	.46	.47	.45	.38
0,75-	.24	.29	.32	.33	.31	.29	.27	.23	.30	.32	.33	.31	.24
1,00-	.17	.20	.22	.23	.23	.22	.21	.21	.22	.23	.23	.21	.19
1,25-	.12	.14	.15	.16	.17	.15	.14	.16	.15	.17	.14	.15	.13
1,50-	.9	.10	.11	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.11	.10
1,75-	.7	.8	.1	.2	.9	.9	.2	.2	.9	.9	.2	.8	.7
2,00-	.5	.6	.5	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.6	.6
2,25-	.4	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.3	.4
2,50-	.3	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.3
2,75-	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
3,00-	.2	.2	.2	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.2	.2	.2
3,25-	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2
3,50-	.1	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.1
3,75-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1
4,00-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1
4,25-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1
4,50-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1
4,75-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1
5,00-	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1

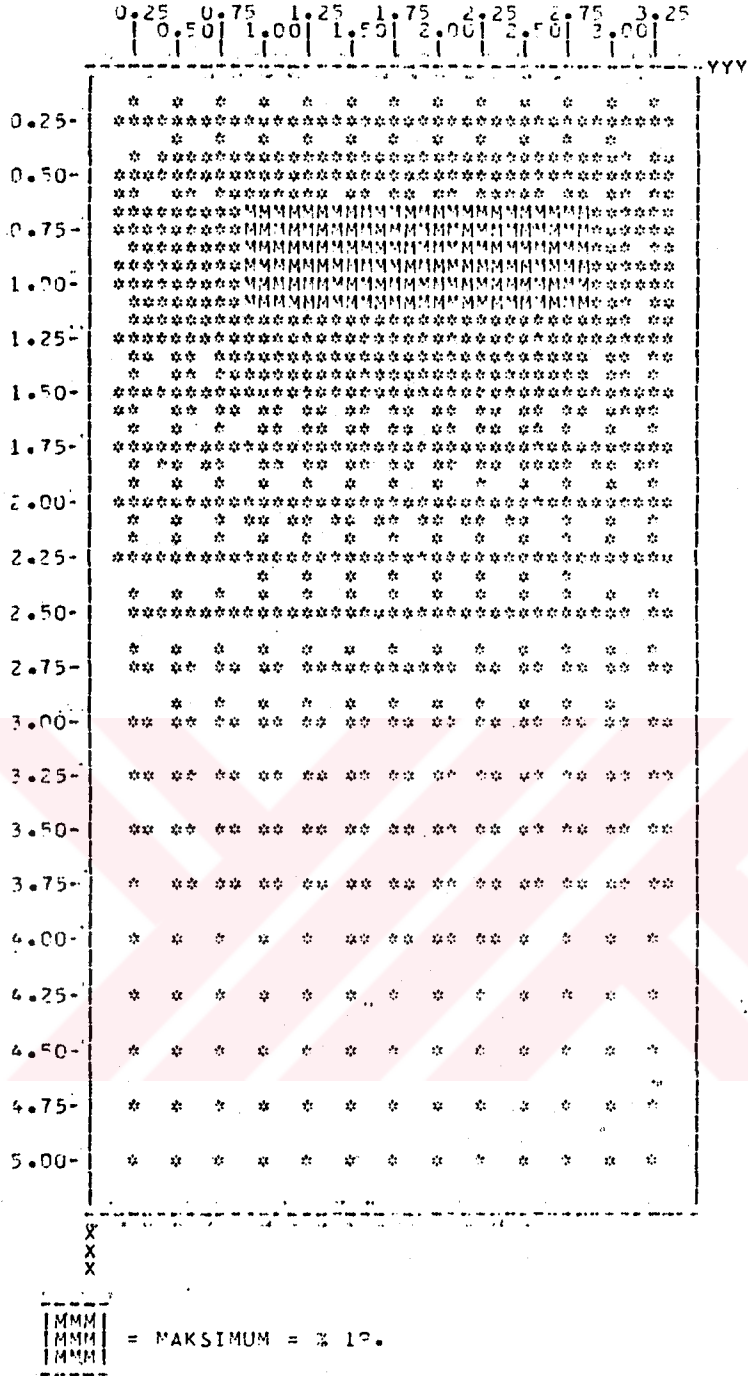
Şekil 3-29 Çalışma düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



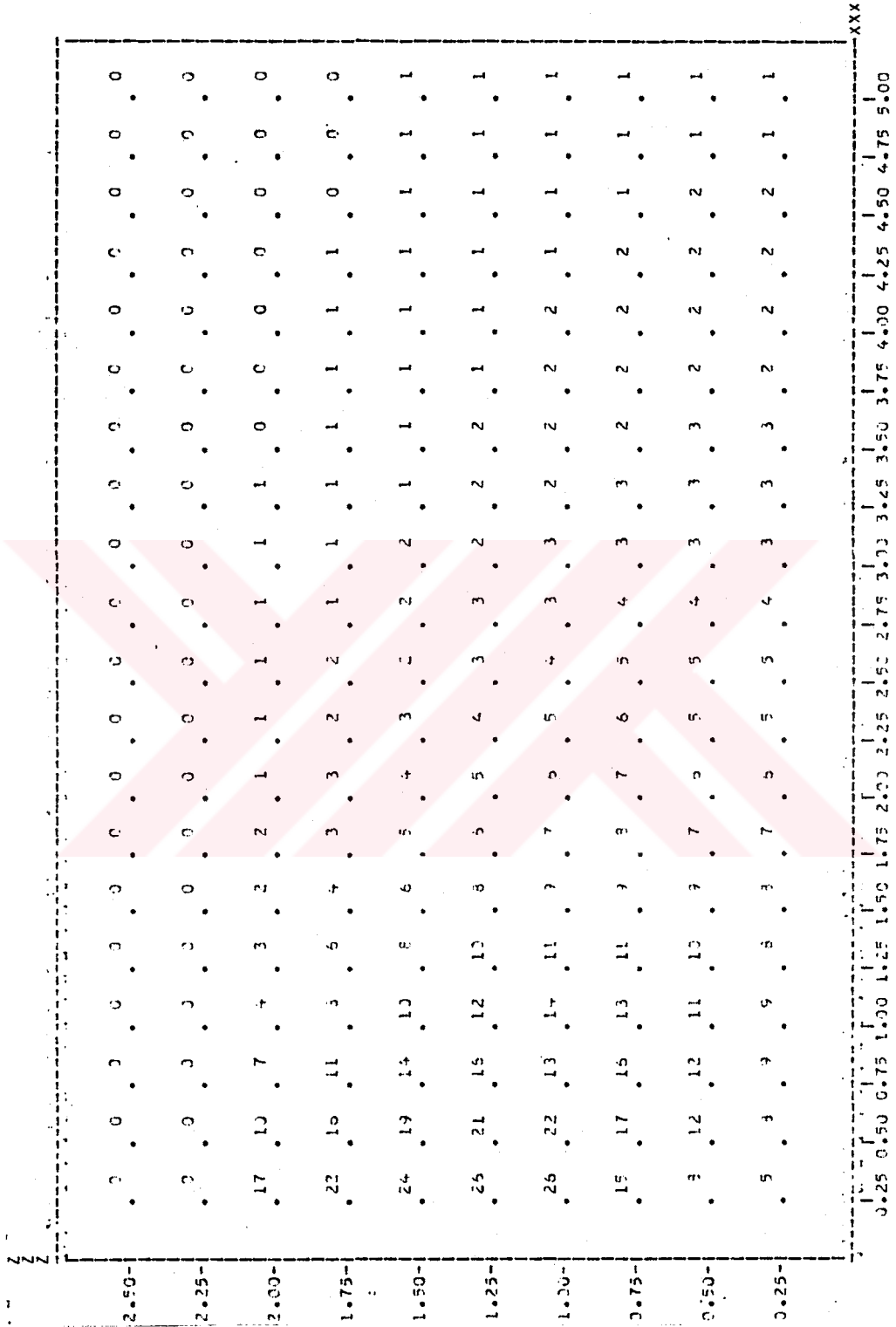
Şekil 3-30. Çalışma düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25
0,25-	8	9	10	10	10	10	9	10	10	10	10	9	9
0,50-	13	15	15	17	17	16	16	16	17	17	16	15	13
0,75-	15	17	18	19	19	19	19	19	19	19	19	18	16
1,00-	15	17	18	19	19	19	19	19	19	19	19	17	15
1,25-	13	15	16	17	18	18	18	18	18	18	17	16	14
1,50-	12	13	14	15	15	15	15	15	15	15	14	13	12
1,75-	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12	11	11	10
2,00-	7	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	7
2,25-	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	6	6	5
2,50-	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
2,75-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3,00-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3,25-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
3,50-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3,75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,00-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,25-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,50-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,75-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,00-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

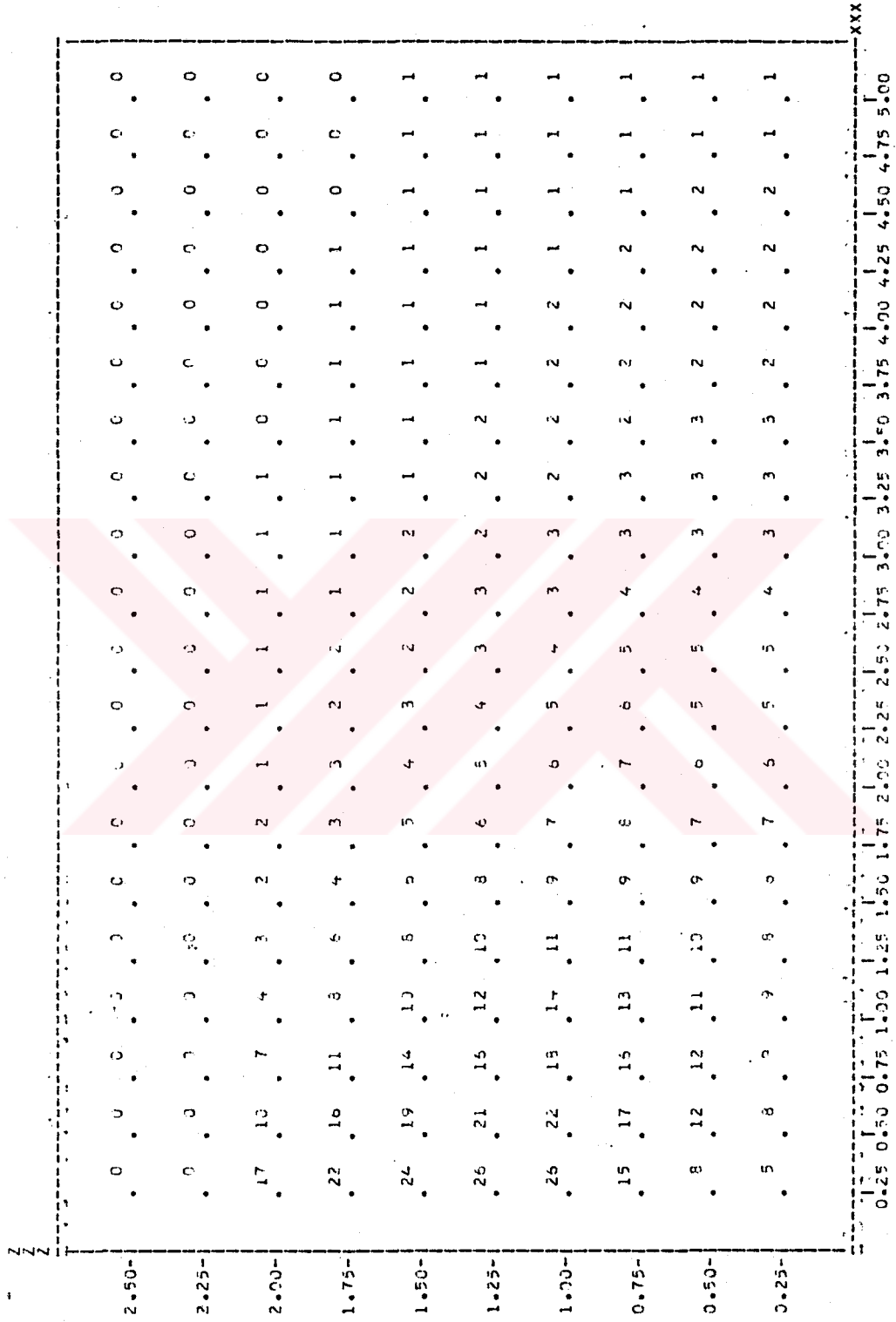
Şekil 3-31 A düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



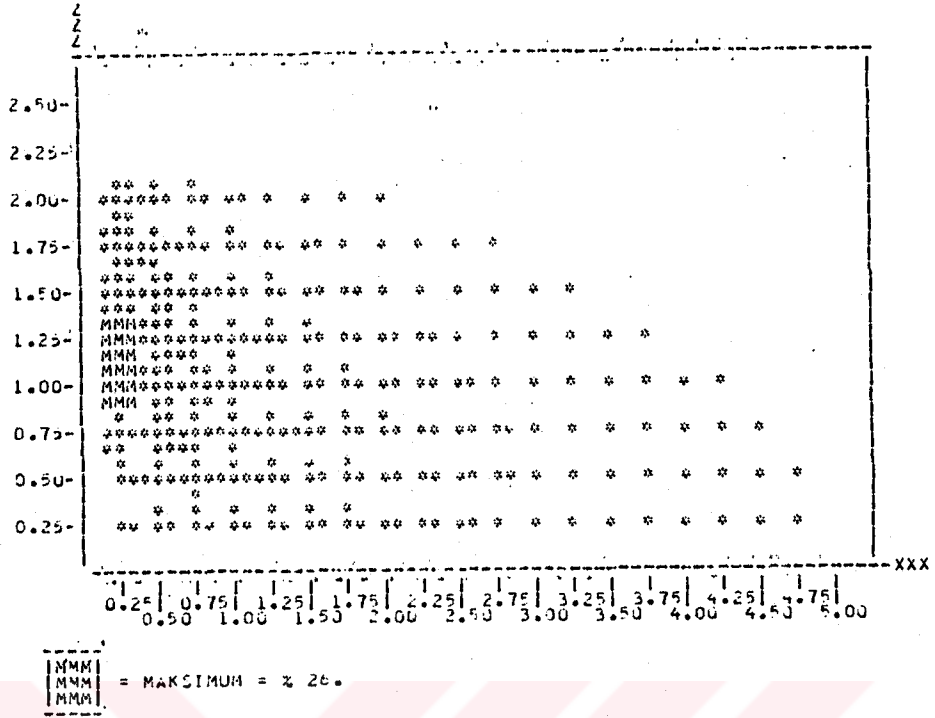
Şekil 3-32 A düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



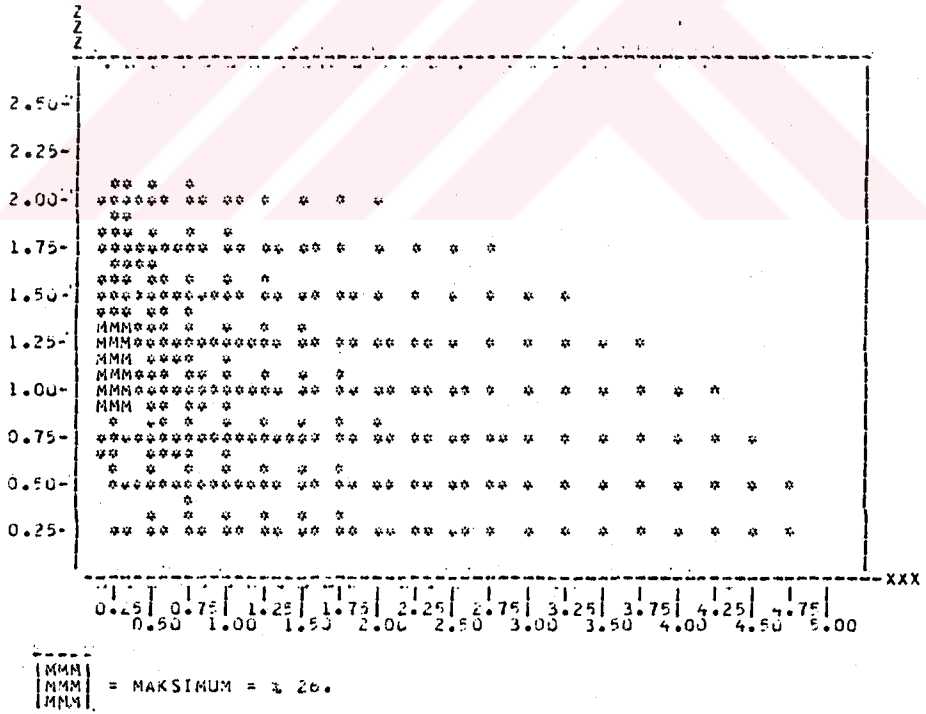
Şekil 3-33 B düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



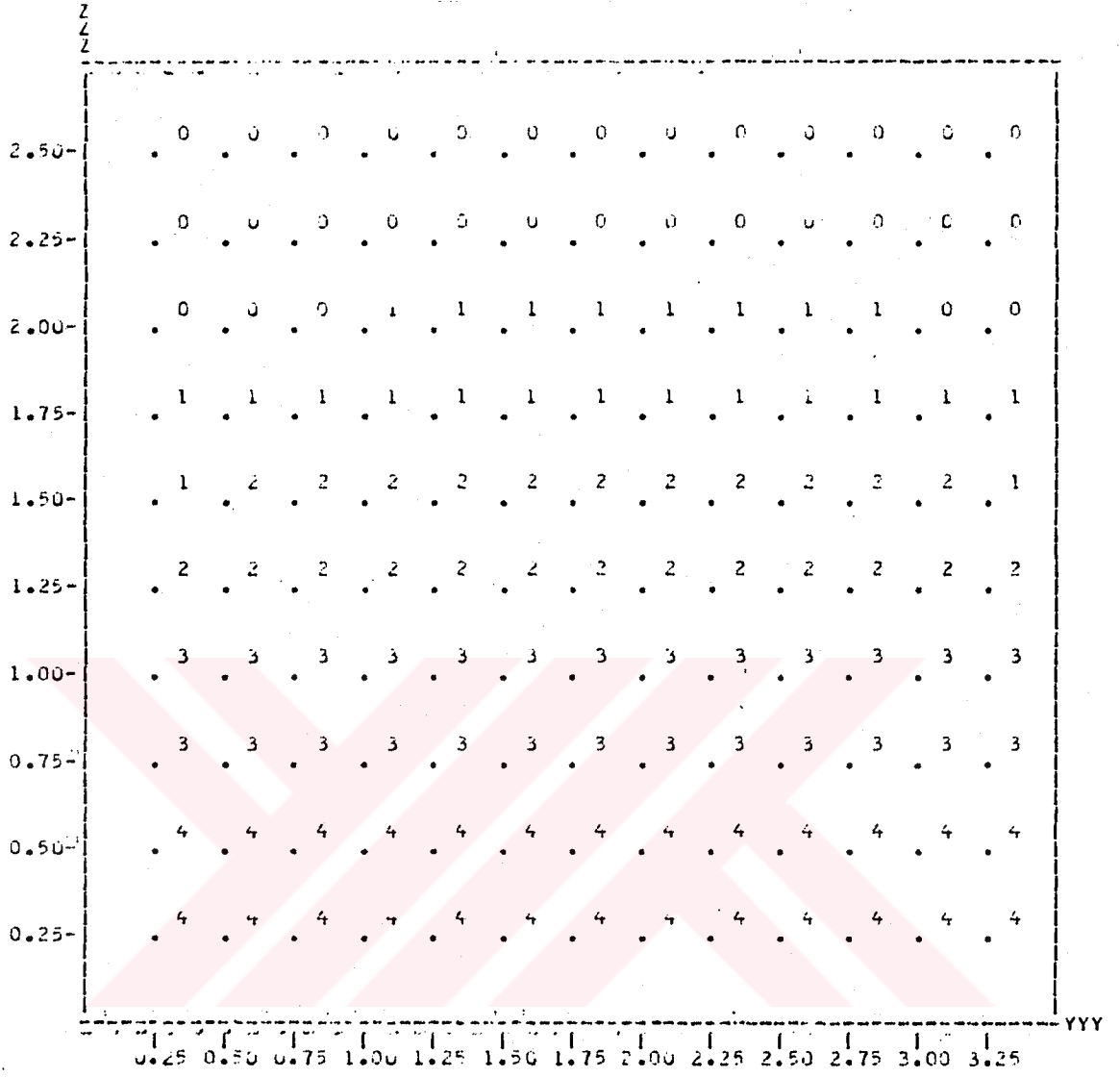
Şekil 3-34 B1 düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



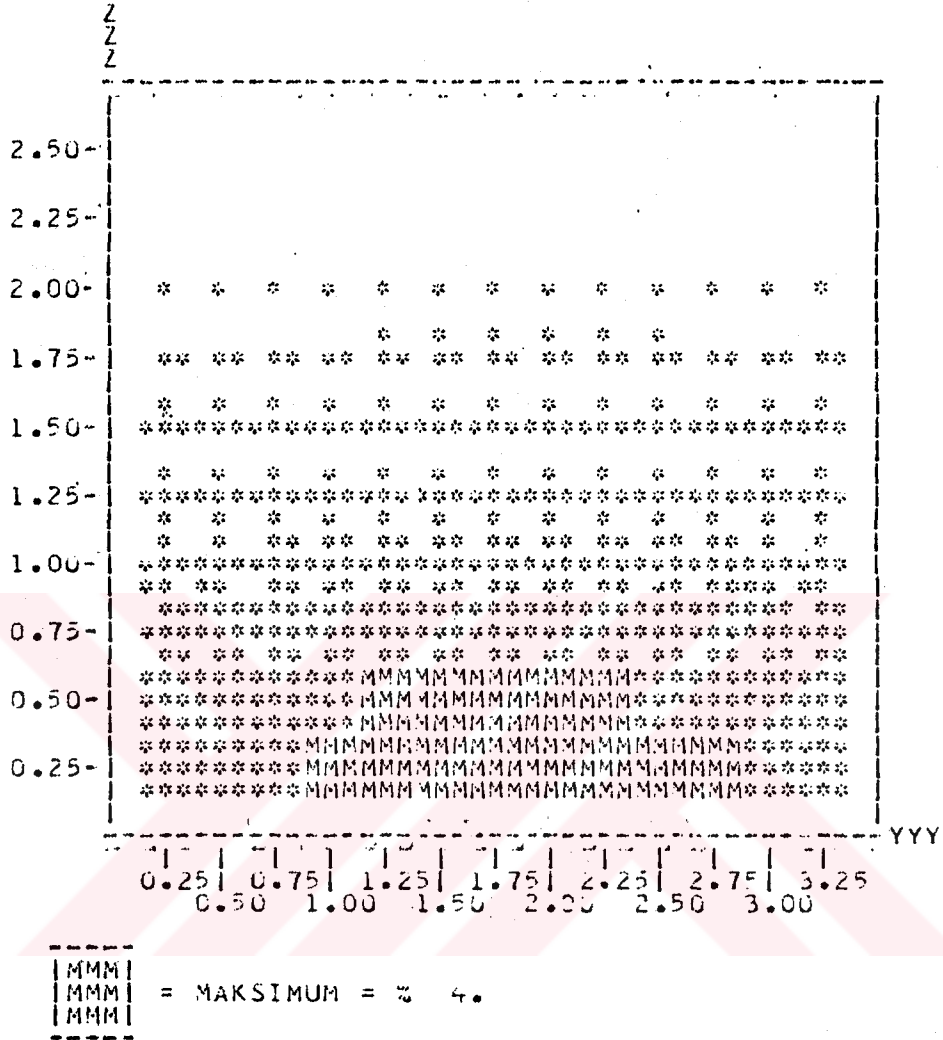
Şekil 3-35 B düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



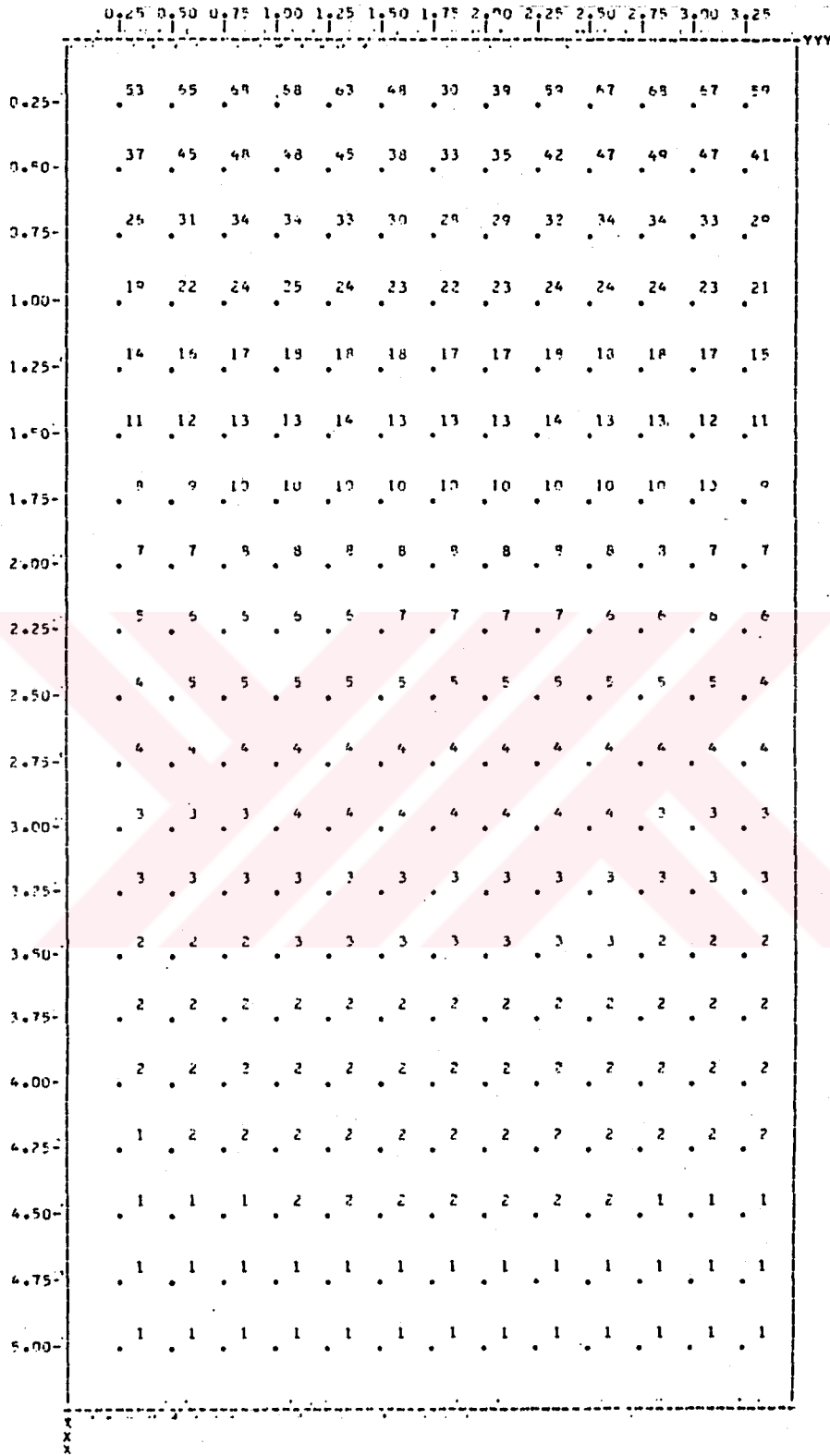
Şekil 3-36 B1 düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



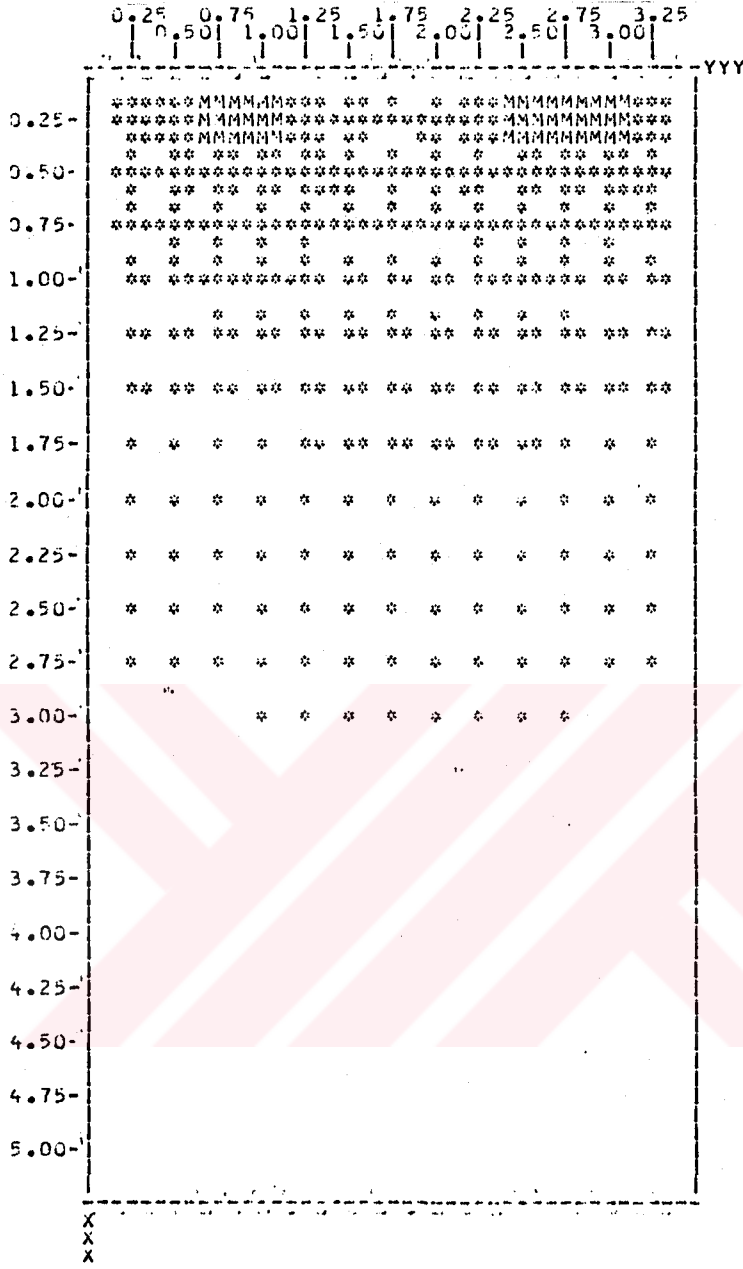
Şekil 3-37 C düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



Şekil 3-38 C düzleminde pencereden kaynaklanan E/LZ
 faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği



Şekil 3-39 Çalışma düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



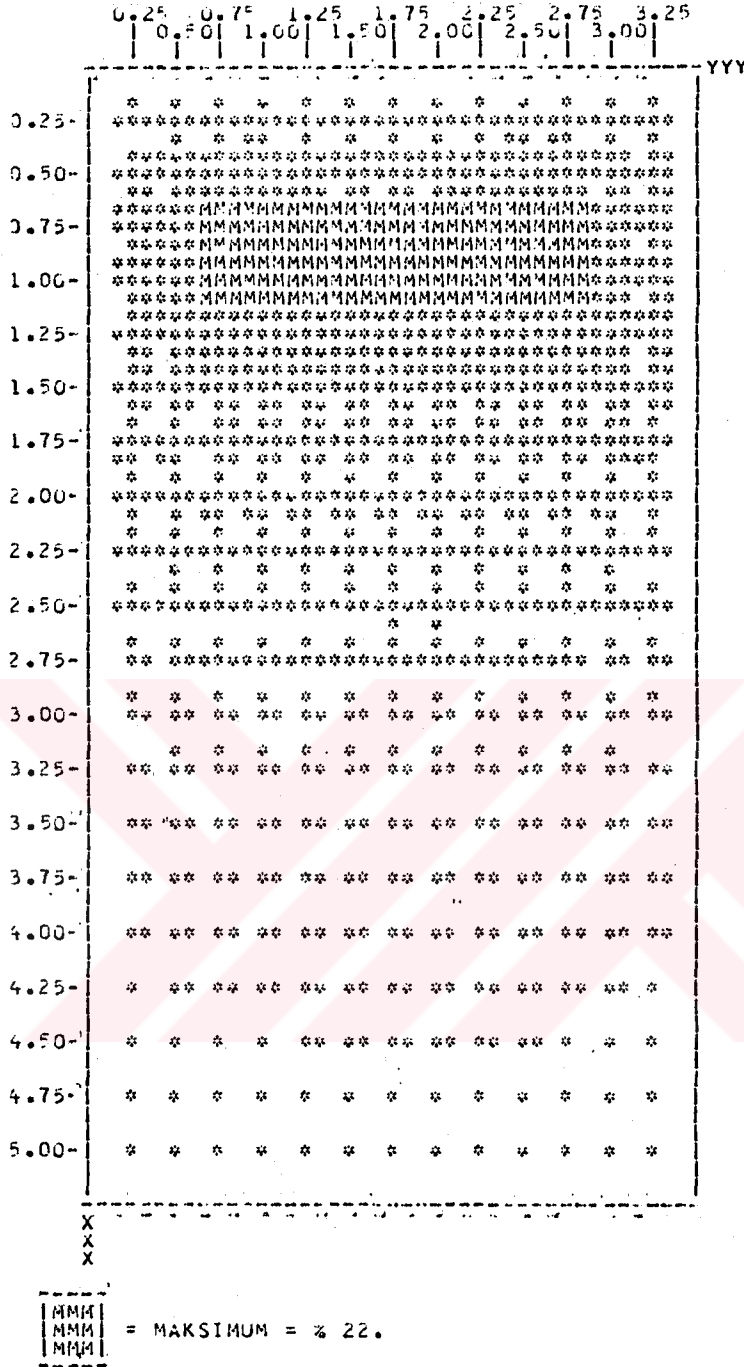
MMM
MMM
MMM

 = MAKSIMUM = % 68.

Şekil 3-40 Çalışma düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25
0.25-	.9	.11	.12	.12	.12	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.11	.10
0.50-	.15	.17	.13	.19	.19	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.18	.16
0.75-	.17	.20	.21	.22	.22	.21	.21	.21	.22	.22	.21	.20	.19
1.00-	.17	.19	.21	.21	.22	.22	.21	.21	.22	.22	.21	.20	.18
1.25-	.16	.18	.17	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.19	.18	.17
1.50-	.14	.16	.17	.17	.18	.18	.19	.18	.18	.18	.17	.16	.15
1.75-	.12	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.15	.15	.15	.14	.13
2.00-	.11	.12	.12	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.12	.11
2.25-	.9	.10	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.10	.10
2.50-	.8	.9	.9	.9	.10	.10	.10	.10	.10	.9	.9	.9	.8
2.75-	.7	.7	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.8	.7
3.00-	.6	.6	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.7	.6
3.25-	.5	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.6	.5
3.50-	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5
3.75-	.4	.4	.4	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.5	.4	.4	.4
4.00-	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4
4.25-	.3	.3	.3	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.4	.3	.3	.3
4.50-	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
4.75-	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3
5.00-	.2	.2	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.2

Şekil 3-41 A düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı [%]



Şekil 3-42 A düzleminde pencereden ve iç yansılardan kaynaklanan E/LZ faktörleri dağılımı yoğunluk grafiği

3.3.2. EDEG PROGRAMI

EDEG programı, verilerinin bir kısmını ELZET programından, bir kısmını da kullanıcıdan alarak, söz konusu olan hacimde belirli bir tarih ve saatte oluşan aydınlık düzeyi değerlerini ve belirli bir ortalama aydınlık düzeyi altında kabul edilebilir rahatsız etmeyen aydınlık düzeyi değişimine göre, bu odada yapay ışık ile sağlanması gereken aydınlık düzeyi dağılımını hesaplar.

EDEG programı da ELZET programı gibi interaktif çalışan bir program olduğundan, programı kullanan kişinin programın çalışması sırasında aşağıda belirtilen soruları cevaplaması gerekir.

- 1) Aydınlık düzeyi dağılımlarını hangi ay için görmek istiyorsunuz? Ocak 1. ay olmak üzere, sayısal olarak yazınız.
- 2) Aydınlık düzeyi dağılımlarını söz konusu ayın hangi günü için görmek istiyorsunuz?
- 3) Aydınlık düzeyi dağılımlarını söz konusu günün hangi saati için görmek istiyorsunuz? 1.00 ile 24.00 arasında bir saati seçiniz.
- 4) İçerisinde aydınlık düzeyi dağılımları hesaplanan binanın bulunduğu şehrin enlem derecesini yazınız.
- 5) Tasarım konusu olan hacimde sağlanması istenen ortalama aydınlık düzeyini (E0) ve bu aydınlık düzeyi altında, kabul edilebilir rahatsız etmeyen aydınlık düzeyi farkını (EF) yazınız.

Ortalama aydınlık düzeyi E0 belirlendikten sonra, bu aydınlık düzeyi altındaki, kabul edilebilir rahatsız etmeyen aydınlık düzeyi farkı EF, en fazla E0' ın %10' u olarak alınabilir [40].

EDEG programının DIMENSION deyimi 3.3.1. bölümündeki değişkenler cinsinden

DIMENSION EM(NX,NY), NFX(NM,NM), NAY(11), ZD(NM)
şeklinde ifade edilebilir.

EDEG programının kullanımına örnek olmak üzere, Şekil 3-13' de boyutları ve Şekil 3-14' de engel ile ilişkileri belirlenmiş olan aynı bina içerisindeki Örnek Oda 1 ve Örnek Oda 2 alınmıştır. Binanın İstanbul' da, yani 41. enlem derecesinde bulunduğu kabul edilmiş ve, en iyi ve en kötü ışık koşullarını vereceklerinden hesaplar gundönümleri , 21 Aralık ve 21 Haziran için

yapılmıştır. Elde edilen aydınlık düzeyi dağılımları bu tarihlerde saat 8.00, 12.00 ve 17.00 için, $E_0 = 500 \text{ lx}$ ve $E_F = 50 \text{ lx}$ alınarak çıkarılmıştır.

EDEG programının akış diyagramı Ek H' da, programın dökümü ise Ek I' da verilmiştir.

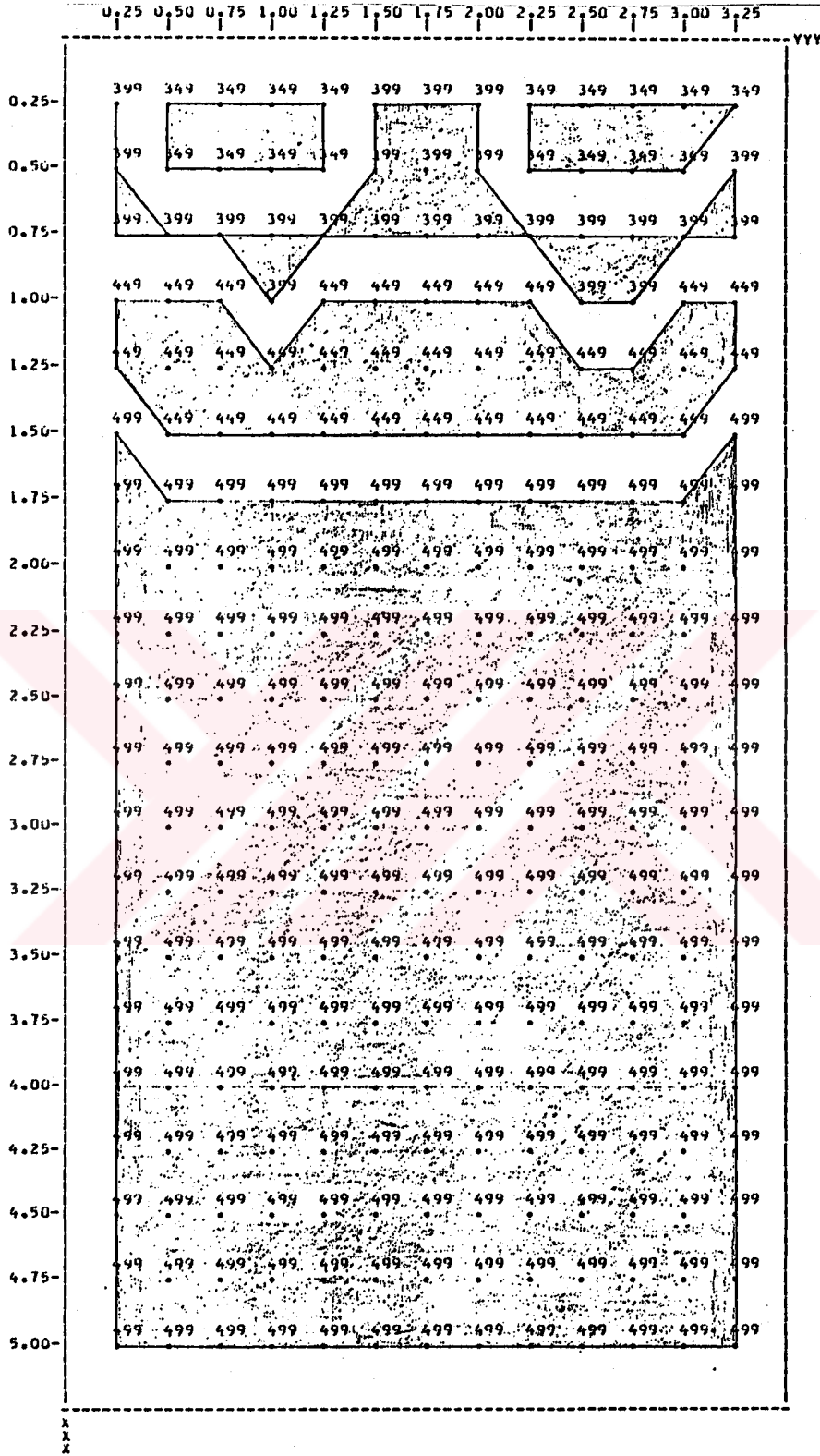


Örnek oda 1 için sonuçlar:

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0.25-	142	170	188	187	173	137	103	120	102	183	189	182	159	
0.50-	131	159	172	173	162	141	126	133	154	170	174	160	144	
0.75-	103	122	132	134	129	120	115	117	126	133	134	127	112	
1.00-	79	91	99	102	100	97	95	96	99	102	101	95	84	
1.25-	60	69	74	77	77	76	76	76	77	77	76	71	64	
1.50-	46	51	56	58	59	59	59	59	59	59	57	53	48	
1.75-	34	38	41	43	44	44	44	44	44	43	42	39	36	
2.00-	25	28	30	31	32	33	33	33	33	32	31	29	26	
2.25-	19	20	22	23	24	24	24	24	24	23	22	21	19	
2.50-	14	15	16	17	17	18	18	18	17	17	16	15	14	
2.75-	10	11	12	12	12	13	13	13	13	12	12	11	10	
3.00-	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	8	8	7	
3.25-	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	
3.50-	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
3.75-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4.00-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
4.25-	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
4.50-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
4.75-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5.00-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Şekil 3-43 21 Aralık - Saat : 8.00

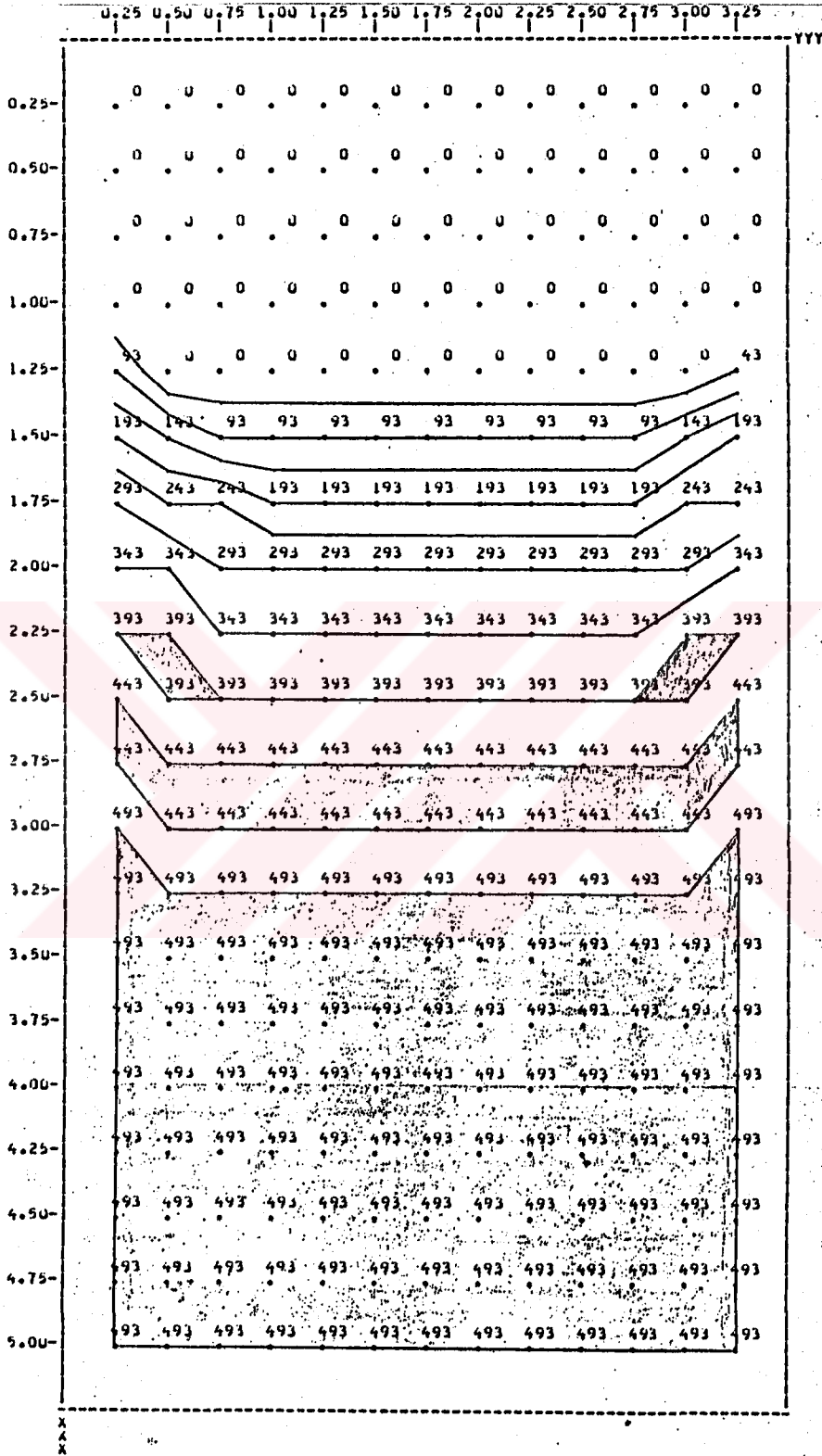
Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]

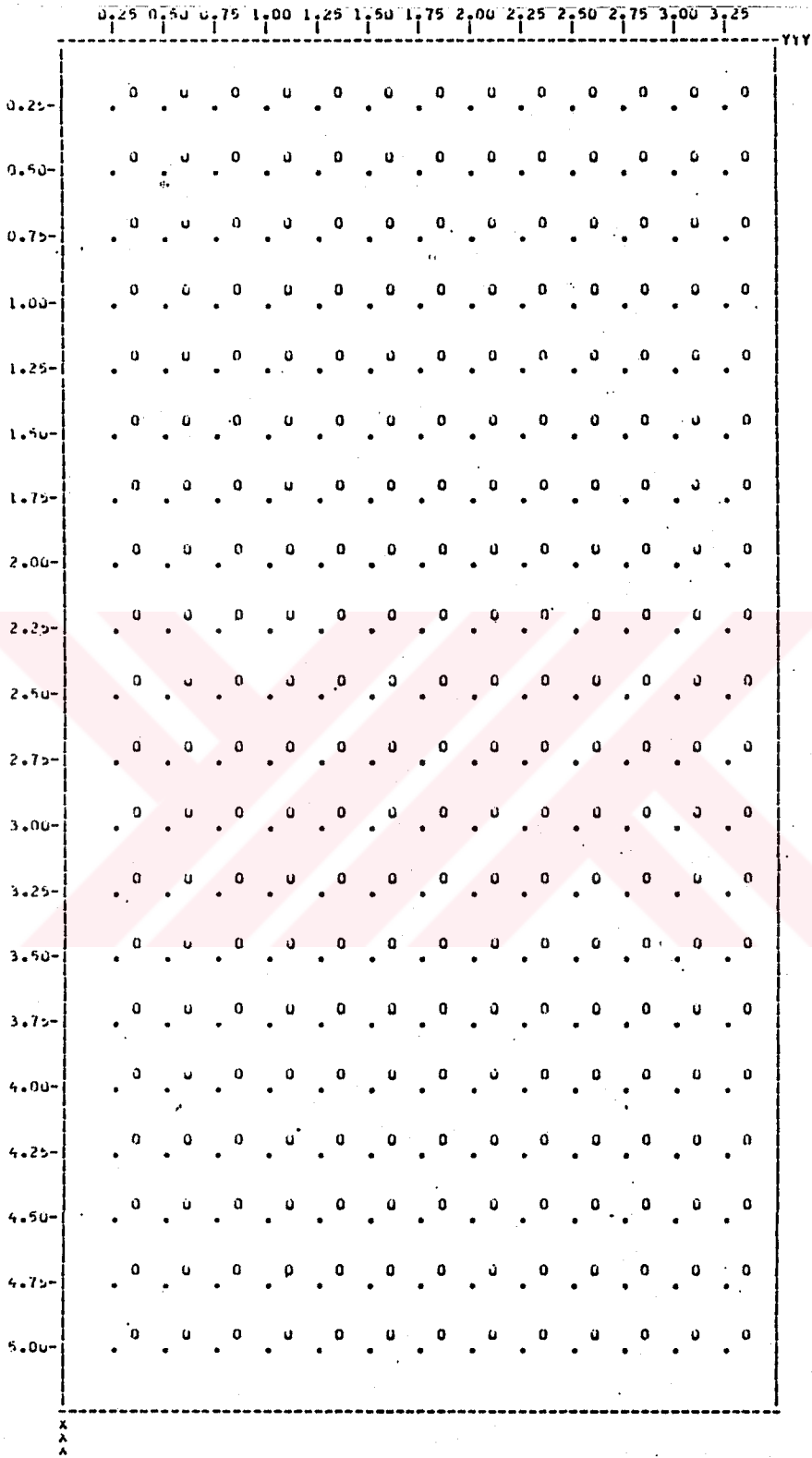


	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0.25-	1047	1301	1308	1384	1280	1015	765	886	1195	1357	1396	1349	1175	
0.50-	908	1176	1276	1281	1198	1046	933	987	1142	1258	1288	1229	1066	
0.75-	761	904	980	995	957	891	848	868	931	985	993	942	826	
1.00-	583	677	733	753	742	718	702	709	733	751	745	703	625	
1.25-	444	508	549	569	572	566	561	563	570	572	559	527	472	
1.50-	338	381	411	429	437	438	438	438	438	433	420	394	356	
1.75-	250	280	301	316	324	328	329	328	326	320	308	289	263	
2.00-	186	206	221	232	239	243	245	244	241	235	226	212	194	
2.25-	138	152	162	170	176	179	180	180	177	172	165	156	143	
2.50-	102	111	119	124	128	131	132	131	129	126	121	114	106	
2.75-	74	81	86	90	92	94	95	95	93	91	87	83	77	
3.00-	53	58	61	64	66	67	67	67	66	64	62	59	55	
3.25-	37	40	42	44	45	46	46	46	45	44	43	41	38	
3.50-	24	26	28	29	29	30	30	30	30	29	28	27	25	
3.75-	14	16	17	17	18	18	18	18	18	17	17	16	15	
4.00-	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	13	13	12	
4.25-	10	11	12	12	12	13	13	13	12	12	12	11	10	
4.50-	9	10	11	11	11	11	12	11	11	11	11	10	9	
4.75-	8	9	10	10	10	11	11	11	10	10	10	9	8	
5.00-	7	8	9	9	9	10	10	10	10	9	9	8	7	

Şekil 3-45 21 Aralık - Saat : 12.00

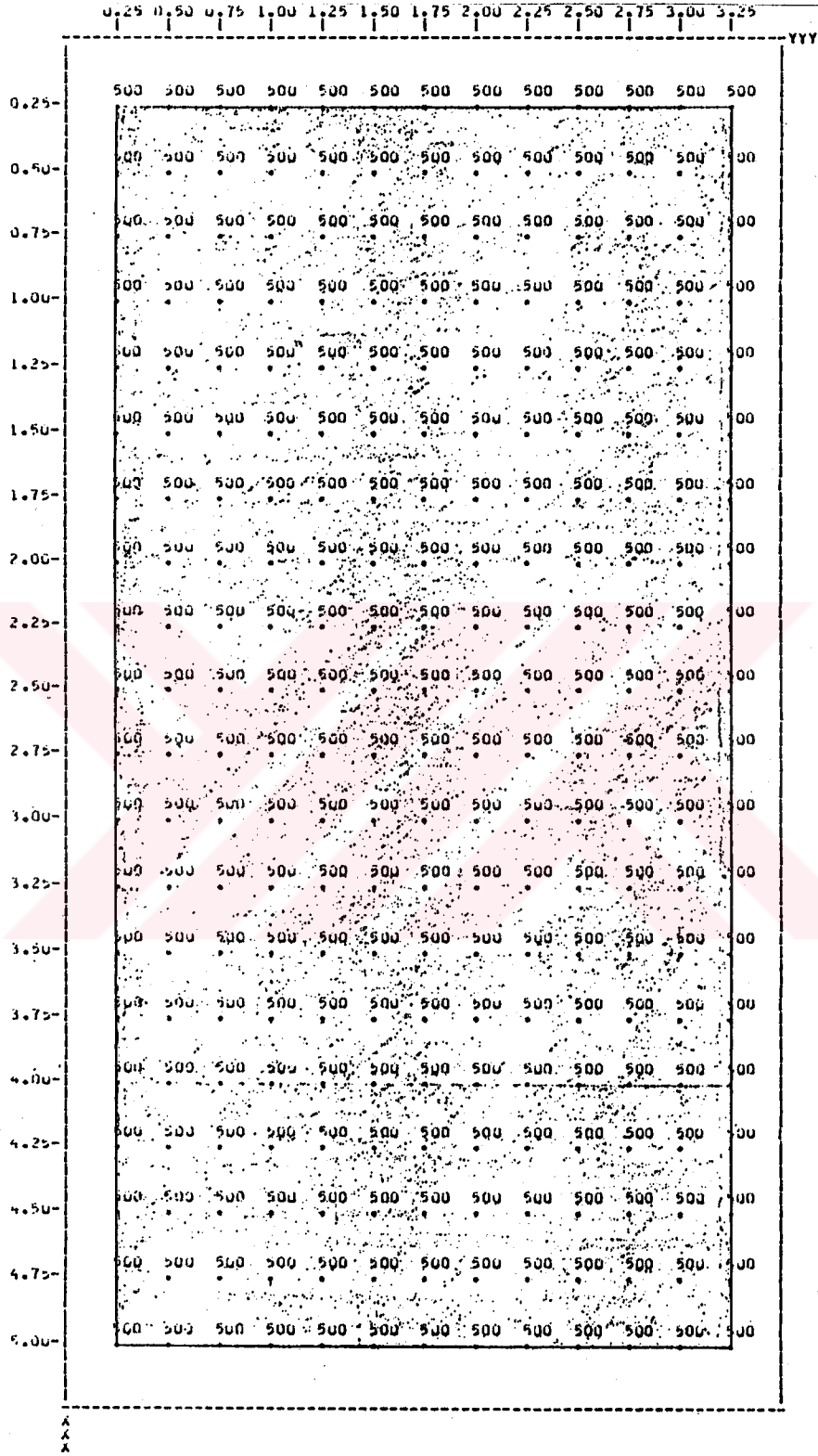
Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]





Şekil 3-47 21 Aralık - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



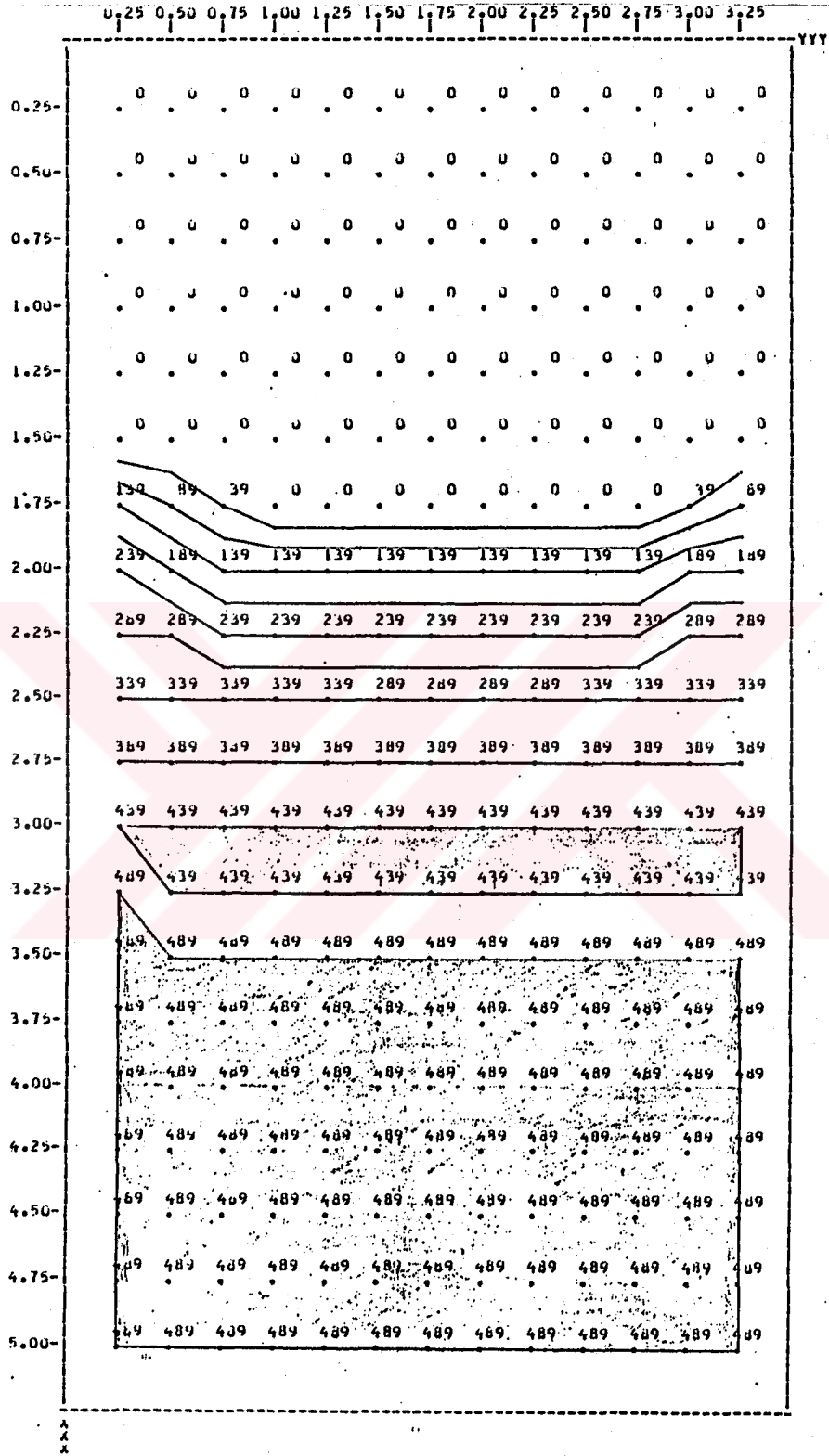
Şekil 3-48 21 Aralık - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0,25-	1711	2125	2267	2261	2092	1658	1249	1448	1953	2218	2280	2204	1920	
0,50-	1541	1925	2084	2092	1958	1708	1525	1612	1866	2055	2104	2008	1741	
0,75-	1243	1476	1601	1625	1563	1455	1385	1417	1522	1609	1522	1538	1349	
1,00-	952	1106	1197	1229	1213	1173	1147	1159	1197	1227	1217	1149	1020	
1,25-	725	830	897	930	934	924	917	920	931	934	914	860	771	
1,50-	552	623	672	701	714	716	715	716	715	707	685	644	582	
1,75-	409	457	492	510	529	536	537	537	532	522	503	472	430	
2,00-	304	337	361	379	391	397	399	398	394	384	369	347	317	
2,25-	225	248	265	274	287	292	294	293	289	282	270	255	234	
2,50-	166	182	194	203	209	213	215	214	211	205	197	186	172	
2,75-	121	132	140	146	151	154	155	155	152	148	142	135	126	
3,00-	87	94	100	104	107	109	110	109	108	105	101	96	90	
3,25-	60	65	69	72	74	75	75	75	74	72	70	67	62	
3,50-	40	43	45	47	48	49	49	49	48	47	46	44	41	
3,75-	24	26	27	28	29	29	29	29	29	28	27	26	24	
4,00-	19	20	21	22	23	23	23	23	23	22	21	20	19	
4,25-	17	18	19	20	20	21	21	21	20	20	19	18	17	
4,50-	15	16	17	18	18	19	19	19	18	18	17	16	15	
4,75-	13	15	16	16	17	17	17	17	17	16	16	15	13	
5,00-	11	13	14	15	15	16	16	16	16	15	14	13	12	

Şekil 3-49 21 Haziran - Saat : 8.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



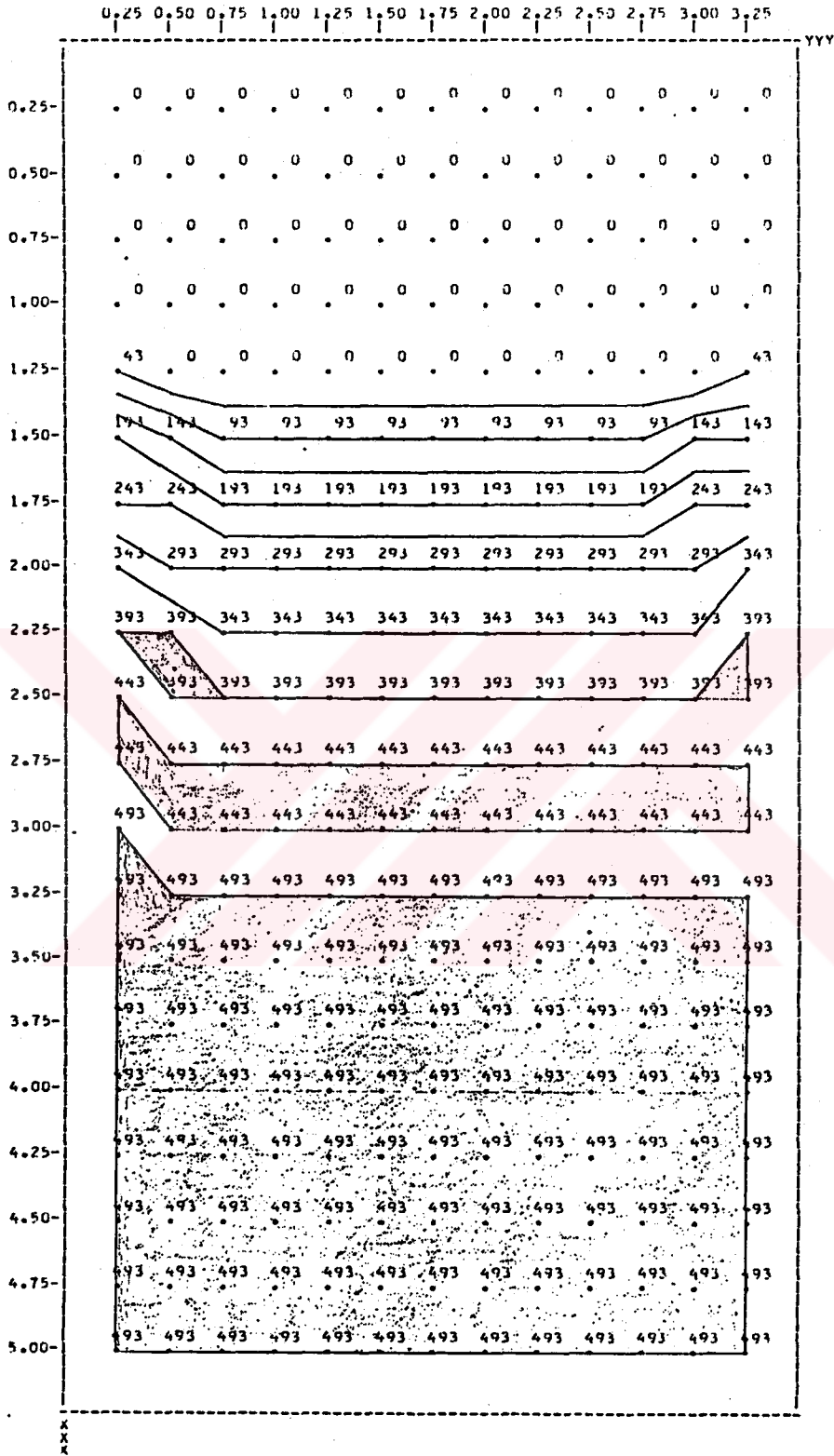
Şekil 3-50 21 Haziran - Saat : 8.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	YYY
0.25-	1078	1339	1428	1424	1318	1045	787	912	1230	1397	1436	1388	1210	
0.50-	996	1213	1313	1318	1233	1076	961	1015	1176	1295	1325	1265	1097	
0.75-	783	930	1009	1024	985	917	872	893	959	1014	1022	969	850	
1.00-	600	677	754	775	764	719	723	730	754	773	767	724	643	
1.25-	457	523	565	586	589	582	577	580	587	588	576	542	436	
1.50-	348	392	423	442	450	451	451	451	450	446	432	406	367	
1.75-	258	288	310	325	333	337	339	338	335	329	317	297	271	
2.00-	191	212	228	239	246	250	252	251	249	242	232	218	200	
2.25-	142	156	167	175	181	184	185	185	182	177	170	160	148	
2.50-	105	114	122	128	132	134	135	135	133	129	124	117	109	
2.75-	76	83	88	92	95	97	98	97	96	93	90	85	79	
3.00-	55	59	63	65	67	69	69	69	68	66	64	61	57	
3.25-	38	41	43	45	46	47	48	47	47	46	44	42	39	
3.50-	25	27	29	30	30	31	31	31	30	30	29	28	26	
3.75-	15	16	17	18	18	18	18	18	18	18	17	16	15	
4.00-	12	13	13	14	14	14	15	14	14	14	13	13	12	
4.25-	10	11	12	12	13	13	13	13	13	12	12	11	11	
4.50-	9	10	11	11	12	12	12	12	12	11	11	10	10	
4.75-	8	9	10	10	11	11	11	11	11	10	10	9	8	
5.00-	7	8	9	9	10	10	10	10	10	9	9	8	7	

Şekil 3-51 21 Haziran - Saat : 12.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



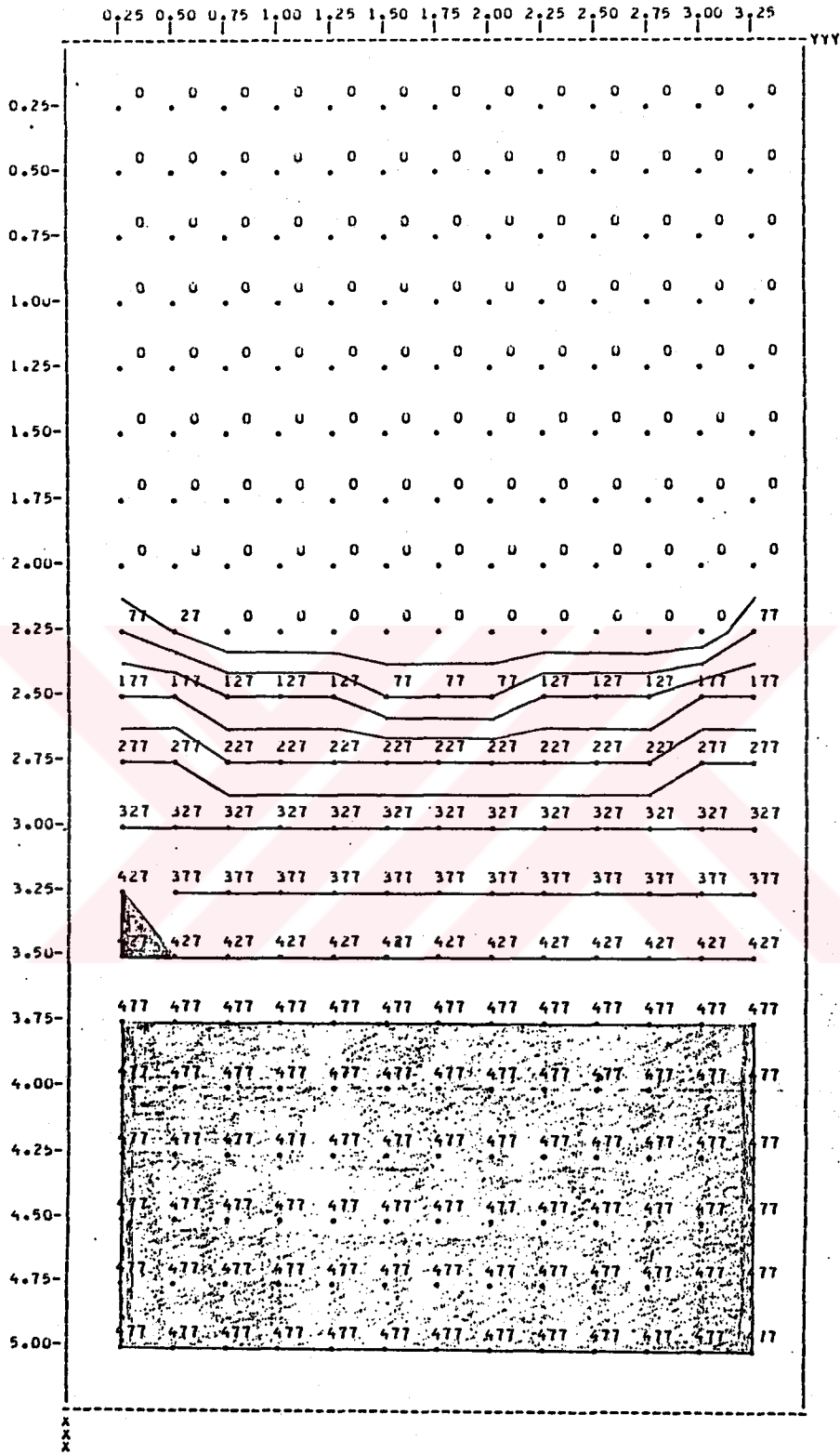
Şekil 3-52 21 Haziran - Saat : 12.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	YYY
0.25-	3417	4243	4527	4514	4176	3311	2495	2891	3900	4428	4552	4400	3834	
0.50-	3157	3844	4162	4177	3909	3411	3045	3218	3726	4104	4201	4010	3477	
0.75-	2482	2947	3198	3246	3121	2906	2765	2830	3038	3213	3239	3072	2693	
1.00-	1902	2208	2391	2455	2421	2342	2291	2314	2391	2451	2430	2295	2038	
1.25-	1448	1657	1791	1856	1866	1846	1830	1837	1859	1865	1824	1718	1540	
1.50-	1102	1243	1341	1400	1425	1429	1428	1429	1428	1413	1369	1286	1163	
1.75-	817	913	983	1030	1057	1069	1073	1071	1063	1042	1004	943	858	
2.00-	606	672	721	757	780	793	798	795	786	767	736	692	634	
2.25-	449	495	529	555	573	584	588	586	578	563	540	508	468	
2.50-	332	363	387	405	418	426	429	428	421	410	394	372	344	
2.75-	242	264	280	292	302	307	310	309	304	296	284	270	251	
3.00-	174	188	199	208	214	218	219	218	215	210	202	192	180	
3.25-	121	131	138	143	147	150	151	150	148	144	139	133	124	
3.50-	80	86	90	94	96	98	98	98	97	94	91	87	82	
3.75-	47	52	54	56	57	58	58	58	57	56	54	52	49	
4.00-	37	41	43	44	45	46	46	46	45	44	43	41	38	
4.25-	33	36	38	39	40	41	41	41	41	39	38	36	34	
4.50-	30	32	34	36	37	37	38	37	37	36	34	33	30	
4.75-	26	29	31	33	34	34	35	34	34	33	31	29	27	
5.00-	23	26	28	30	31	32	32	32	31	30	29	26	23	

Şekil 3-53 21 Haziran - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



Şekil 3-54 21 Haziran - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

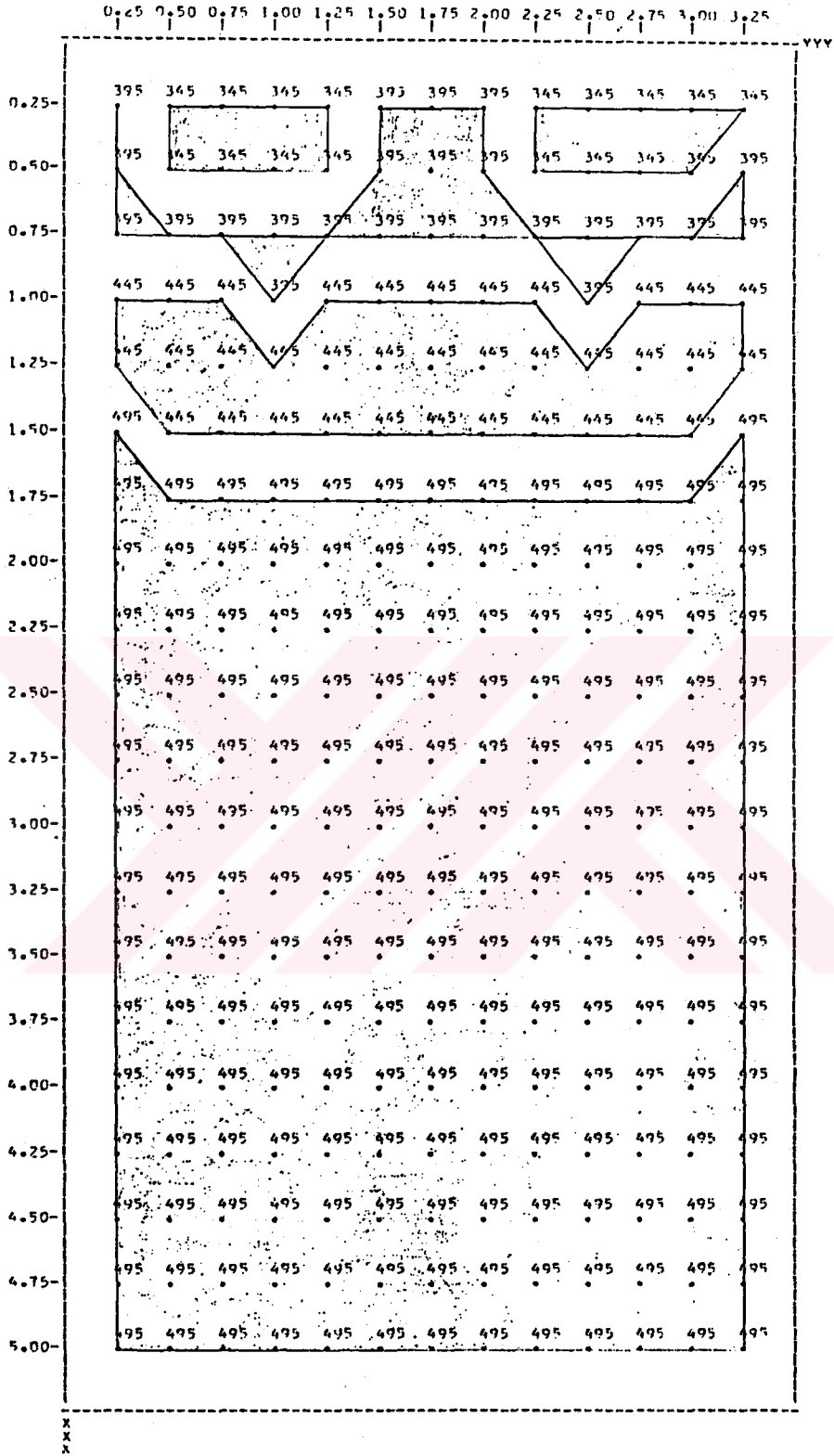
Örnek oda 2 için sonuçlar:

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25
0.25-	144	179	190	189	175	139	105	122	164	186	191	185	162
0.50-	135	163	176	176	164	144	128	136	157	173	177	170	148
0.75-	107	126	136	138	132	123	117	120	128	136	138	131	116
1.00-	83	96	103	105	103	100	97	96	102	105	104	99	89
1.25-	64	73	78	80	80	79	78	79	80	80	79	75	68
1.50-	50	56	60	62	63	63	62	62	63	62	61	58	53
1.75-	40	44	47	48	49	50	50	50	49	49	47	45	42
2.00-	37	35	37	38	39	40	40	40	39	39	37	36	33
2.25-	26	26	30	31	31	32	32	32	32	31	30	29	27
2.50-	21	23	24	25	26	26	26	26	26	25	24	23	22
2.75-	18	19	20	21	21	21	22	21	21	21	20	19	18
3.00-	15	16	17	17	18	18	18	18	18	17	17	16	15
3.25-	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	14	14	13
3.50-	11	12	12	12	13	13	13	13	13	12	12	12	11
3.75-	9	10	10	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10
4.00-	8	9	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	8
4.25-	7	8	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	7
4.50-	7	7	7	7	8	8	8	8	9	7	7	7	7
4.75-	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
5.00-	5	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	5

X
X
X

Şekil 3-55 21 Aralık - Saat : 8.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



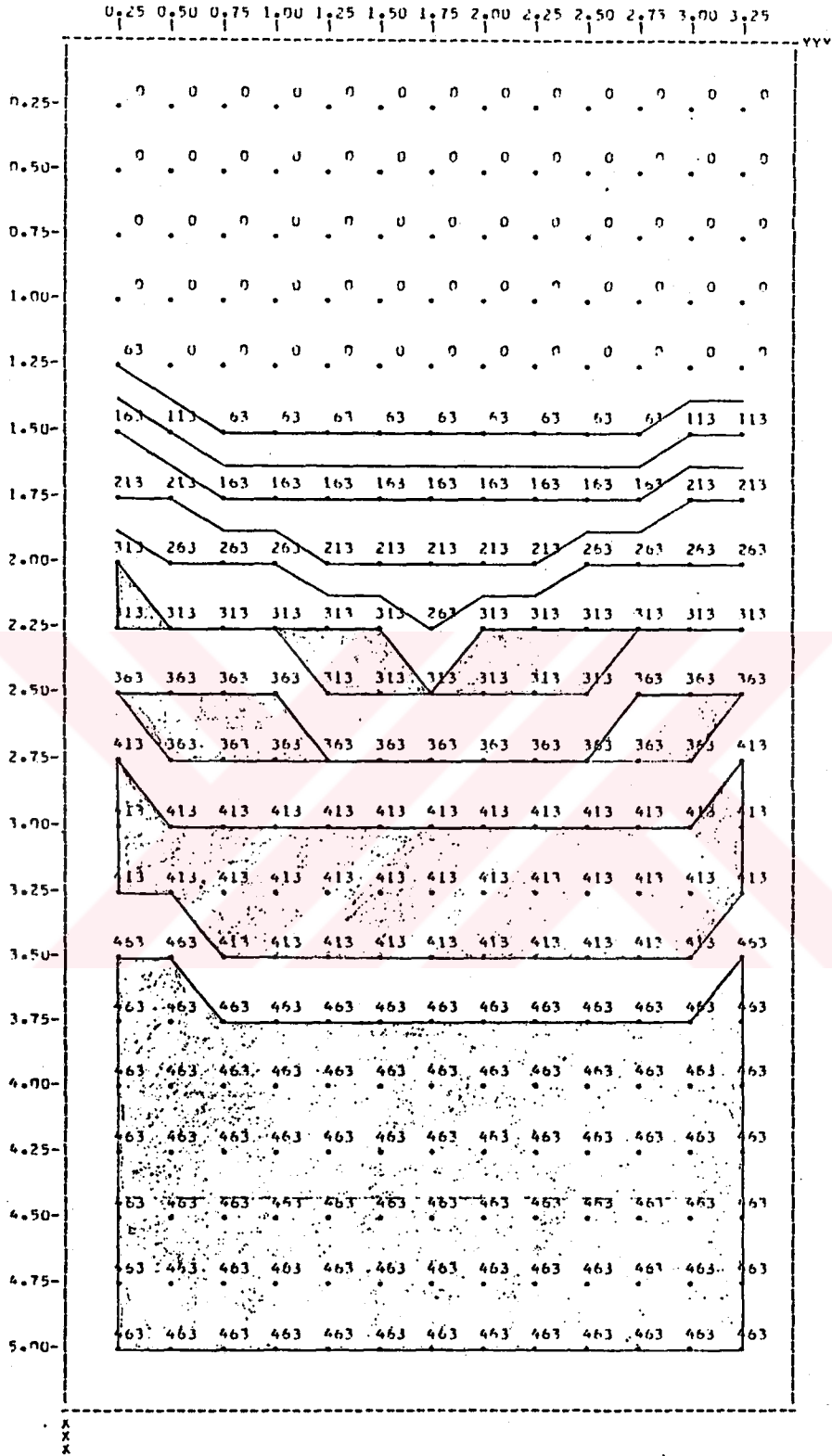
Şekil 3-56 21 Aralık - Saat : 8.00

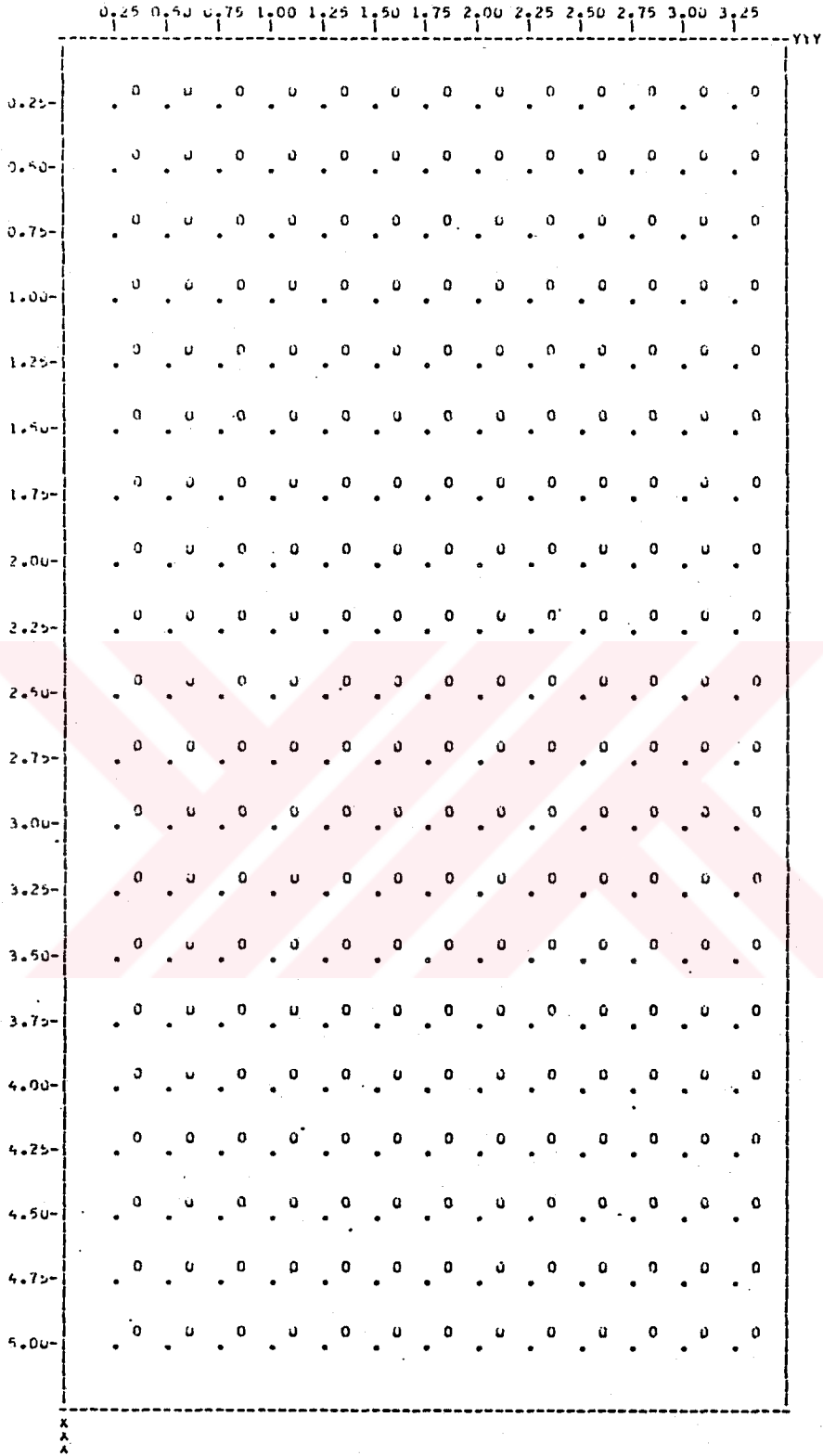
Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0.25-	1417	1760	1877	1872	1732	1373	1035	1199	1617	1836	1888	1825	1590	
0.50-	1309	1594	1726	1732	1621	1415	1263	1335	1545	1702	1742	1663	1442	
0.75-	1029	1222	1326	1346	1294	1205	1147	1174	1260	1333	1343	1274	1117	
1.00-	789	915	992	1018	1004	971	950	960	991	1016	1007	952	845	
1.25-	601	687	743	770	774	765	759	762	771	773	756	712	639	
1.50-	457	515	556	581	591	593	592	592	592	586	568	533	482	
1.75-	339	379	408	427	438	443	445	444	441	432	416	391	356	
2.00-	251	279	299	314	324	329	331	330	326	318	305	287	263	
2.25-	186	205	219	230	238	242	244	243	240	233	224	211	194	
2.50-	138	150	160	168	173	177	178	177	175	170	163	154	143	
2.75-	100	109	116	121	125	127	128	128	125	123	119	112	104	
3.00-	72	78	83	86	89	90	91	91	89	87	84	80	74	
3.25-	50	54	57	59	61	62	62	62	61	60	58	55	52	
3.50-	33	36	38	39	40	41	41	41	40	39	38	36	34	
3.75-	20	21	22	23	24	24	24	24	24	23	23	22	20	
4.00-	15	17	18	18	19	19	19	19	19	18	18	17	16	
4.25-	14	15	16	16	17	17	17	17	17	16	16	15	14	
4.50-	12	13	14	15	15	15	16	15	15	15	14	14	13	
4.75-	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	13	12	11	
5.00-	9	11	12	12	13	13	13	13	13	12	12	11	10	

Şekil 3-57 21 Aralık - Saat : 12.00

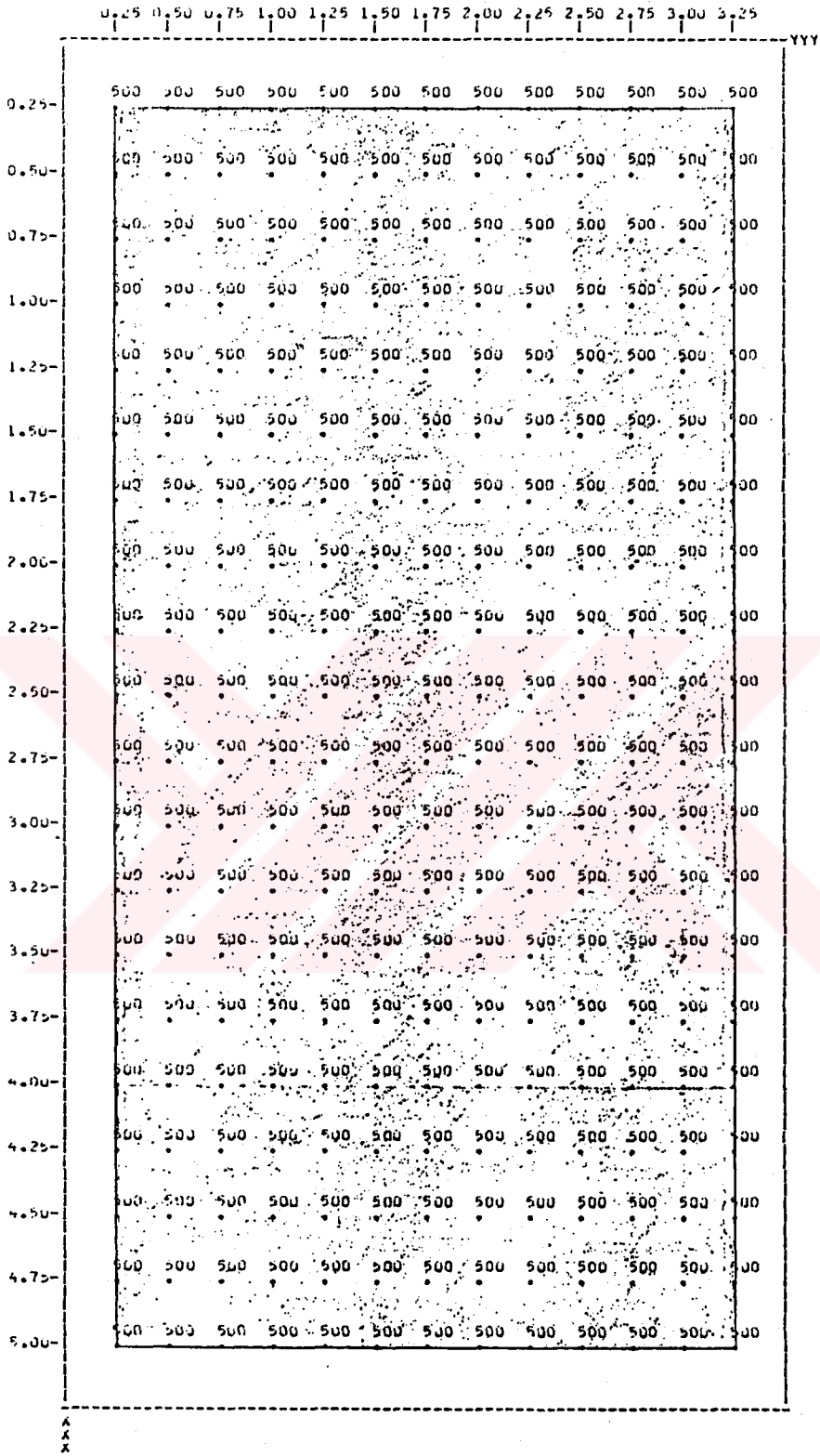
Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]





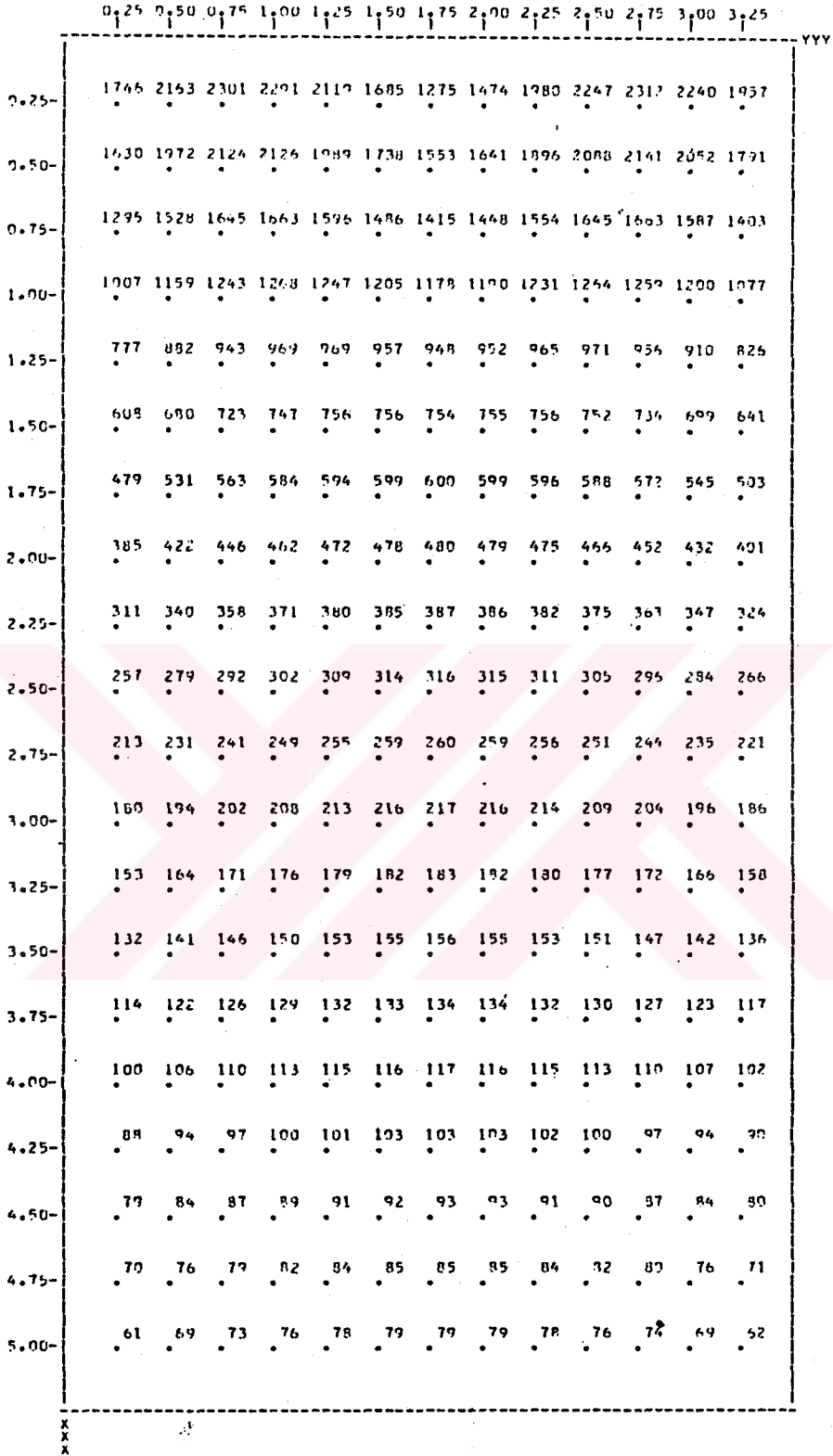
Şekil 3-59 21 Aralık - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı [lx]



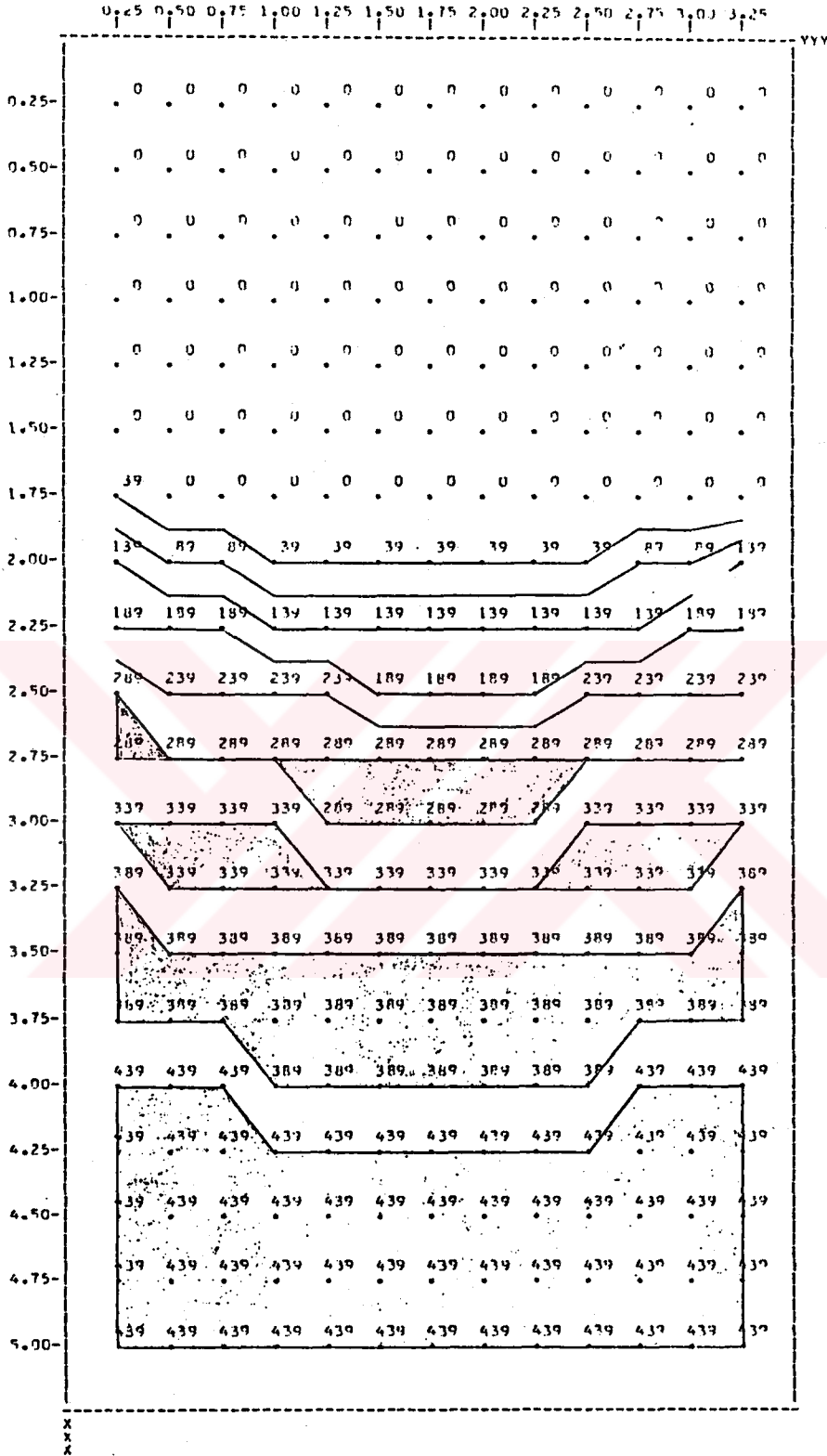
Şekil 3-60 21 Aralık - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]



Şekil 3-61 21 Haziran - Saat : 8.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı [lx]



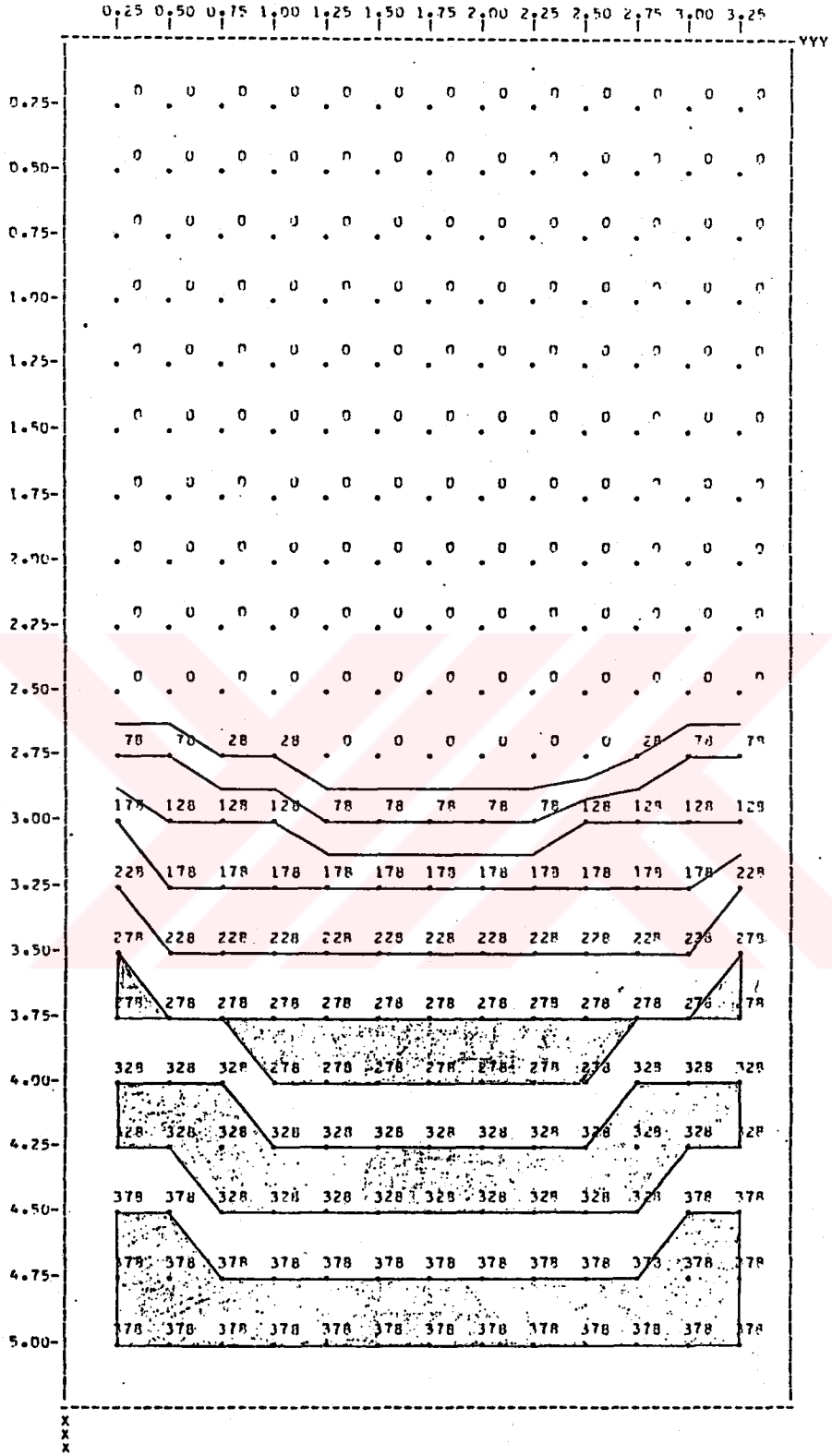
Şekil 3-62 21 Haziran - Saat : 8.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	YYY
0.25-	3487	4319	4595	4575	4232	3364	2547	2943	3954	4486	4417	4472	3908	
0.50-	3255	3338	4241	4266	3971	3469	3102	3276	3787	4170	4275	4097	3576	
0.75-	2587	3051	3286	3320	3187	2767	2925	2891	3102	3294	3321	3169	2802	
1.00-	2011	2315	2482	2533	2490	2406	2353	2377	2457	2524	2514	2395	2150	
1.25-	1552	1762	1882	1735	1935	1911	1893	1901	1926	1939	1909	1817	1648	
1.50-	1214	1357	1444	1492	1509	1509	1506	1508	1513	1501	1464	1396	1279	
1.75-	756	1061	1125	1145	1187	1196	1198	1177	1191	1175	1142	1088	1004	
2.00-	768	843	890	923	943	954	958	956	948	931	903	862	801	
2.25-	621	690	715	741	759	769	773	771	763	748	725	694	643	
2.50-	513	556	583	603	613	627	630	628	621	609	599	566	532	
2.75-	426	461	482	498	509	517	520	518	512	502	487	468	441	
3.00-	360	387	403	415	425	431	433	432	427	418	407	392	372	
3.25-	305	328	341	351	358	363	365	364	360	353	344	332	315	
3.50-	263	281	291	293	305	309	311	310	306	301	293	284	271	
3.75-	227	243	252	258	263	266	268	267	264	259	253	245	234	
4.00-	200	213	220	225	229	232	233	232	230	226	223	214	205	
4.25-	176	188	194	199	203	205	206	205	203	199	194	187	180	
4.50-	157	167	174	179	182	185	186	185	183	179	174	168	160	
4.75-	139	151	158	164	167	170	171	170	168	164	159	152	142	
5.00-	122	137	146	152	156	158	159	158	156	153	147	138	125	

Şekil 3-63 21 Haziran - Saat : 12.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



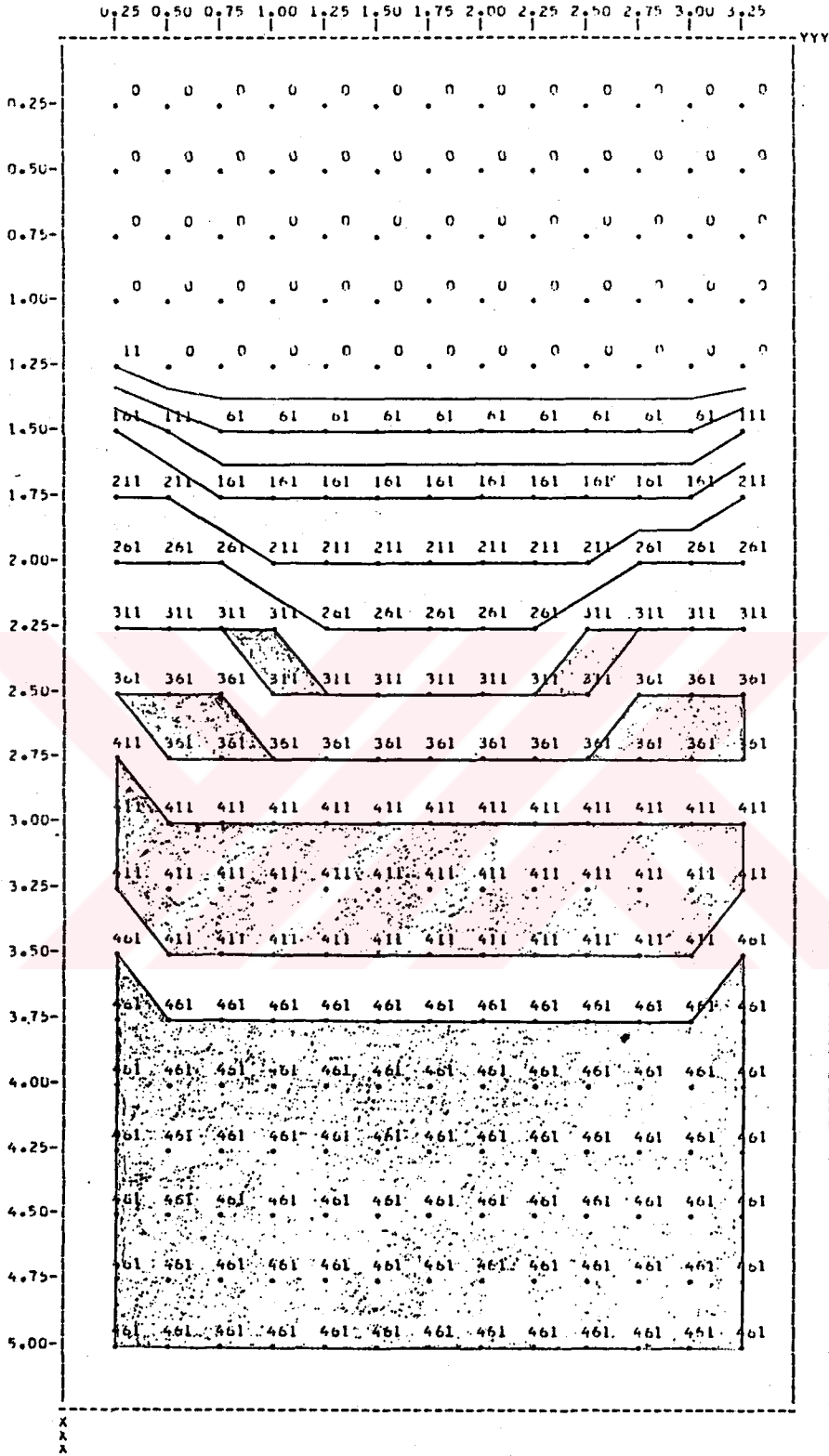
Şekil 3-64 21 Haziran - Saat : 12.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	YYY
0,25-	1100	1363	1450	1443	1335	1061	803	929	1247	1415	1457	1411	1233	
0,50-	1027	1242	1338	1340	1253	1095	979	1034	1195	1316	1349	1293	1129	
0,75-	816	963	1037	1043	1006	936	991	912	979	1076	1049	1000	884	
1,00-	635	730	783	799	786	759	742	750	775	796	773	756	618	
1,25-	490	556	594	610	611	603	597	600	608	612	607	573	520	
1,50-	383	428	456	471	476	476	475	476	476	474	463	440	406	
1,75-	302	335	355	368	374	377	378	370	376	371	360	343	317	
2,00-	242	266	281	291	298	301	302	302	299	294	285	272	253	
2,25-	196	214	226	234	239	243	244	243	241	236	227	219	204	
2,50-	162	175	184	190	195	198	199	198	196	192	185	179	168	
2,75-	134	145	152	157	161	163	164	163	162	158	154	143	139	
3,00-	114	122	127	131	134	136	137	136	135	132	128	124	117	
3,25-	96	104	108	111	113	114	115	115	113	111	109	105	99	
3,50-	83	89	92	94	96	98	98	98	97	95	93	90	85	
3,75-	72	77	79	81	83	84	84	84	83	82	80	77	74	
4,00-	63	67	69	71	72	73	74	73	73	71	70	68	65	
4,25-	55	59	61	63	64	65	65	65	64	63	61	59	57	
4,50-	50	53	55	56	58	58	59	58	58	56	55	53	50	
4,75-	44	48	50	52	53	54	54	54	53	52	50	48	45	
5,00-	39	43	46	48	49	50	50	50	49	48	46	44	39	

Şekil 3-65 21 Haziran - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi
dağılımı [lx]



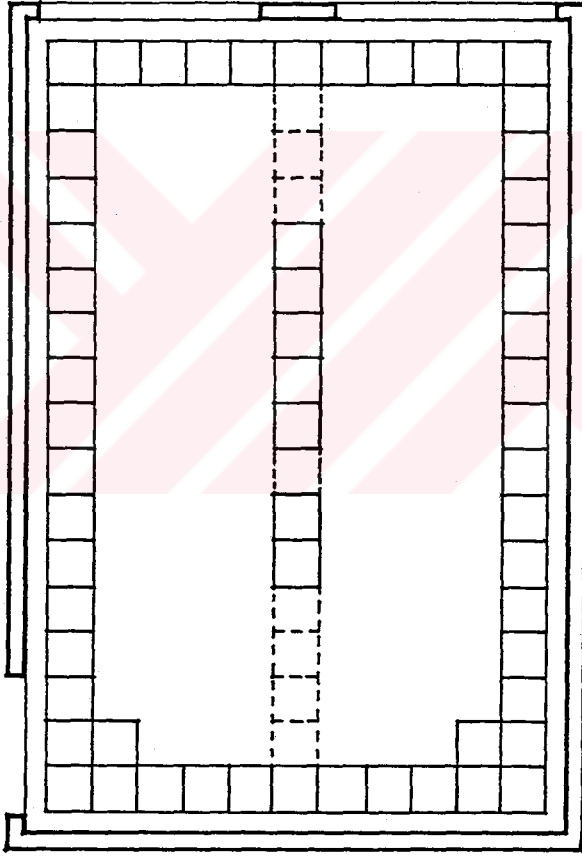
Şekil 3-66 21 Haziran - Saat : 17.00

Çalışma düzlemi üzerinde sağlanması gereken
aydınlık düzeyi dağılımı [lx]

3.4. DOĞAL IŞIĞI TAMAMLAYICI YAPAY AYDINLATMA UYGULAMASI

Örnek oda 2 için, 21 Aralık gününe ait, doğal aydınlatmayı tamamlayıcı yapay aydınlatma sistemi için bir öneri yapılmıştır. Kullanılan armatürler, üstleri ve yanları alimünyum ayna ve altları 30x30 cm ebadında opal camdan oluşan, içerilerinde birer tane 11 W/900 lm' lik PL tipi fluoressan lamba bulunan armatürlerdir. Bu aygıtlar tavana gömülü olarak kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Alimünyum aynanın ışık yutma katsayısı yaklaşık %12, opal camın ışık geçirgenliği ise yaklaşık %55 seçildiğinde armatürün verimi %48 olarak kabul edilebilir.

Örnek oda 2 için yapay aydınlatma sistemi Şekil 3-67' deki gibi tasarlanmıştır.

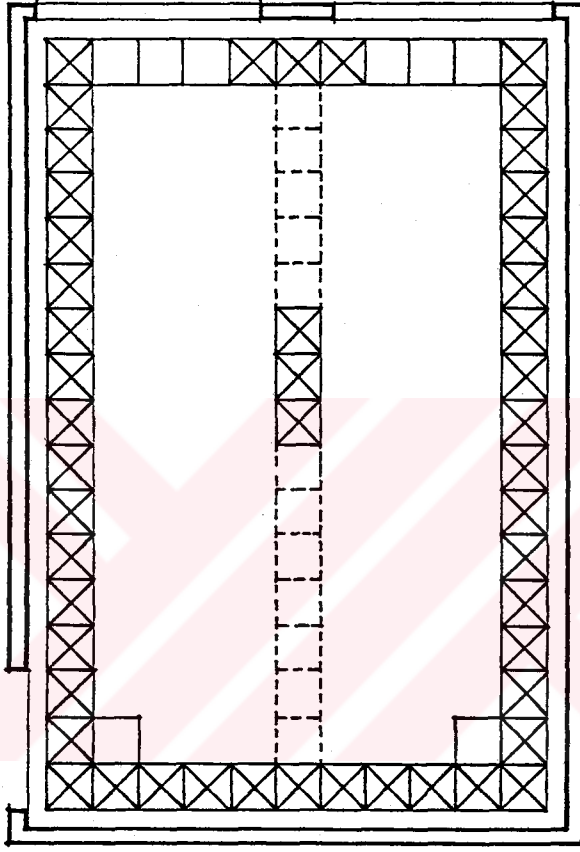


Şekil 3-67 Örnek oda 2 için doğal ışığı tamamlayıcı yapay aydınlatma sistemi

Bu sistem içerisinde, sabah saat 8.00' den başlayarak akşam saat 17.00' ye kadar devreye sokulması gereken armatürler her saat

başı için Şekil 3-68' den Şekil 3-71' e kadar X işareti ile belirlenmiştir.

Bu armatür kombinasyonlarıyla örnek oda 2 içerisinde var olan doğal ışık koşulları altında yaklaşık 500 lx' lük minimum aydınlık düzeyi 50 lx' lük salınımlarla her noktada sağlanabilmektedir.



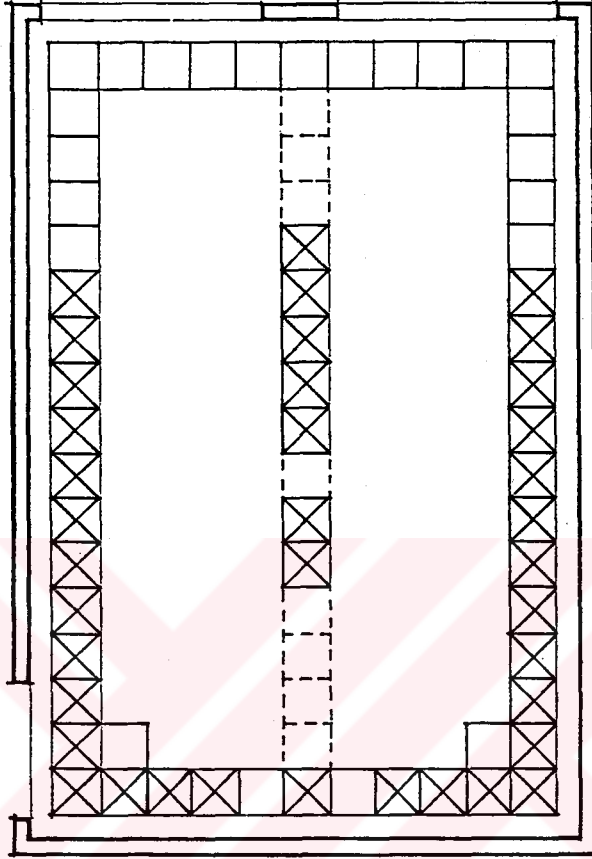
Şekil 3-68 Saat : 8.00 veya 16.00

Devrede olan armatür sayısı : 49

Doğal aydınlatma göz önüne alınmadığı takdirde söz konusu hacime uygulanması gereken aydınlatma sistemi saat 17.00' ye ait olan şekildir (Şekil 3-72). Burada armatürler, doğal ışık mevcut olmadığından sadece yapay ışık tarafından sağlanan aydınlık düzeyi tüm çalışma düzlemi üzerinde ortalama 500 lx, ve düzgünlük faktörü 0,90 olacak şekilde yerleştirilmişlerdir.

İngiltere' de yapılmış olan davranış araştırmaları göstermiştir ki, özellikle çok kullanıcı büro hacimlerinde insanlar bir hacime girmeye başladıkça lambaları da yakmaya

başlamakta ve hiç söndürmemektedirler. Lambalar ancak bu hacimden son kişi çıkarken söndürülmektedir. Özellikle bürolarda bunun sonucunda bütün ışıklar bütün gün açık kalmakta ve akşam iş bitiminde hepsi söndürülmektedir [41], [42], [43], [44].



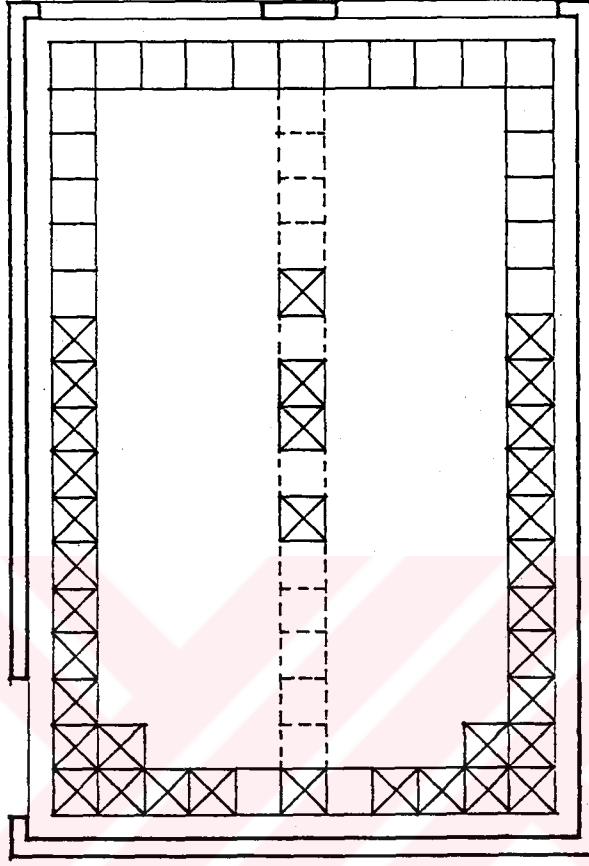
Şekil 3-69 Saat : 9.00 veya 15.00

Devrede olan armatür sayısı : 38

Örnek olarak alınan odada gün ışığı hesaba katılmadan bir aydınlatma tasarımı yapıldığı varsayılırsa, aynı sistem kullanılarak hacimi aydınlatmak için 53 armatür kullanılması gerektiği görülür. Yukarıda bahsedilen davranış araştırmalarının sonuçlarına dayanılarak bu armatürlerin bütün gün devrede olacakları varsayılırsa, söz konusu aydınlatma sistemi bir günde $15 \times 53 \times 9 = 7.155$ kWh enerji çeker, bir yıl için bunun toplamı $5 \times 52 \times 7.155 = 1860.3$ kWh eder.

Doğal aydınlatma göz önüne alınarak ve bu çalışmada ortaya konmuş olan bilgisayar programları yardımıyla elde edilen tamamlayıcı noktasal yapay aydınlatma değerlerine dayanılarak

hazırlanmış olan yapay aydınlatma sistemi ile bir gün içinde örnek odada aydınlatma amacıyla harcanan elektrik enerjisi miktarı 5.145 kWh' e düşürülebilir. Bu, doğal aydınlatma göz önüne alınmadan yapılan aydınlatmaya göre %28 bir artırım demektir.

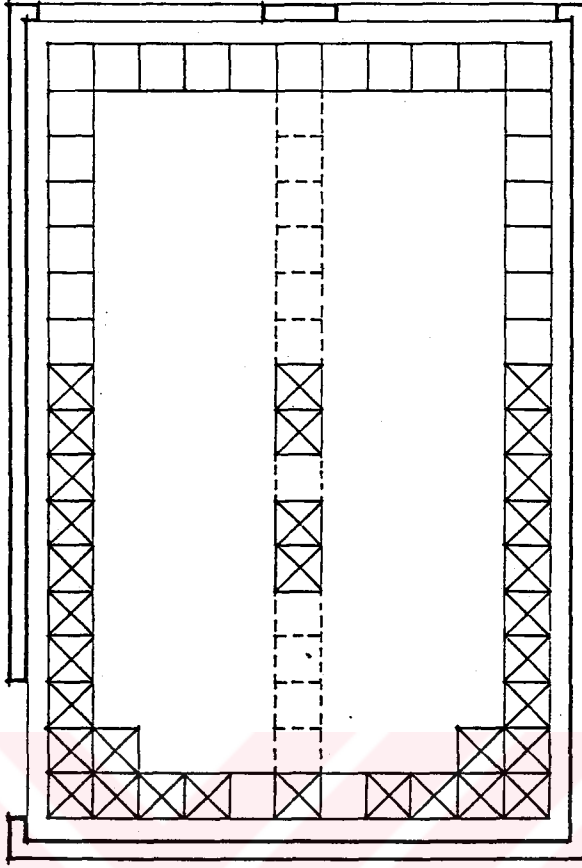


Şekil 3-70 Saat : 10.00 veya 14.00

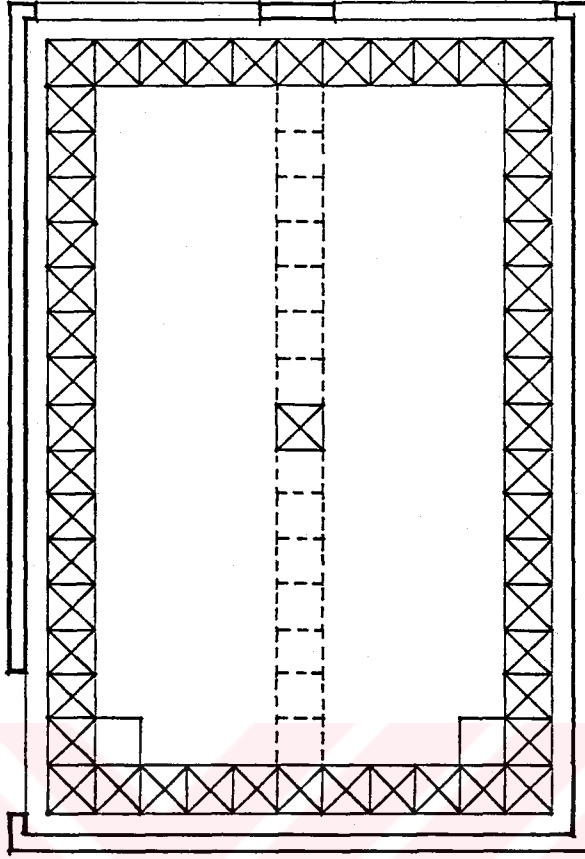
Devrede olan armatür sayısı : 35

Yukarıda önerilen yapay aydınlatma sistemi 21 Aralık gününün ışık koşullarına göre hazırlanmıştır, yani en kötü durumu içerir. Bu sistem, yalnız saatlere göre değil, ayrıca mevsimlere veya aylara göre değişir hale getirilebilir ve bu durumda yapılacak artırım daha büyük olacaktır.

Yapay aydınlatmanın nerelerde tamamlayıcı bir ışık kaynağı olarak devreye girmesi gerektiğinin önceden hesaplanması ve sistemin buna dayanılarak tasarlanması aydınlatma enerjisi açısından %30 dolayında bir artırım getirmesinin yanı sıra ışık dağılımının düzgünlüğünü sağlaması açısından da faydalıdır.



Şekil 3-71 Saat : 11.00 veya 12.00 veya 13.00
Devrede olan armatür sayısı : 33



Şekil 3-72 Saat : 17.00

Devrede olan armatür sayısı : 53

SONUÇ

Doğal ışığın hacim içindeki dağılımını hesaplamak uzun ve uğraştırıcı yöntemlerle gerçekleştirildiğinden, ülkemizde aydınlatma tasarımcıları tasarımlarını, ya tamamen karanlık ortamlar için yapmakta, ya da hacime giren doğal ışığı yaklaşık olarak hesaba katmaktadırlar. Bu çalışmada, yapay aydınlatma tasarımcısına, aydınlatma tasarımını yaptığı hacmin içindeki doğal ışık dağılımını kolay ve çok kısa sürede sayısal değerleri ile birlikte elde edebileceği bir araç hazırlanmıştır. Bu araç, bina planından okunabilecek verileri kullanarak kademeli olarak çalıştırılacak iki bilgisayar programından oluşmaktadır.

Bu bilgisayar programları, mevcut binalarda yapay aydınlatma sistemini daha ekonomik bir şekile getirmek için de kullanılabilirler. Mevcut binalarda, hacim içindeki doğal ışık dağılımının belirlenmesi ölçme yoluyla gerçekleştirilebilirse de, doğal ışık dağılımı hacimlerde yıl içinde sürekli değiştiğinden, sağlıklı sonuçlar elde etmek için yapılacak ölçmelerin uzun zaman dilimleri içine yayılmaları gerekir. Ölçme süresinin uzunluğu ise tasarım süresini ve maliyetini arttırır.

Ayrıca, bu çalışmada ortaya konan bilgisayar programlarının çıktılarına dayanılarak, yapay aydınlatma sisteminin tasarımının bilgisayar yardımıyla yapılması da mümkündür.

Program çıktılarının veri olarak kullanılabileceği diğer bir alan, otomatik ışık kontrol sistemlerinin tasarımıdır. Yapay ışığın doğal ışığa göre kontrolü zamana bağlı olarak önceden programlanmış bir şemaya göre yapılabilir. Bir hacmin içindeki doğal ışık dağılımını istenen herhangi bir an için önceden belirlemek mümkün

olduğuna göre, bunu tamamlayıcı yapay ışık dağılımını da bulmak mümkündür. Bu da otomatik ışık kontrolünde kullanılacak şemayı verir.

Bir başka sistem, binanın tepesine yerleştirilecek ve zenit parıltısını ölçecek bir fotoelementten elde edilecek verileri, ELZET programının çıkışları olan ve her hacimde zamana göre sabit E/LZ haritaları ile birlikte değerlendiren bir otomatik kontrol elemanının bina içindeki yapay ışık kaynaklarına kumanda etmesidir.

Hacimleri kullanan insanlar geri besleme elemanları olarak kabul edilmediklerinde, önerilen sistemlerin ikisi de açık çevrimli kontrol sistemleridir. Ancak kullanıcılara kumanda olanağını daima vermek gerekir, ve hacimlerde merkezi kumandaya göre öncelikli ışık açma/kapama olanaklarının bulunmasında yarar vardır.

İstanbul ve çevresinde , kapalı gök modelinin gerektirdiği bulutluluk koşulları sene içinde ortalama % 70' lik bir oranda ortaya çıkmaktadır. Geri kalan sürede açık gök modeli geçerlidir. Bu çalışma , açık gök modeli için de hesaplar yapıp, meteorolojik verilere dayanılarak bu modelin geçerli olduğu mevsim bölümlerinde sonuçlar bu modele göre elde edilerek, geliştirilebilir. Ancak açık gök modeline ait parıltı dağılımı çok karmaşık bir ifadeye sahip olduğundan, dolaysız olarak gök ışığından kaynaklanan aydınlık düzeylerinin bulunmasında dahi sayısal hesap yöntemleri kullanmak zorunluğu doğabilir. Bu çalışmada kapalı gök modeli için yapılan hesaplarda bu aşamaya analitik olarak varılmıştır. Gök modelinin gerçeğe göre getirdiği hata hesaba katılmadığında analitik çözüm fazla zaman ve para harcamadan sıfır hata demektir. Hazırlanan modele, sayısal yöntemler ve dış yansımalara ait yapılan kabullerle birlikte, hata bu aşamadan sonra girmektedir. Ancak tamamen engelli olmayan hacimlerde ışık dağılımını ağırlıklı olarak etkileyen etken dolaysız gök ışığı olduğundan, bu hata ihmal edilebilir.

Bugüne kadar uluslararası örgütlerce standart olarak kabul edilen ve ülkemizde egemen olan meteorolojik koşullar açısından geçerli olabilecek iki gök modeli, kapalı gök modeli ve açık gök modelidir. Bu iki model de gerçek gök koşullarına ancak bir yaklaşıklık getirmektedirler. Hem İstanbul ilinin meteorolojik

verileri bu il ve çevresinde yıl içinde büyük oranda kapalı gök modelinin gerektirdiği bulutluluk koşullarının ortaya çıktığını gösterdiğinden, hem de tasarım açısından kapalı gök modeli en kötü koşulları verdiğiinden, bu çalışmada, daha önce de belirtildiği gibi, bu gök modeli esas alınmıştır. Gerçek gök modeli üzerinde senelerden beri çalışmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar sonuçlandığında, bu çalışmanın da gerçek gök modeline uygulanması gerekecektir.



KAYNAKLAR

- [1] REHM, S., Beeinflussung von Gesundheit und Wohlbefinden durch Licht, Lichttechnik, Nr.9, 444-446, 1980
- [2] WESTON, H.C., Sight Light and Work, H.K. Lewis, 1962
- [3] ESKENAZİ, M., Aydınlatma Notları, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1970
- [4] MESHKOV, V.V., Fundamentals of Illumination Engineering, MIR Publishers, 1981
- [5] ÖZKAYA, M., Aydınlatma Tekniği, Bursa Üniversitesi Yayınları, 1981
- [6] MOON, P., Scientific Basis of Illuminating Engineering, Dover Publications, 1961
- [7] SOMMER, J., Einfluss der Beleuchtung auf Intelligenz-, Konzentrations- und Reaktionsleistungen, Lichttechnik, Nr.8, 342-345, 1977
- [8] STECK, B., Photobiologische Wirkungen der optischen Strahlung auf den Menschen, Lichttechnik, Nr.1, 23-27, 1976
- [9] SCHMEIL, O., Der Mensch, Quelle und Meyer, 1968
- [10] LOGAN, H.L., The Relationship of Light to Health, Illuminating Engineering, 159-167, March 1967
- [11] HOLLWICH, F., DIECKHUES, B., MEINERS, C.O., Die physiologische Bedeutung des Lichtes für den Menschen, Lichttechnik, Nr.10, 388,394, 1975
- [12] Handbuch für Beleuchtung, Verlag W. Girardet, 1975
- [13] STECK, B., Die Einwirkung der optischen Strahlung (Licht, UV und IR) auf den Organismus des Menschen, Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen der Osram-Gesellschaft, Vol.11, 416-428, 1973
- [14] VEM-Handbuch Beleuchtungstechnik, VEB Verlag Technik, 1975
- [15] KÜÇÜKDOĞU, M.Ş., İklimsel Konfor ve Aydınlik Seviyesine Bağlı Görsel Konfor Gereksinimleri Açısından, Pencereilerin Tasarlanmasında Kullanılabilecek bir Yöntem, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı atölyesi, 1976
- [16] HOPKINSON, R.G., COLLINS, J.B., The Ergonomics of Lighting, Macdonald Technical and Scientific, 1970

- [17] Elektrik Mühendisliği Proje Düzenleme Esasları,
T.C. Bayındırlık Bakanlığı Personeli Biriktirme ve
Yardımlaşma Sandığı, Sayı.76/33, 1977
- [18] Elektrik Mühendisliği Cep Kitabı, TMMOB Elektrik Mühendisleri
Odası İstanbul Şubesi, 1982
- [19] The IES Code-Interior Lighting, The Illuminating Engineering
Society, 1977
- [20] KÜÇÜKDOĞU, M.Ş., Günışığından Yararlanmada En Etkili Olan Hacim
Derinliğinin Belirlenmesi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi
Baskı atölyesi, 1982
- [21] YÜCEL, A., Işıksal Aydınlığın Bulanıklık Faktörüne Bağlı
Değişimi, Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal
Sempozyumu, 1978
- [22] KROCHMANN, J., Über die Berechnung der Beleuchtung von
Innenraeumen mit Tageslicht, Fakultät für
Elektrotechnik der Technischen Universität Berlin,
1964
- [23] LITTLEFAIR, P.J., The luminous efficacy of daylight: a review,
Lighting Research and Technology, Vol.17, Nr.4,
162-181, 1985
- [24] HENDERSON, S.T., MARSDEN, A.M., Lamps and Lighting,
Edward Arnold, 1972
- [25] KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A., Güneş Enerjisi, Kipaş Dağıtımcılık, 1983
- [26] KROCHMANN, J., SEIDL, M., Quantitative Data on Daylight for
Illuminating Engineering, Lighting Research and
Technology, Vol.6, Nr.3, 165-171, 1974
- [27] GRIFFITH, J.W., WENZLER, O.F., CONOVER, E.W., The Importance
of Ground Reflection In Daylighting,
Illuminating Engineering, Vol.48, 35-38, 1953
- [28] KROCHMANN, J., Über die Berechnung des Tageslichtquotienten bei
klarem Himmel, Lichttechnik, Nr.8, 91A-94A, 1965
- [29] CIE TECHNICAL COMMITTEE TC-4.2., Standardization of Luminance
Distribution on Clear Skies, Publication CIE,
Nr.22, 1973
- [30] KITTLER, R., Standardization of Outdoor Conditions for the
Calculation of Daylight Factor with Clear Skies,
Bouwcentrum International, 273-285, 1967
- [31] BERGEM-JANSEN, P.M., SOELEMEN, R.S., Analysis of the Thermal
and Daylighting Performance of Windows,
TNO Research Institute for Environmental Hygiene,
Publication No.679, 1979
- [32] BERGEM-JANSEN, P.M., Window Design from Visual and Thermal
Points Of View, TNO Research Institute for
Environmental Hygiene, Publication No.645, 1979

- [33] KÜÇÜKDOĞU, M.Ş., A Graphical Model for Determining the Locations and Dimensions of Windows from a Natural Lighting and Natural Climatisation Standpoint, Proceedings of Windows in Building Design and Maintenance Congress Goteborg Sweden, 134-139, 1984
- [34] KAO CHEN, New Concepts in Interior Lighting Design, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.IA-20, Nr.5, 1179-1184, 1984
- [35] IES Lighting Handbook, Illuminating Engineering Society, 1966
- [36] WEGNER, J., Über die verschiedenen Methoden der Tagesbeleuchtungsbewertung und -planung, Lichttechnik, Nr.10, 555-559, 1960
- [37] DAHMEN, E., Zur Ermittlung des Raumwirkungsgrades und zur Darstellung des Innenreflexionsanteils des Tageslichtquotienten, Lichttechnik, Nr.9, 452-454, 1962
- [38] KROCHMANN, J., GILG, J., Über die Berechnung des Tageslichtes in Raeumen mit Oberlicht nach der Wirkungsgradmethode, Lichttechnik, Nr.6, 353-356, 1971
- [39] BIESELE, R.L., ARNER, W.J., CONOVER, E.W., A Lumen Method of Daylighting Design, Illuminating Engineering, Vol.48, 39-48, 1953
- [40] MOON, P., SPENCER, D.E., Lighting Design, Addison-Wesley, 1948
- [41] CRISP, V.H.C., A Case for "Active" Daylighting by Appropriate Management of Electric Lighting, Energy and Buildings, Vol.6, 151-158, 1984
- [42] HUNT, D.R.G., The Use of Artificial Lighting in Relation to Daylight Levels and Occupancy, Building and Environment, Vol.14, 21-33, 1979
- [43] CRISP, V.H.C., HENDERSON, G., The energy management of artificial lighting use, Lighting Research and Technology, Vol.14, 193-205, 1982
- [44] CRISP, V.H.C., The light switch in buildings, Lighting Research and Technology, Vol.10, 69-82, 1978
- [45] DAVIS, G.B., Introduction to Electronic Computers, McGraw-Hill, 1971

EK A

E/LZ FAKTÖRÜNÜN A DÜZLEMİNDEKİ GÖK BİLEŞENİNİN HESAPLANMASI

Şekil 3-2' de,

- a : pencere alt kenar yüksekliği,
- b : pencere üst kenar yüksekliği,
- d : Şekil 3-3' de gözüken eksen takımının orijinine en yakın olan pencere kenarının, orijine olan yataydaki uzaklığı,
- e : pencerenin eni,
- f : Şekil 3-2' deki eksen takımının pencere duvarına dik olan ekseninin (x eksen) pencere duvarını kestiği noktadan, pencerenin, Şekil 3-3' de gözüken eksen takımının orijini tarafındaki, kenarına olan yatay uzaklık,
- g : aynı noktadan pencerenin diğer kenarına olan yatay uzaklık,
- θ : göz önüne alınan dS gök parçasının yükseklik açısı,
- ϕ : dS gök parçası ile M gözleme noktasını birleştiren doğrunun (x,y) düzlemine izdüşümü ile x eksen arasında kalan açıdır.

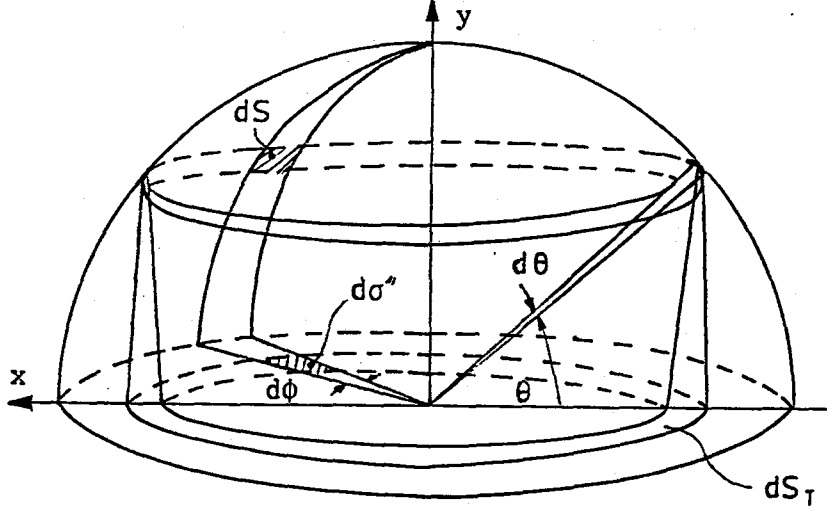
Burada, her bir gözleme noktasındaki hesap için Şekil 3-2' deki eksen takımı, Şekil 3-3' deki eksen takımına göre yer değiştirir. Bu hareket sırasında g ve f değerleri (3.13) denklemlerine göre değişirler.

A düzleminde E/LZ faktörünün gök bileşeninin hesaplanabilmesi için,

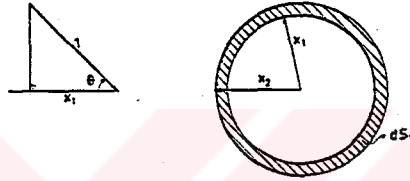
$$\begin{aligned} (E/LZ)_A &= \% \frac{E}{L_z} \cdot 100 = & (Ek A1) \\ &= \% \frac{100}{3} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sin\theta \cos\theta (1+2\sin\theta) d\theta d\phi \end{aligned}$$

denkleminin çözülmesi gerekir. Bu denklemin elde edilmesi ise şu şekildedir:

Gök kubbeyi, parıltısı sabit kabul edilebilecek küçük gök elemanlarına bölersek, bu gök elemanlarının her birini bir noktasal kaynak olarak kabul edebiliriz ve bunlara katı açı yöntemini uygulayabiliriz.



Şekil A.1 Gözleme noktasının etrafına yerleştirilen birim yarıküre



Şekil A.2 Birim yarıküreye ait koordinatlar

$$\cos\theta = x_2 \quad ; \quad \cos(\theta+\Delta\theta) = x_1 \quad ; \quad dS_T = \pi x_2^2 - \pi x_1^2$$

$$dS_T = \pi(x_2^2 - x_1^2) = -\pi \left(\frac{\cos^2(\theta+\Delta\theta) - \cos^2\theta}{\Delta\theta} \right) \Delta\theta =$$

$$= -\pi \frac{d\cos^2\theta}{d\theta} d\theta = \pi 2 \cos\theta \sin\theta d\theta$$

$$\phi = 2\pi \quad \text{için} \quad dS_T = 2\pi \cos\theta \sin\theta d\theta$$

$$\phi = d\phi \quad \text{için} \quad d\sigma'' = \frac{dS_T \cdot d\phi}{2\pi}$$

θ ve ϕ açılarıyla belirlenen gök elemanının yatay düzleme izdüşümü

$$d\sigma'' = \cos\theta \sin\theta d\theta d\phi \quad (\text{Ek A2})$$

dir. Katı açı ile aydınlık düzeyi hesabını veren formül

$$E = \int_S L \cdot d\sigma'' \quad (\text{Ek A3})$$

dür. Parıltı, kapalı gök modeli için (2.12) denklemi ile $L = L_z(1+2\sin\theta)/3$ olarak verilmiş olduğuna göre (Ek A2) ve (2.12) denklemlerini (Ek A3) denkleminde yerine koyarsak (Ek A1) denklemini elde ederiz.

(Ek A1) denklemini Şekil 3-2' deki kartezyen koordinatlar cinsinden ifade etmek için, bu şekile göre

$$\theta = \operatorname{atg} \frac{z}{(x^2+y^2)^{1/2}} \quad ; \quad \phi = \operatorname{atg} \frac{y}{x}$$

$$J = \begin{vmatrix} \frac{d\theta}{dz} & \frac{d\theta}{dy} \\ \frac{d\phi}{dz} & \frac{d\phi}{dy} \end{vmatrix} = \frac{d\theta}{dz} \frac{d\phi}{dy} - \frac{d\theta}{dy} \frac{d\phi}{dz}$$

$$\frac{d\theta}{dy} \frac{d\phi}{dz} = 0 \quad \left(\frac{d\phi}{dz} = 0 \right)$$

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{(x^2+y^2)^{1/2}}{x^2+y^2+z^2} \quad ; \quad \frac{d\phi}{dy} = \frac{x}{x^2+y^2}$$

$$d\theta \, d\phi = \frac{x}{(x^2+y^2)^{1/2} (x^2+y^2+z^2)} \, dy \, dz$$

$$\sin\theta = \frac{z}{(x^2+y^2+z^2)^{1/2}} \quad \cos\theta = \frac{(x^2+y^2)^{1/2}}{(x^2+y^2+z^2)^{1/2}}$$

$$(E/LZ)_A = \% \frac{E}{L_Z} \cdot 100 = \quad (\text{Ek A4})$$

$$= \% \frac{100}{3} \int_{y=-g}^f \int_{z=a}^b \left(\frac{x \, z}{(x^2+y^2+z^2)^2} + \frac{2 \, x \, z^2}{(x^2+y^2+z^2)^{5/2}} \right) dy \, dz$$

yazabiliriz. (Ek A4) entegrali çözüldüğünde, (3.12) denklemi elde edilir.

EK B

E/LZ FAKTÖRÜNÜN B DÜZLEMİNDEKİ GÖK BİLEŞENİNİN HESAPLANMASI

Şekil 3-4' de,

- ab : pencere alt kenar yüksekliği,
bb : pencere üst kenar yüksekliği,
g : x ekseninin pencere duvarını kestiği noktadan, pencerenin yakın kenarına olan yatay uzaklık,
f : aynı noktadan pencerenin uzak kenarına olan yatay uzaklık,
 θ : göz önüne alınan dS gök parçasının yükseklik açısı,
 ϕ : dS gök parçası ile M gözleme noktasını birleştiren doğrunun (x,y) düzlemine izdüşümü ile x eksenini arasında kalan açı,
 β : dS gök parçası ile M gözleme noktasını birleştiren doğru ile (x,z) düzleminin (B düzlemi) dikinin (y eksenini) yaptığı açıdır.

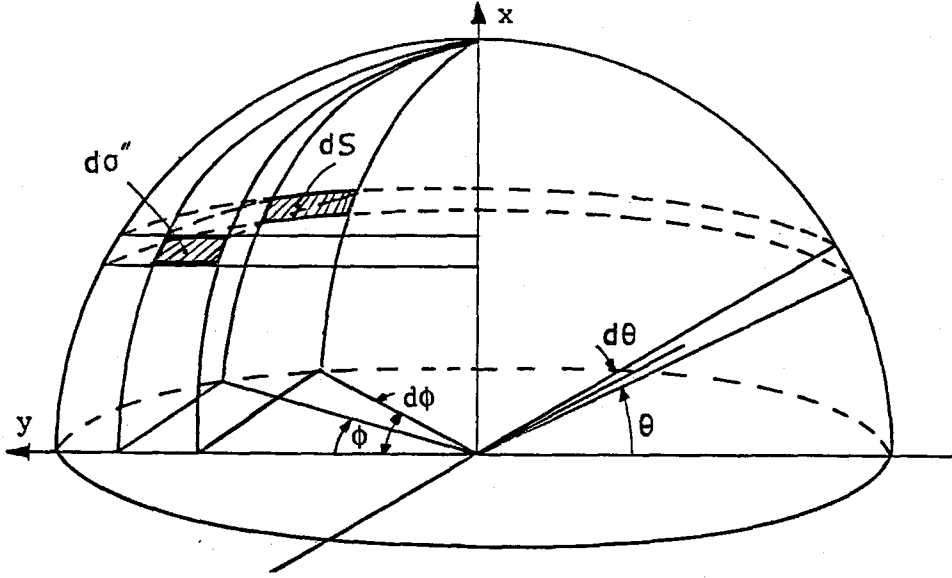
Burada, her bir gözleme noktasındaki hesap için Şekil 3-4' deki eksen takımı B düzlemi üzerinde, Şekil 3-3' deki eksen takımına göre yer değiştirir. Bu hareket sırasında ab ve bb değerleri (3.15) denklemlerine göre değişirler. B düzleminde hesap yaparken f ve g değerleri sabittirler ve bu değerler de (3.13) denklemlerine göre belirlenirler.

B düzleminde E/LZ faktörünün gök bileşeninin hesaplanabilmesi için

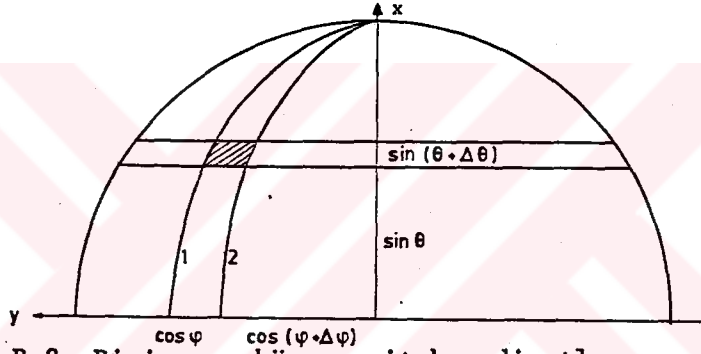
$$\begin{aligned} (E/LZ)_B &= \% \frac{E}{L_z} \cdot 100 = & \text{(Ek B1)} \\ &= \% \frac{100}{3} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} (1+2\sin\theta) \cos\theta \cos\beta \, d\theta \, d\phi = \\ &= \% \frac{100}{3} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} (1+2\sin\theta) \sin\phi \cos^2\theta \, d\theta \, d\phi \end{aligned}$$

denkleminin çözülmesi gerekir. Bu denklemin elde edilmesi ise şu şekildedir:

Ek A' da olduğu gibi, gök kubbeyi, parıltısı sabit kabul edilebilecek kadar küçük gök elemanlarına bölersek, bu gök elemanlarının her birini bir noktasal kaynak olarak kabul edebiliriz ve bunlara katı açı yöntemini uygulayabiliriz.



Şekil B.1 Gözleme noktasının etrafına yerleştirilen birim yarıküre



Şekil B.2 Birim yarıküre için koordinatlar

Şekil B.2' deki (1) elipsi için

$$\frac{y_1^2}{\cos^2 \phi} + x^2 = 1 \quad (\text{Ek B2})$$

benzer olarak (2) elipsi için

$$\frac{y_2^2}{\cos^2(\phi + \Delta \phi)} + x^2 = 1 \quad (\text{Ek B3})$$

yazabiliriz. (Ek B2) denklemini

$$y_1 = (1 - x^2)^{1/2} \cos \phi \quad (\text{Ek B4})$$

ve (Ek B3) denklemini

$$y_2 = (1 - x^2)^{1/2} \cos(\phi + \Delta \phi) \quad (\text{Ek B5})$$

şeklinde ifade edip, bunların arasındaki farkın integralini $\sin \theta$ ' dan $\sin(\theta + \Delta \theta)$ ' ya kadar alırsak, Şekil B.2' de taralı olarak gösterilen $d\sigma''$ alanını buluruz.

EK C

E/LZ FAKTÖRÜNÜN C DÜZLEMİNDEKİ GÖK BİLEŞENİNİN HESAPLANMASI

Şekil 3-5' de,

- ab : pencere alt kenar yüksekliği,
bb : pencere üst kenar yüksekliği,
f : Şekil 3-5' deki eksen takımının pencere duvarına dik olan ekseninin (x eksen) pencere duvarını kestiği noktadan, pencerenin, Şekil 3-3' de gözüken eksen takımının orijini tarafındaki, kenarına olan yatay uzaklık,
g : aynı noktadan pencerenin diğer kenarına olan yatay uzaklık,
 θ : göz önüne alınan dS gök parçasının yükseklik açısı,
 ϕ : dS gök parçası ile M gözleme noktasını birleştiren doğrunun (x,y) düzlemine izdüşümü ile x eksen arasında kalan açı,
 γ : dS gök parçası ile M gözleme noktasını birleştiren doğru ile (y,z) düzleminin (C düzlemi) dikinin (x eksen) yaptığı açıdır.

C düzlemi üzerinde değişik gözleme noktalarında hesap yaparken, Şekil 3-5' deki eksen takımı C düzlemi üzerinde, Şekil 3-3' deki eksen takımına göre yer değiştirir. Her bir gözleme noktasındaki hesap için, ab ve bb değerleri (3.15) denklemlerine göre, f ve g değerleri ise (3.13) denklemlerine göre yeniden belirlenirler.

$$\begin{aligned}(E/LZ)_C &= \% \frac{E}{L_z} \cdot 100 = \\ &= \% \frac{100}{3} \int_0^\pi \int_0^\phi (1+2\sin\theta) \cos\theta \cos\gamma \, d\theta \, d\phi = \\ &= \% \frac{100}{3} \int_0^\pi \int_0^\phi (1+2\sin\theta) \cos^2\theta \cos\phi \, d\theta \, d\phi\end{aligned}$$

C düzleminde E/LZ faktörünün gök bileşeninin hesabı için yukarıdaki denklemin çözülmesi gerekir. Bu denklemin çıkarılışı ise şöyledir:

Ek A ve Ek B' de olduğu gibi burada da, gök kubbeyi, parıltısı sabit kabul edilebilecek kadar küçük gök elemanlarına bölersek, bu gök elemanlarının her birini bir noktasal kaynak olarak kabul edebiliriz ve bunlara katı açı yöntemini uygulayabiliriz.

$$\begin{aligned}
d\sigma'' &= \int_{\sin\theta}^{\sin(\theta+\Delta\theta)} (1-x^2)^{1/2} (\cos\phi - \cos(\phi+\Delta\phi)) dx = \\
&= -(\cos(\phi+\Delta\phi) - \cos\phi) \cdot \left[\frac{x}{2} (1-x^2)^{1/2} - \frac{1}{2} \arcsin x \right]_{\sin\theta}^{\sin(\theta+\Delta\theta)} = \\
&= -(\cos(\phi+\Delta\phi) - \cos\phi) \left(\frac{1}{2} \sin(\theta+\Delta\theta) (1-\sin^2(\theta+\Delta\theta))^{1/2} + \right. \\
&\quad \left. + \frac{1}{2} (\theta+\Delta\theta) \right) - \left(\frac{1}{2} \sin\theta (1-\sin^2\theta)^{1/2} + \frac{1}{2} \theta \right) = \\
&= - \frac{\cos(\phi+\Delta\phi) - \cos\phi}{\Delta\phi} \Delta\phi \left(\frac{1}{2} \frac{\sin 2(\theta+\Delta\theta) - \sin 2\theta}{\Delta\theta} \Delta\theta + \right. \\
&\quad \left. + \frac{(\theta+\Delta\theta) - \theta}{\Delta\theta} \Delta\theta \right) = \\
&= - \frac{1}{2} \frac{d\cos\phi}{d\phi} d\phi \left(\frac{1}{2} \frac{d\sin 2\theta}{d\theta} d\theta + \frac{d\theta}{d\theta} d\theta \right) = \\
&= \frac{1}{2} \sin\phi d\phi (\cos 2\theta d\theta + d\theta) = \\
&= \frac{1}{2} \sin\phi d\phi ((2\cos^2\theta - 1 + 1)d\theta) \\
d\sigma'' &= \sin\phi \cos^2\theta d\theta d\phi \quad (\text{Ek B6})
\end{aligned}$$

θ ve ϕ açılarıyla belirlenen gök elemanının B düzlemine izdüşümünü veren (Ek B6) denklemini ve kapalı gök modeli için parıltı dağılımını veren (2.12) denklemini, katı açı ile aydınlık düzeyi hesabını veren (Ek A3) denkleminde yerine koyup, bunu da E/LZ faktörünü hesaplamak için kullanılan (3.1) formülüne yerleştirirsek, (Ek B1) denklemi elde edilir.

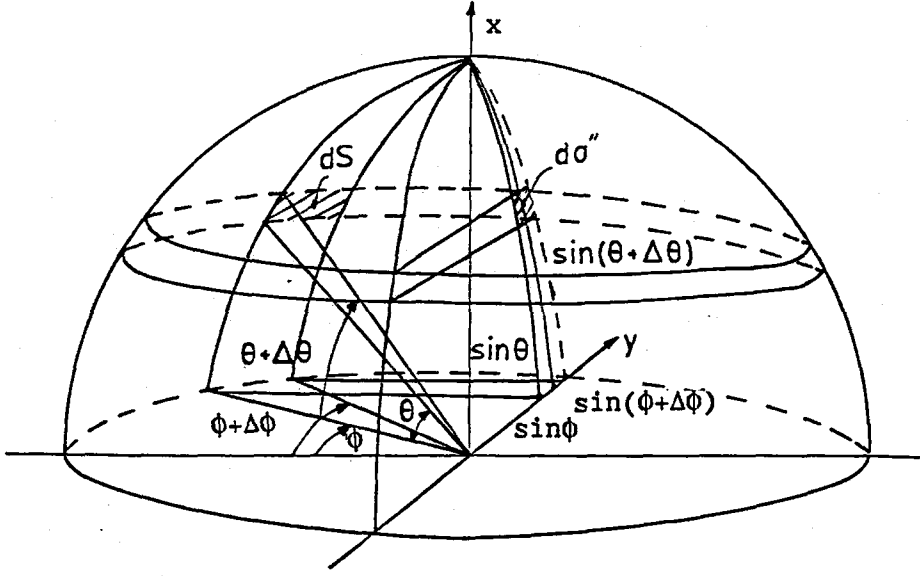
Şekil 3-4' e göre (Ek B1) denklemini kartezyen koordinatlar cinsinden ifade ederken, Ek A' daki θ , ϕ , $d\theta$, $d\phi$, $\sin\theta$, $\cos\theta$ ifadeleri burada da aynen geçerlidirler. Bunlara ek olarak,

$$\sin\phi = \frac{y}{(x^2+y^2)^{1/2}}$$

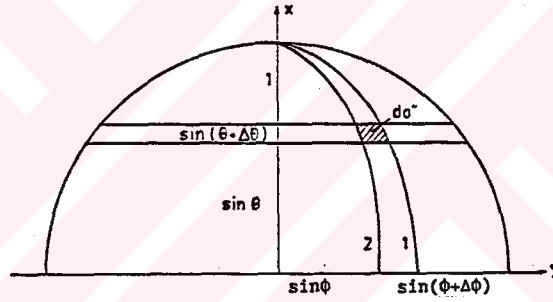
şeklinde bulunur. Böylece

$$\begin{aligned}
(E/LZ)_B &= \% \frac{E}{L_Z} \cdot 100 = \quad (\text{Ek B7}) \\
&= \% \frac{100}{3} \int_{y=g}^f \int_{z=ab}^{bb} \left(\frac{xy}{(x^2+y^2+z^2)^2} + 2 \frac{xyz}{(x^2+y^2+z^2)^{5/2}} \right) dy dz
\end{aligned}$$

yazılabilir. (Ek B7) entegrali çözüldüğünde, (3.14) denklemi elde edilir.



Şekil C.1 Gözleme noktasının etrafına yerleştirilen birim yarıküre



Şekil C.2 Birim yarı küreye ait koordinatlar

Şekil C.2' deki (2) elipsi için

$$\frac{y_2^2}{\sin^2 \phi} + x^2 = 1 \quad (\text{Ek C2})$$

benzer olarak (1) elipsi için

$$\frac{y_1^2}{\sin^2(\phi+\Delta\phi)} + x^2 = 1 \quad (\text{Ek C3})$$

yazabiliriz. (Ek C2) denklemini

$$y_2 = (1-x^2)^{1/2} \sin \phi \quad (\text{Ek C4})$$

ve (Ek C3) denklemini

$$y_1 = (1-x^2)^{1/2} \sin(\phi+\Delta\phi) \quad (\text{Ek C5})$$

şeklinde ifade edip, aralarındaki farkın entegralini $\sin\theta$ ' dan $\sin(\theta+\Delta\theta)$ ' ya kadar alırsak, Şekil C.2' de taralı olarak gösterilen $d\sigma''$ alanını buluruz.

$$\begin{aligned}
 d\sigma'' &= \int_{\sin\theta}^{\sin(\theta+\Delta\theta)} (1-x^2)^{1/2} (\sin(\phi+\Delta\phi) - \sin\phi) dx = \\
 &= (\sin(\phi+\Delta\phi) - \sin\phi) \left[\frac{x}{2} (1-x^2)^{1/2} + \frac{1}{2} \arcsin x \right]_{\sin\theta}^{\sin(\theta+\Delta\theta)} = \\
 &= (\sin(\phi+\Delta\phi) - \sin\phi) \left(\frac{1}{2} \sin(\theta+\Delta\theta) (1 - \sin^2(\theta+\Delta\theta))^{1/2} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{2} (\theta+\Delta\theta) \right) - \left(\frac{1}{2} \sin\theta (1 - \sin^2\theta)^{1/2} + \frac{1}{2} \theta \right) = \\
 &= (\sin(\phi+\Delta\phi) - \sin\phi) \left(\frac{1}{2} \sin(\theta+\Delta\theta) \cos(\theta+\Delta\theta) + \frac{1}{2} (\theta+\Delta\theta) - \right. \\
 &\quad \left. - \sin\theta \cos\theta - \frac{1}{2} \theta \right) = \\
 &= \frac{1}{2} \frac{\sin(\phi+\Delta\phi) - \sin\phi}{\Delta\phi} \Delta\phi \left(\frac{1}{2} \frac{\sin 2(\theta+\Delta\theta) - \sin 2\theta}{\Delta\theta} \Delta\theta + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{(\theta+\Delta\theta) - \theta}{\Delta\theta} \Delta\theta \right) = \\
 &= \frac{1}{2} \frac{d\sin\phi}{d\phi} d\phi \left(\frac{1}{2} \frac{d\sin 2\theta}{d\theta} d\theta + \frac{d\theta}{d\theta} d\theta \right) = \\
 &= \frac{1}{2} \cos\phi d\phi (2\cos^2\theta - 1 + 1) d\theta \\
 d\sigma'' &= \cos\phi \cos^2\theta d\theta d\phi \quad (\text{Ek C6})
 \end{aligned}$$

θ ve ϕ açılarıyla belirlenen gök elemanın C düzlemine izdüşümünü veren (Ek C6) denklemini ve kapalı gök modeli için parıltı dağılımını veren (2.12) denklemini, katı açı ile aydınlık düzeyi hesabını veren (Ek A3) denkleminde yerine koyup, bunu da E/LZ faktörünü hesaplamak için kullanılan (3.1) formülüne yerleştirirsek, (Ek C1) denklemi elde edilir.

Şekil 3-5' e göre (Ek C1) denklemini kartezyen koordinatlar cinsinden ifade ederken, Ek A' daki θ , ϕ , $d\theta$, $d\phi$, $\sin\theta$, $\cos\theta$ ifadeleri burada da aynen geçerlidirler. Bunlara ek olarak,

$$\cos\phi = \frac{x}{(x^2+y^2)^{1/2}}$$

şeklinde bulunur. Böylece

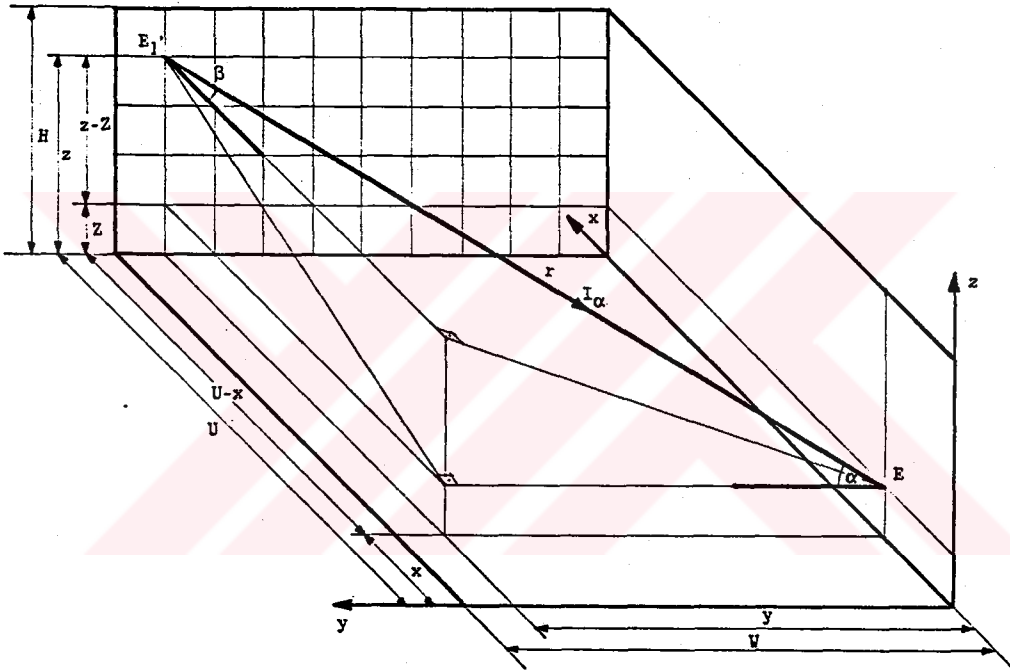
$$(E/LZ)_C = \% \frac{E}{L_z} \cdot 100 = \quad (\text{Ek C7})$$

$$= \% \frac{100}{3} \int_{y=-g}^f \int_{z=ab}^{bb} \left(\frac{x^2}{(x^2+y^2+z^2)^2} + 2 \frac{x^2 y}{(x^2+y^2+z^2)^{5/2}} \right) dy dz$$

yazılabilir. (Ek C7) entegrali çözüldüğünde, (3.16) denklemi elde edilir.

EK D
İÇ YANSIMALARA AİT FORMÜLLER

- C Düzleminden B düzlemine yansıma :



Şekil D.1 C Düzleminden B düzlemine yansıma

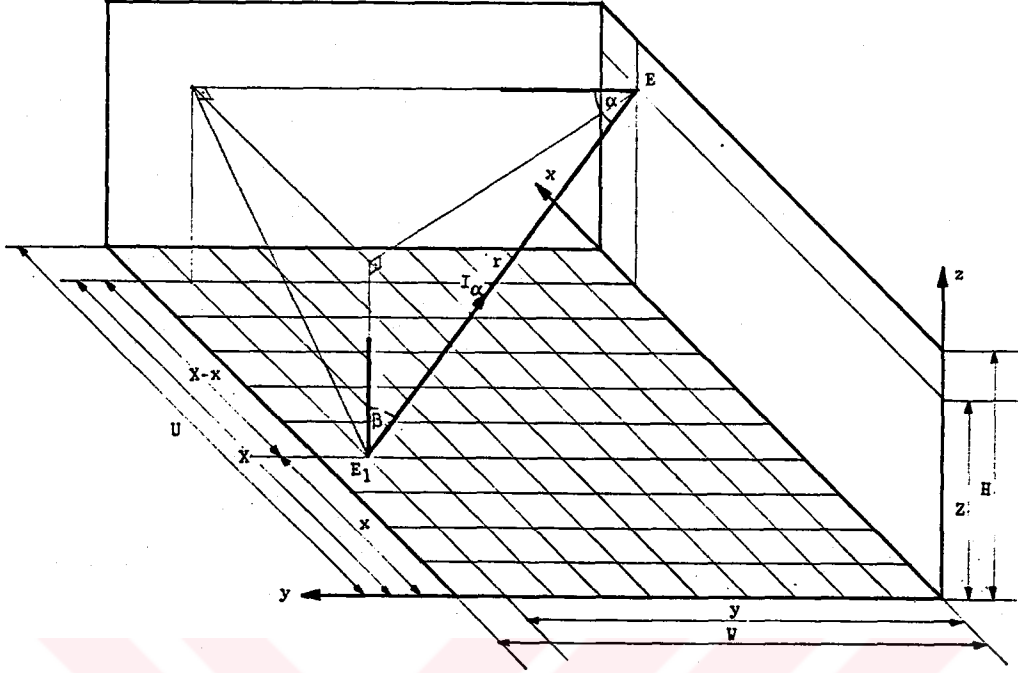
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = (U-x)^2 + y^2 + (z-Z)^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{y}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dy \, dz$$

$$\cos \beta = \frac{U-x}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(y, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{y (U-x)}{((U-x)^2 + y^2 + (z-Z)^2)^2} E_1(y, z) \, dy \, dz \quad (\text{Ek D1})$$

- A Düzleminde B düzlemine yansıma :



Şekil D.2 A Düzleminde B düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (X-x)^2 + y^2 + Z^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{y}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dy$$

$$\cos \beta = \frac{Z}{r} ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{y \, Z}{((X-x)^2 + y^2 + Z^2)^2} E_1(x, y) \, dx \, dy \quad (\text{Ek D2})$$

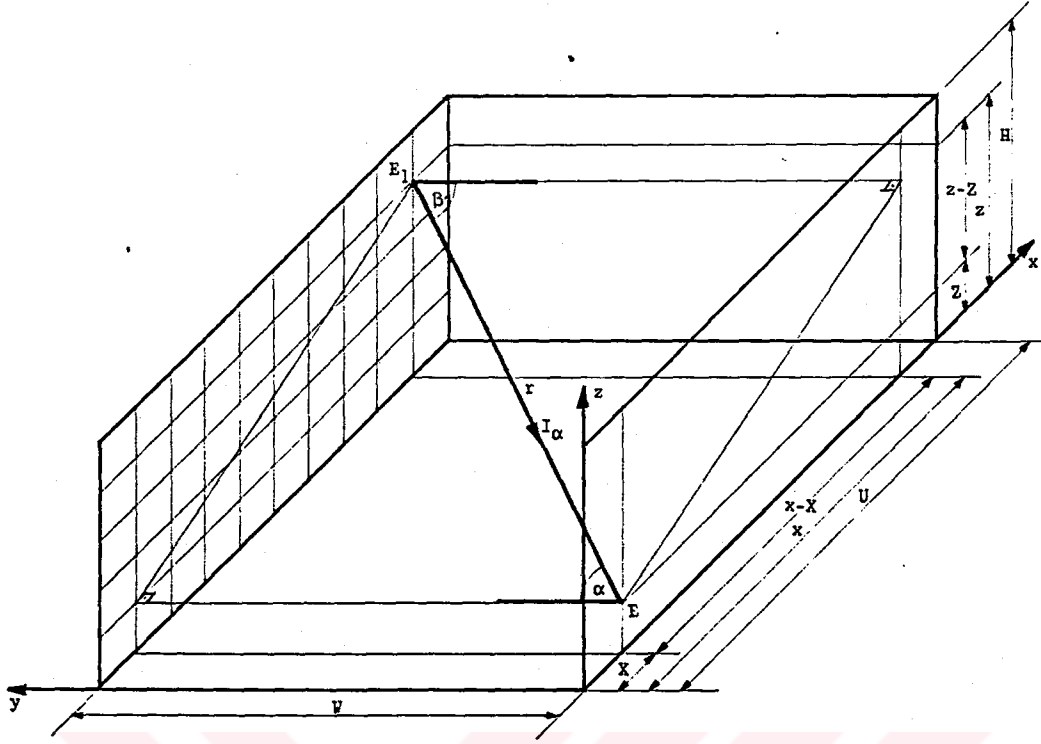
- B1 Düzleminde B düzlemine yansıma :

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (x-X)^2 + W^2 + (z-Z)^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{W}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dz$$

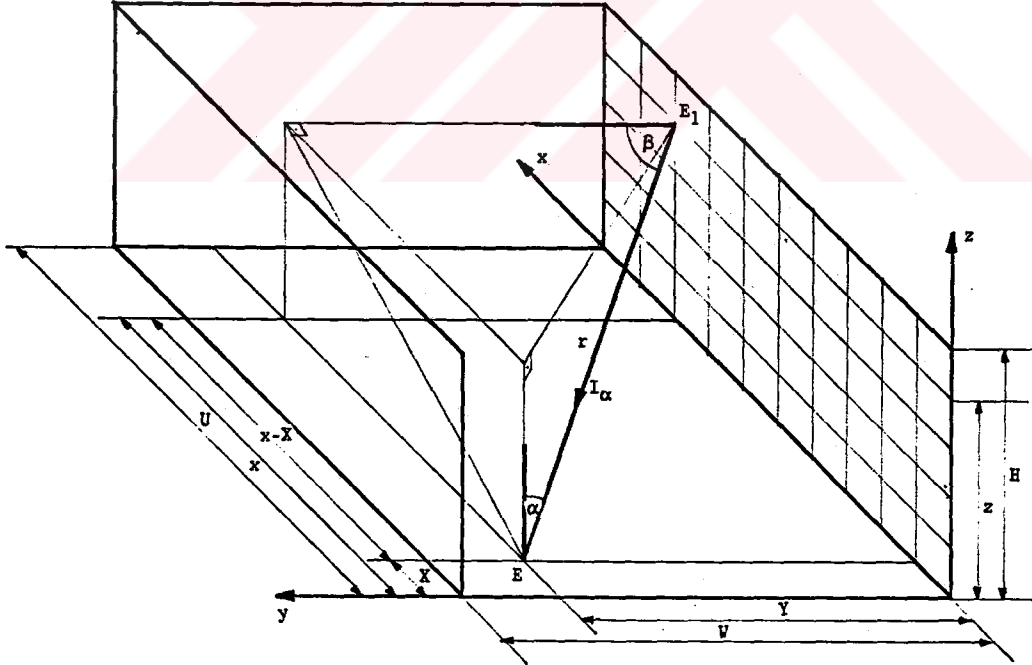
$$\cos \beta = \frac{W}{r} ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{W^2}{((x-X)^2 + W^2 + (z-Z)^2)^2} E_1(x, z) \, dx \, dz \quad (\text{Ek D3})$$



Şekil D.3 B1 Düzleminden B düzlemine yansıma

- B Düzleminden A düzlemine yansıma :



Şekil D.4 B Düzleminden A düzlemine yansıma

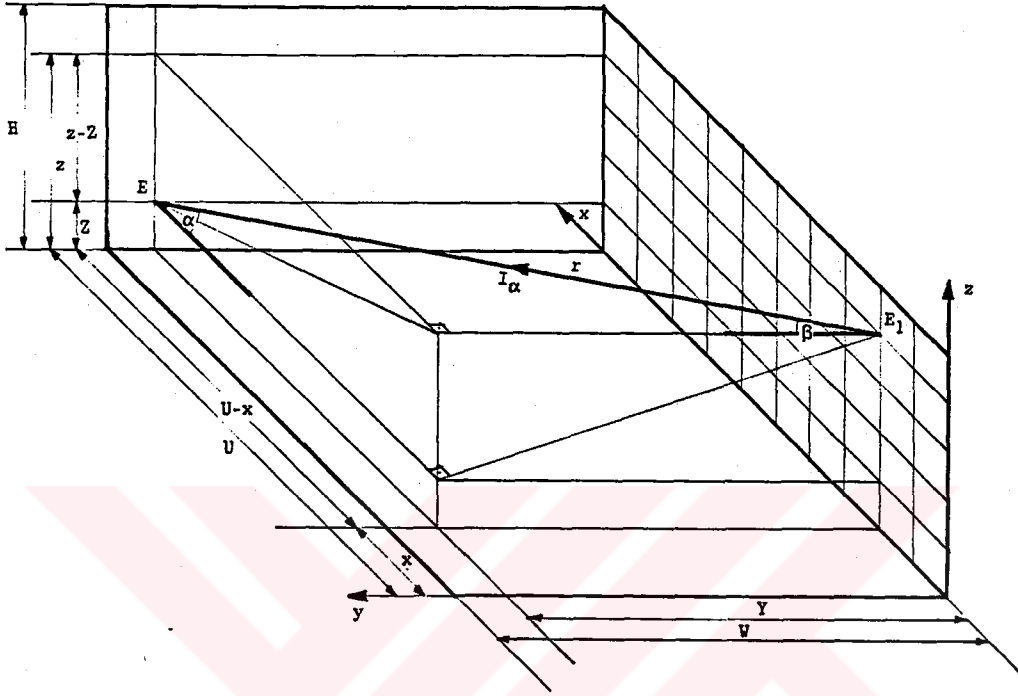
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (x-X)^2 + Y^2 + z^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{z}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dz$$

$$\cos\beta = \frac{Y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{Y z}{((x-X)^2 + Y^2 + z^2)^2} E_1(x, z) dx dz \quad (\text{Ek D4})$$

- B Düzleminden C düzlemine yansıma :



Şekil D.5 B Düzleminden C düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (U-x)^2 + y^2 + (z-Z)^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{U-x}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dz$$

$$\cos\beta = \frac{y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{y (U-x)}{((U-x)^2 + y^2 + (z-Z)^2)^2} E_1(x, z) dx dz \quad (\text{Ek D5})$$

- B1 Düzleminden C düzlemine yansıma :

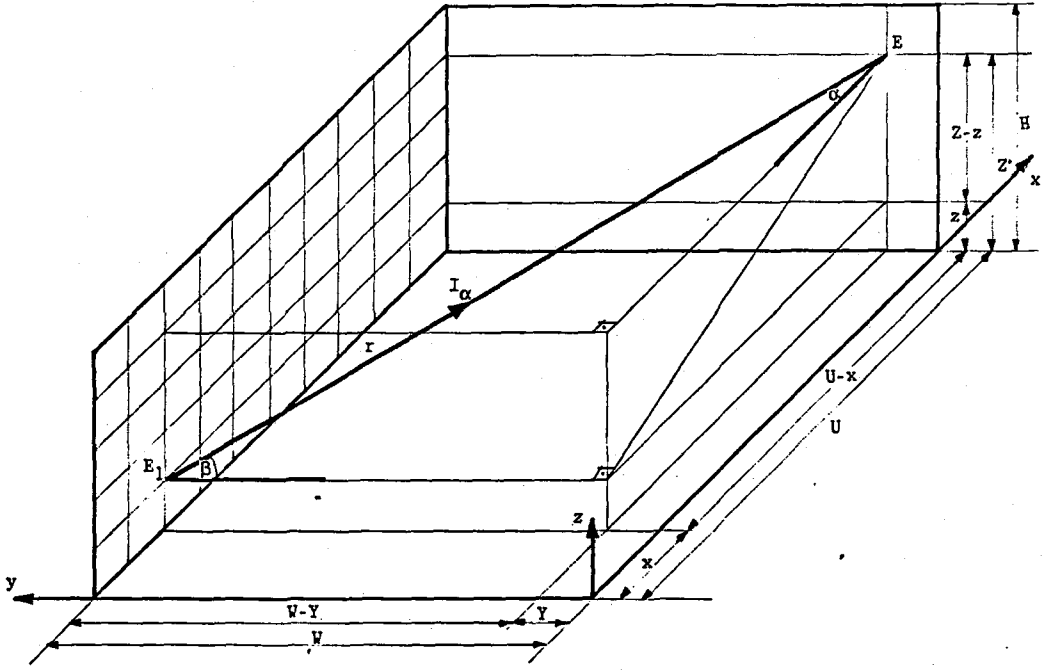
$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (U-x)^2 + (W-Y)^2 + (Z-z)^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{U-x}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dz$$

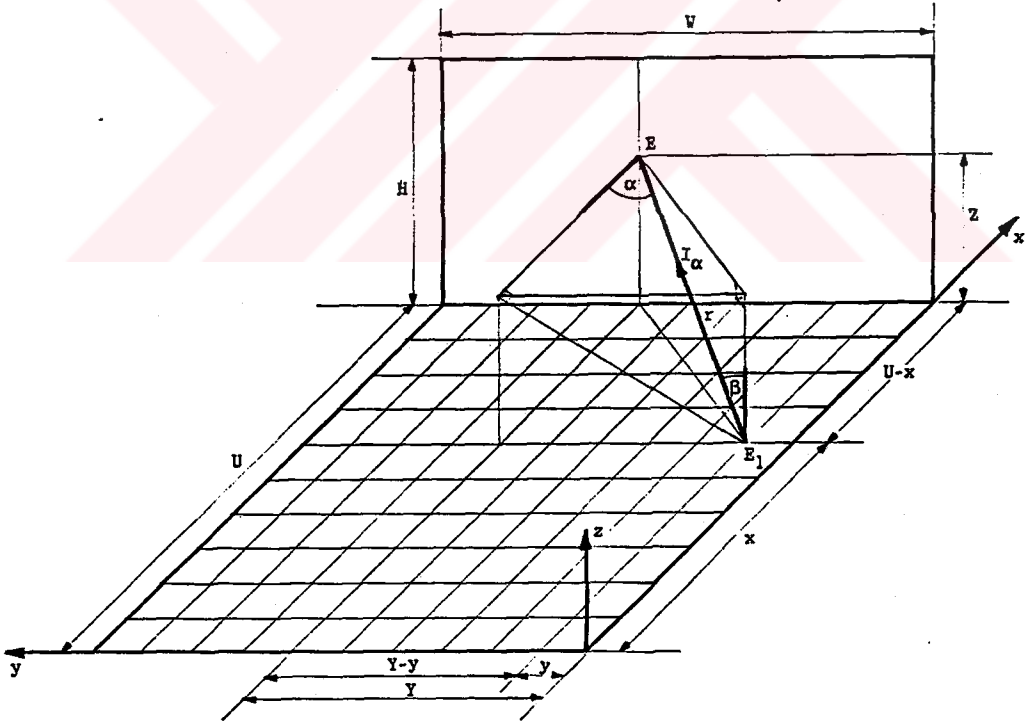
$$\cos\beta = \frac{W-Y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{(W-Y) (U-x)}{((U-x)^2 + (W-Y)^2 + (Z-z)^2)^2} E_1(x, z) dx dz$$

(Ek D6)



Şekil D.6 B1 Düzleminde C düzlemine yansıma
- A Düzleminde C düzlemine yansıma :



Şekil D.7 A Düzleminde C düzlemine yansıma

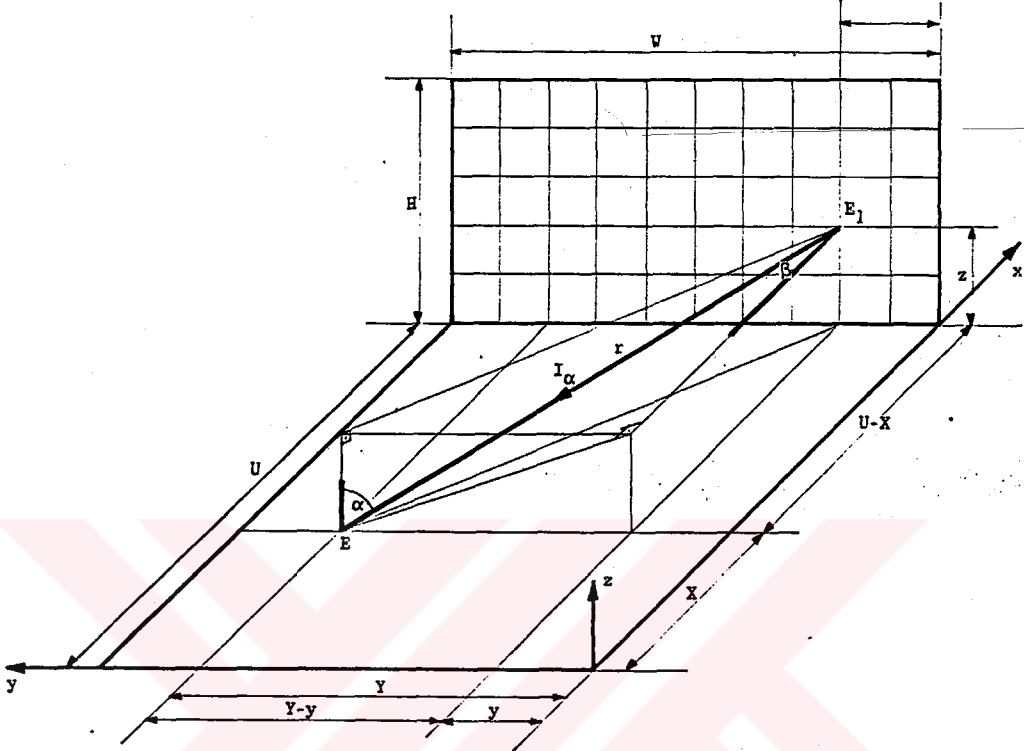
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (U-x)^2 + (Y-y)^2 + Z^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{U-x}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dy$$

$$\cos\beta = \frac{Z}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{Z (U-x)}{((U-x)^2+(Y-y)^2+Z^2)^2} E_1(x,y) dx dy \quad (\text{Ek D7})$$

- C Düzleminden A düzlemine yansıma :



Şekil D.8 C Düzleminden A düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (U-X)^2 + (Y-y)^2 + z^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{z}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dy dz$$

$$\cos\beta = \frac{U-X}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(y,z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{z (U-X)}{((U-X)^2+(Y-y)^2+z^2)^2} E_1(y,z) dy dz \quad (\text{Ek D8})$$

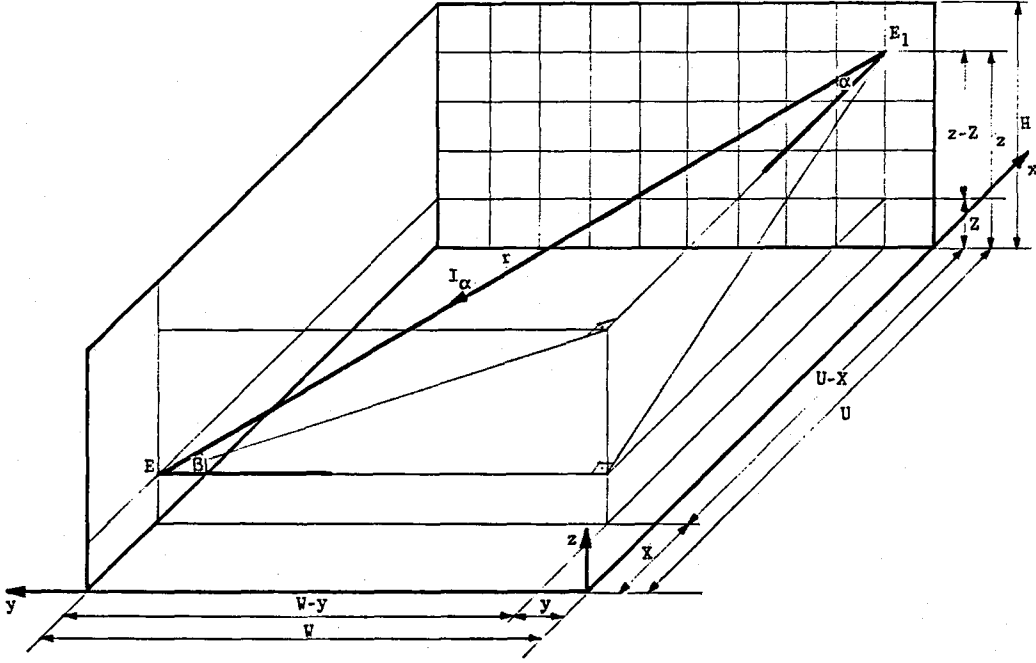
- C Düzleminden B1 düzlemine yansıma :

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (U-X)^2 + (W-y)^2 + (z-Z)^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{W-y}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dy dz$$

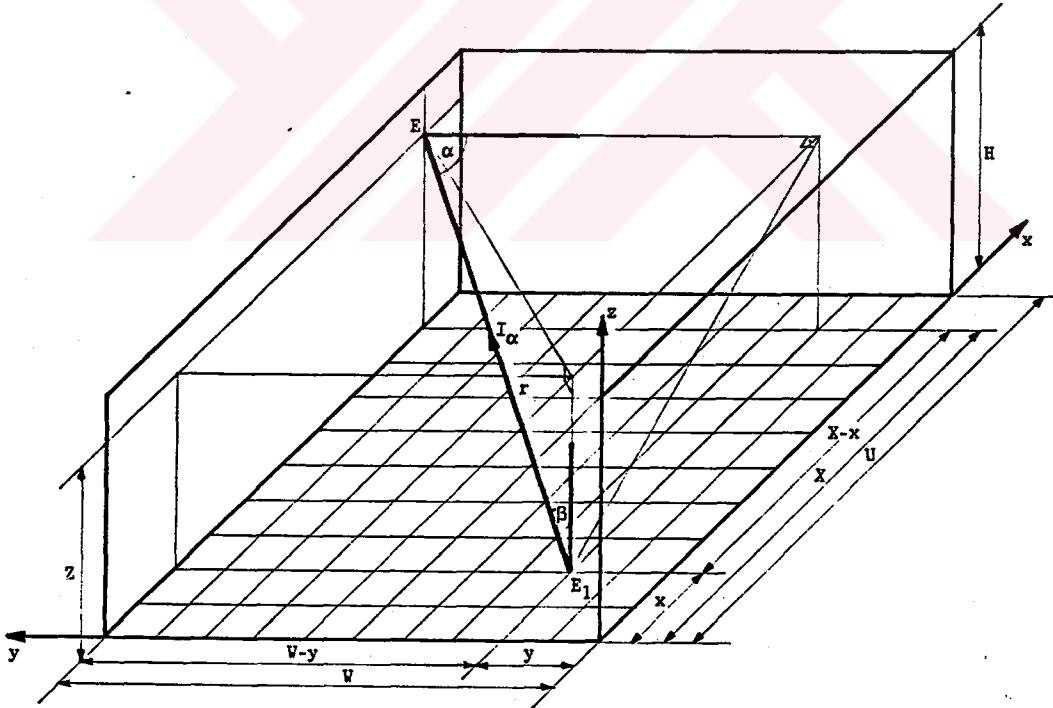
$$\cos\beta = \frac{U-X}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(y,z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{(W-y) (U-X)}{((U-X)^2+(W-y)^2+(z-Z)^2)^2} E_1(y,z) dy dz \quad (\text{Ek D9})$$



Şekil D.9 C Düzleminde B1 düzlemine yansıma

- A Düzleminde B1 düzlemine yansıma :



Şekil D.10 A Düzleminde B1 düzlemine yansıma

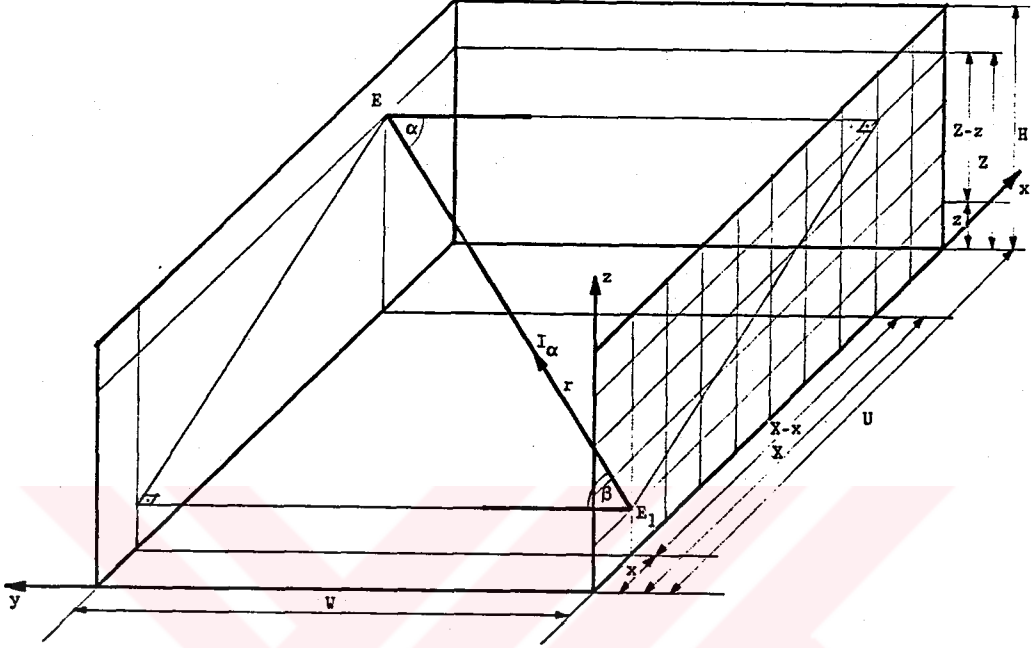
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (X-x)^2 + (W-y)^2 + Z^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{W-y}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dy$$

$$\cos\beta = \frac{Z}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{Z (W-y)}{((X-x)^2 + (W-y)^2 + Z^2)^2} E_1(x,y) dx dy \quad (\text{Ek D10})$$

- B Düzleminde B1 düzlemine yansıma :



Şekil D.11 B Düzleminde B1 düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (X-x)^2 + W^2 + (Z-z)^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{W}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dz$$

$$\cos\beta = \frac{W}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{W^2}{((X-x)^2 + W^2 + (Z-z)^2)^2} E_1(x,z) dx dz \quad (\text{Ek D11})$$

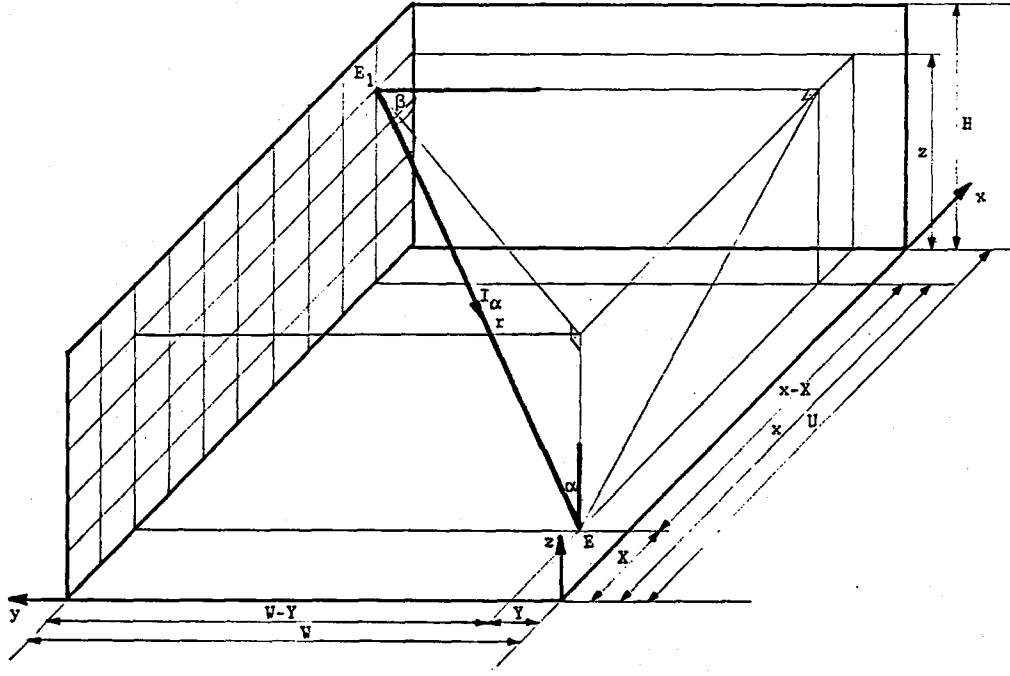
- B1 Düzleminde A düzlemine yansıma :

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (x-X)^2 + (W-y)^2 + z^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{z}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dz$$

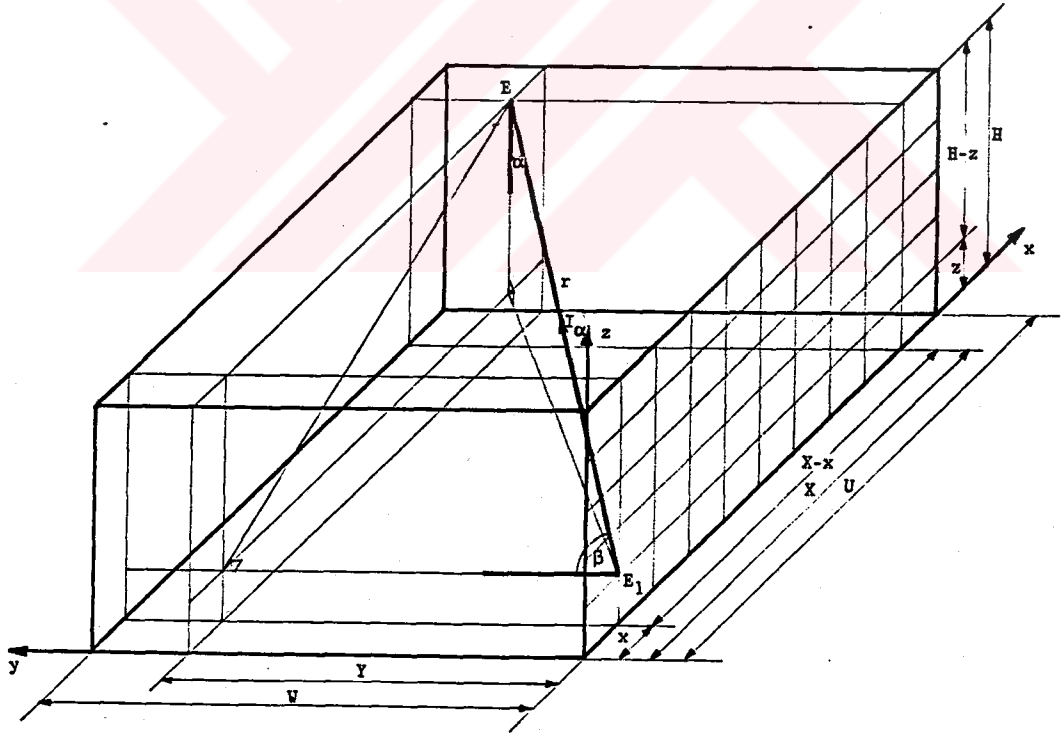
$$\cos\beta = \frac{W-y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{z (W-y)}{((x-X)^2 + (W-y)^2 + z^2)^2} E_1(x,z) dx dz \quad (\text{Ek D12})$$



Şekil D.12 B1 Düzleminden A düzlemine yansıma

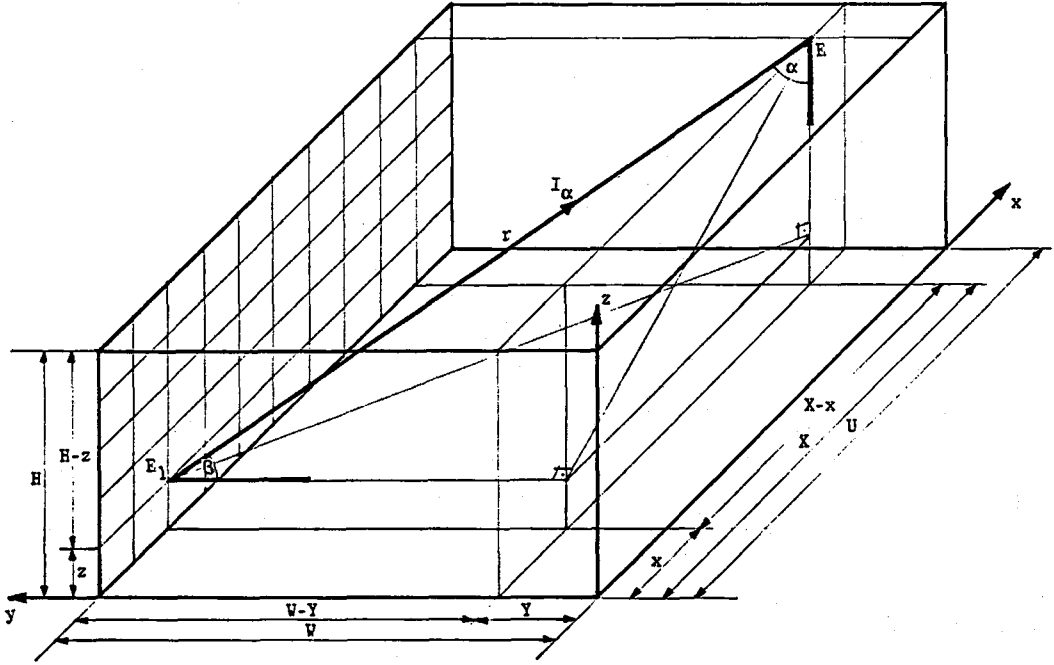
- B Düzleminden A1 düzlemine yansıma :



Şekil D.13 B Düzleminden A1 düzlemine yansıma

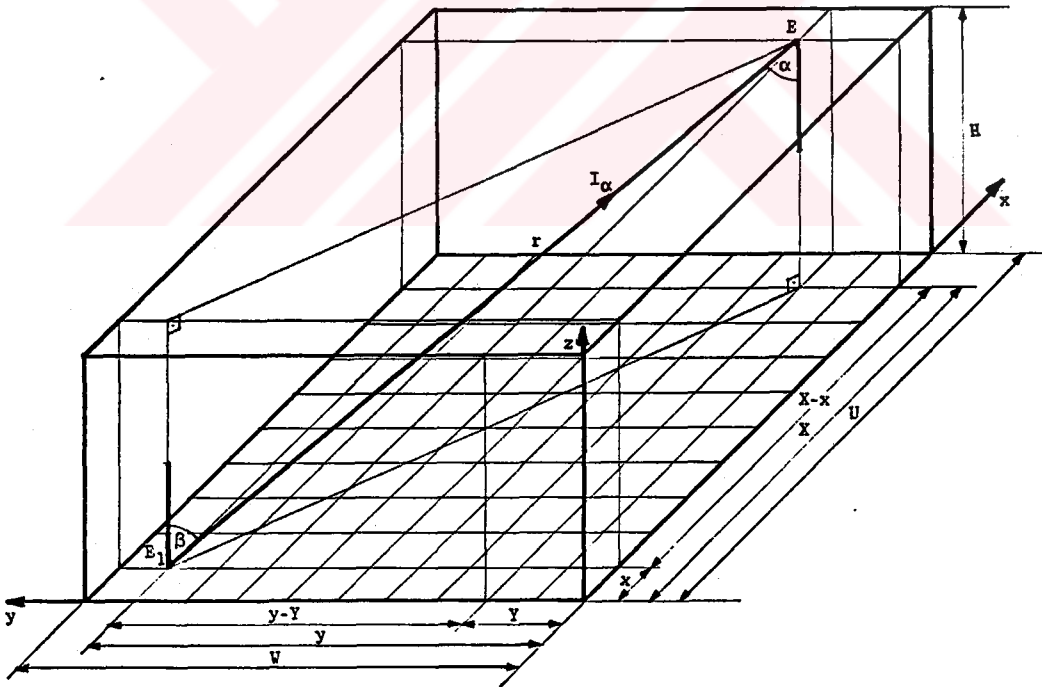
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha ; \quad r^2 = (X-x)^2 + Y^2 + (H-z)^2 ; \quad \cos \alpha = \frac{H-z}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dz$$



Şekil D.15 B1 Düzleminden A1 düzlemine yansıma

- A Düzleminden A1 düzlemine yansıma :



Şekil D.16 A Düzleminden A1 düzlemine yansıma

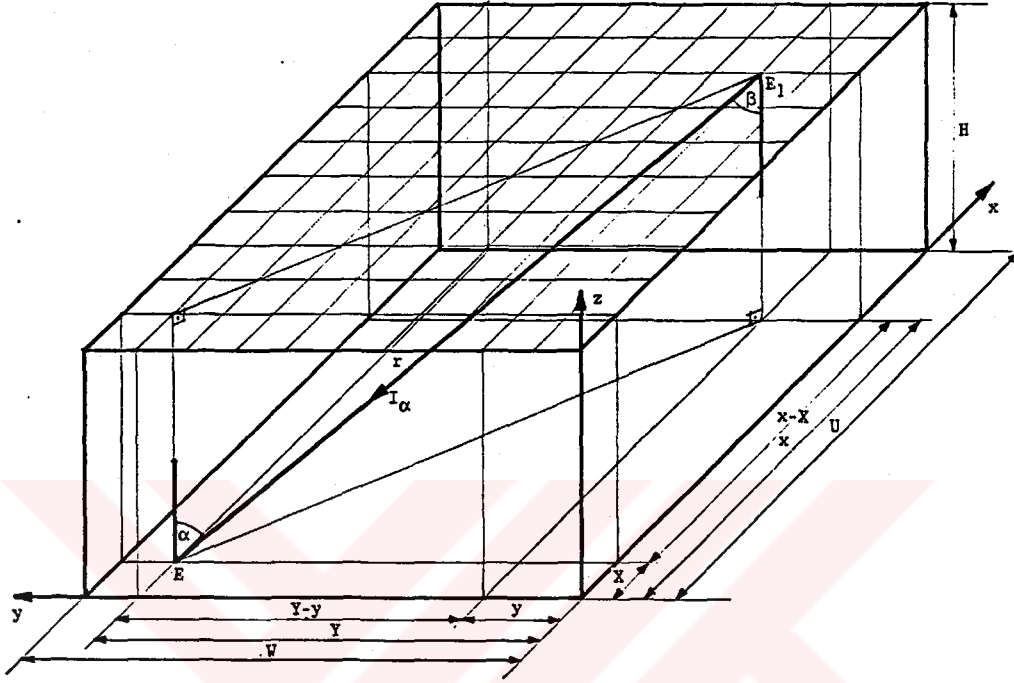
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = (X-x)^2 + (y-Y)^2 + H^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{H}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dy$$

$$\cos\beta = \frac{H}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{H^2}{((X-x)^2+(y-Y)^2+H^2)^2} E_1(x,y) dx dy \quad (\text{Ek D16})$$

- A1 Düzleminden A düzlemine yansıma :



Şekil D.17 A1 Düzleminden A düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = (x-X)^2 + (Y-y)^2 + H^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{H}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dy$$

$$\cos\beta = \frac{H}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{H^2}{((x-X)^2+(Y-y)^2+H^2)^2} E_1(x,y) dx dy \quad (\text{Ek D17})$$

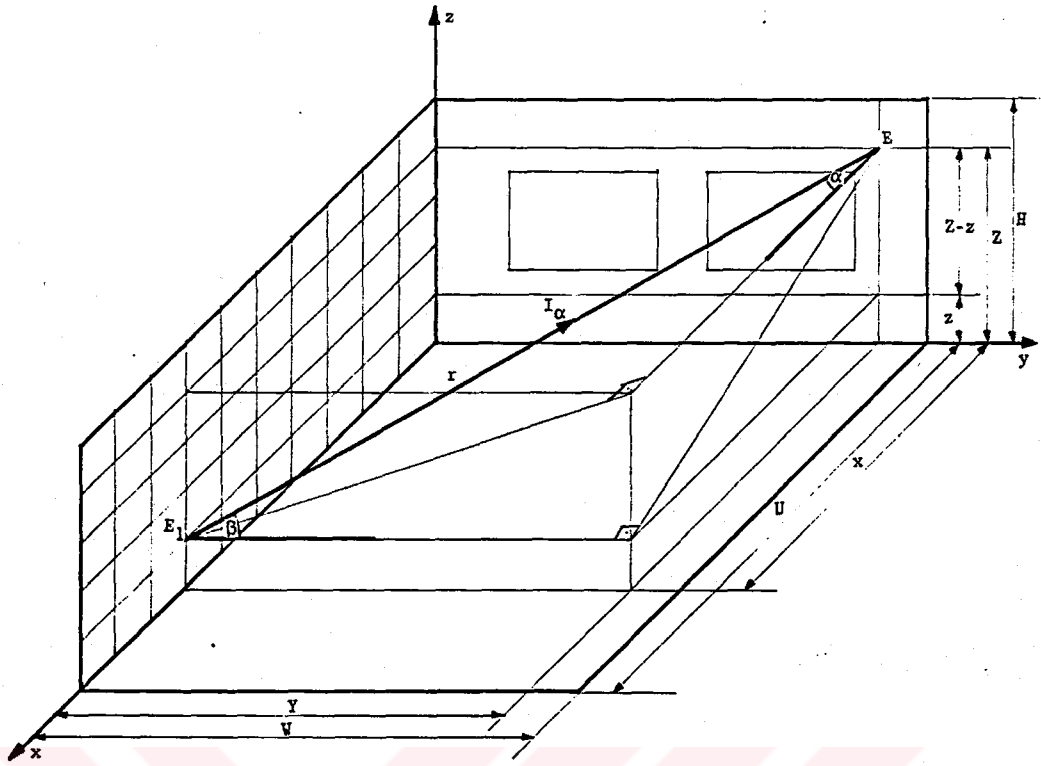
- B Düzleminden C1 düzlemine yansıma :

$$E = \frac{I_\alpha}{r^2} \cos\alpha \quad ; \quad r^2 = x^2 + Y^2 + (Z-z)^2 \quad ; \quad \cos\alpha = \frac{x}{r}$$

$$I_\alpha = L dS_{\text{gör}} = L \cos\beta dx dz$$

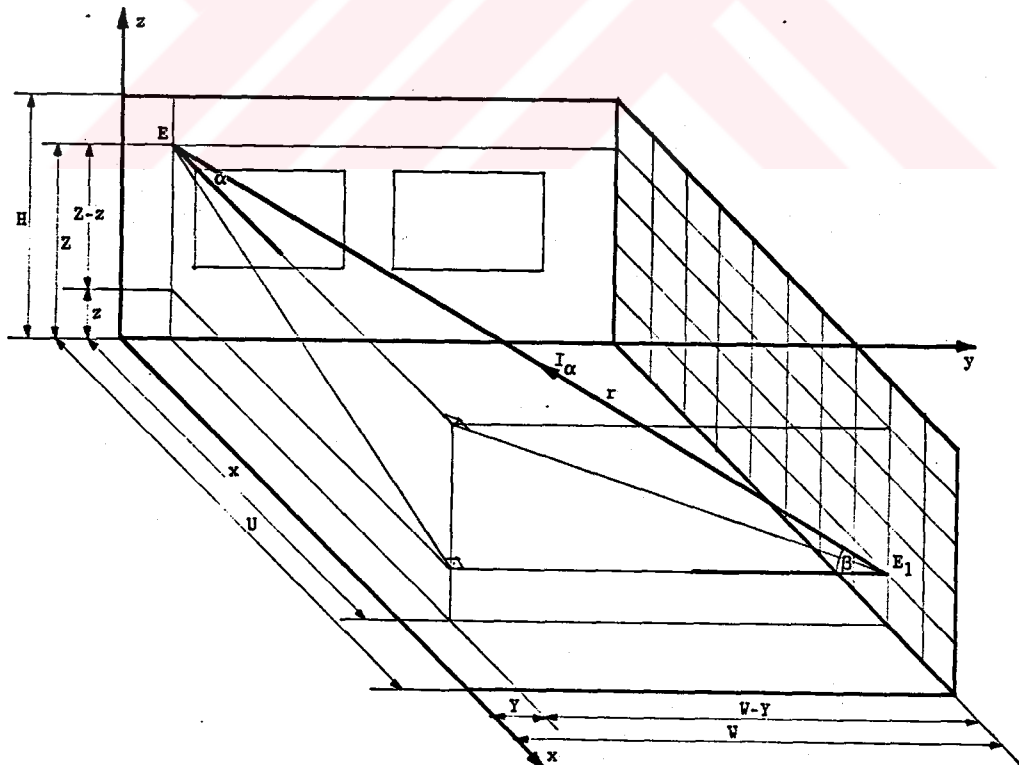
$$\cos\beta = \frac{Y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x,z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{x Y}{(x^2+Y^2+(Z-z)^2)^2} E_1(x,z) dx dz \quad (\text{Ek D18})$$



Şekil D.18 B Düzleminde C1 düzlemine yansıma

- B1 Düzleminde C1 düzlemine yansıma :



Şekil D.19 B1 Düzleminden C1 düzlemine yansıma

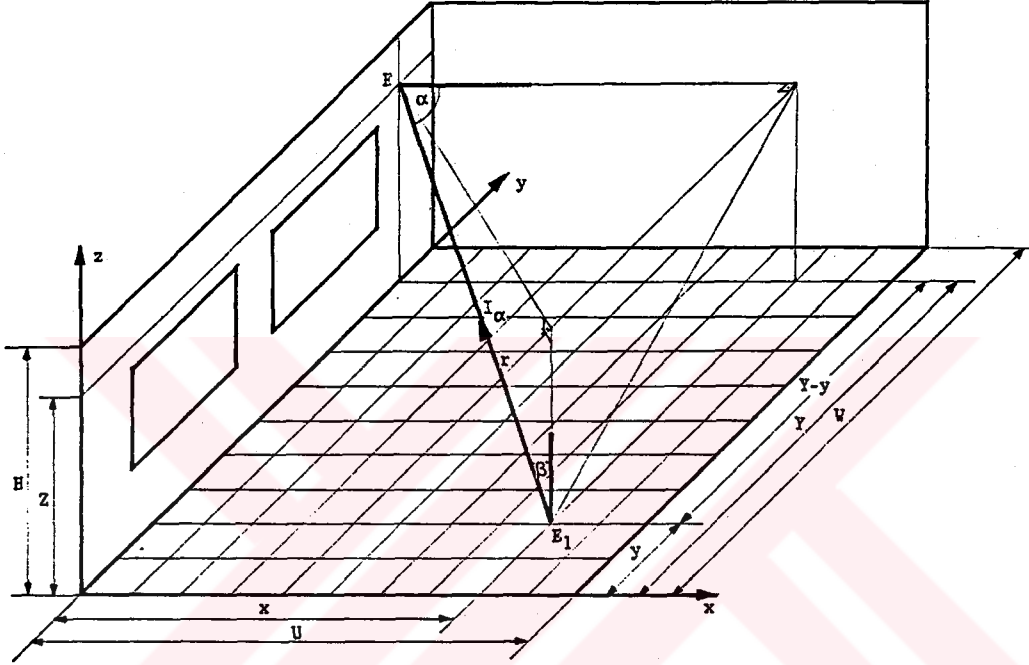
$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = x^2 + (W-Y)^2 + (Z-z)^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dz$$

$$\cos \beta = \frac{W-Y}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{x (W-Y)}{(x^2 + (W-Y)^2 + (Z-z)^2)^2} E_1(x, z) \, dx \, dz \quad (\text{Ek D19})$$

- A Düzleminde C1 düzlemine yansıma :



Şekil D.20 A Düzleminde C1 düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = x^2 + (Y-y)^2 + Z^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{x}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dx \, dy$$

$$\cos \beta = \frac{Z}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(x, y)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{x Z}{(x^2 + (Y-y)^2 + Z^2)^2} E_1(x, y) \, dx \, dy \quad (\text{Ek D20})$$

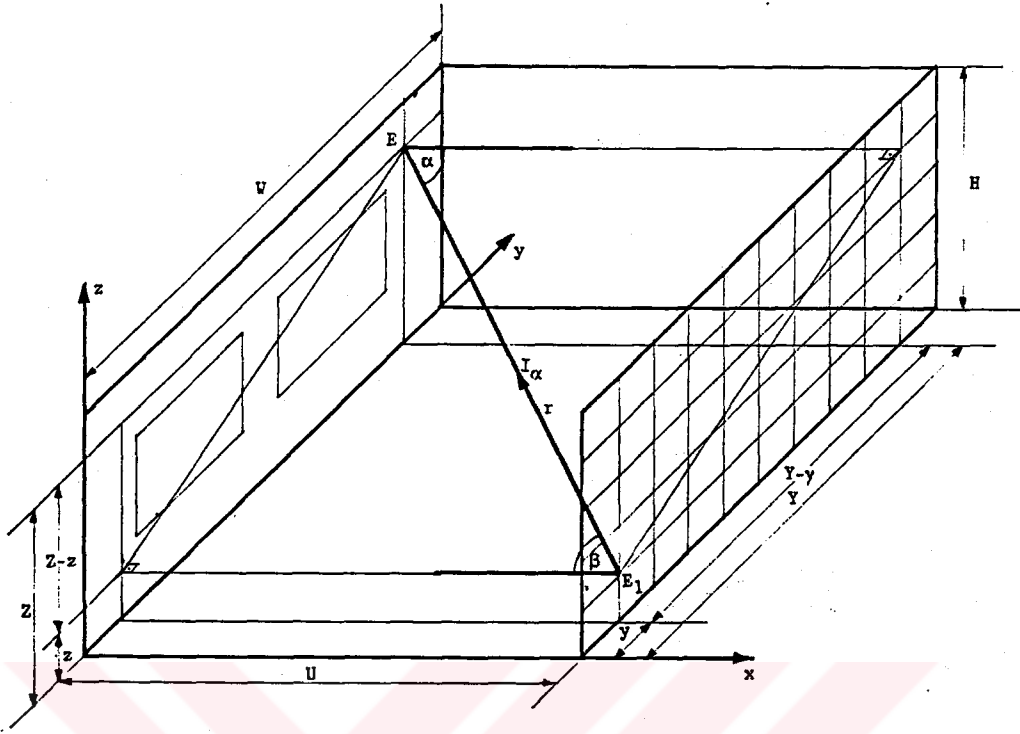
- C Düzleminde C1 düzlemine yansıma :

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = U^2 + (Y-y)^2 + (Z-z)^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{U}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dy \, dz$$

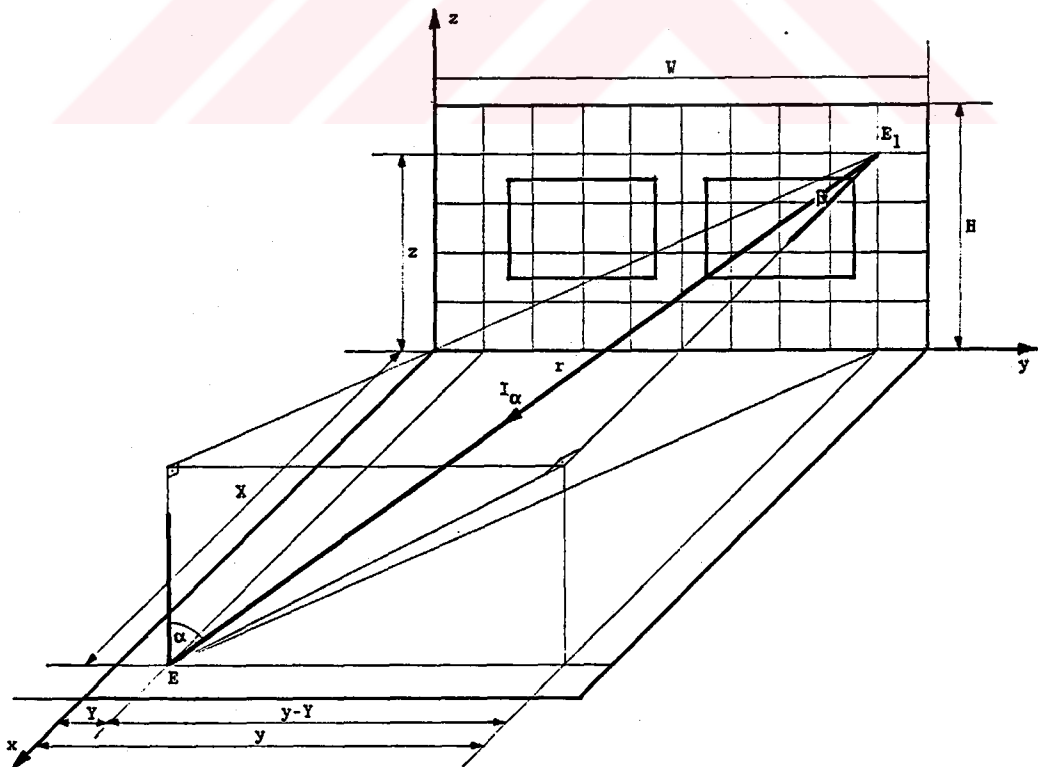
$$\cos \beta = \frac{U}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(y, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{U^2}{(U^2 + (Y-y)^2 + (Z-z)^2)^2} E_1(y,z) dy dz \quad (\text{Ek D21})$$



Şekil D.21 C Düzleminden C1 düzlemine yansıma

- C1 Düzleminden A düzlemine yansıma :



Şekil D.22 C1 Düzleminden A düzlemine yansıma

$$E = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cos \alpha \quad ; \quad r^2 = X^2 + (y-Y)^2 + z^2 \quad ; \quad \cos \alpha = \frac{z}{r}$$

$$I_{\alpha} = L \, dS_{\text{gör}} = L \cos \beta \, dy \, dz$$

$$\cos \beta = \frac{X}{r} \quad ; \quad L = \frac{\rho}{\pi} E_1(y, z)$$

$$d^2E = \frac{\rho}{\pi} \frac{X \, z}{(X^2 + (y-Y)^2 + z^2)^2} E_1(y, z) \, dy \, dz \quad (\text{Ek D22})$$

EK E

ALT PROGRAMLARDA FORMAT DEYİMLERİNDE DEĞİŞMESİ GEREKEN
BÖLÜMLER

Kullanım kolaylığı açısından, alt programlardaki FORMAT deyimlerinde değişmesi gereken yerler, bölüm 3.3.1' de ve aşağıda değerleri verilen değişkenler cinsinden, gösterilmiştir.

s : Q' nun karakter sayısı (örnek: Q=0.25 için s=4)

t : Q' nun kesir kısmında kalan anlamlı karakter sayısı (örnek: Q=0.25 için t=2)

olmak üzere, W5 alt programına ait FORMAT deyimleri

```
10 FORMAT( (s+2)X,3X,NY( (5-s)X,1Fs.t ) )
20 FORMAT( (s+2)X,1X,NY(" |" ) )
30 FORMAT( (s+2)X,( 5(NY+1)+1 )("-"),"YYY" )
40 FORMAT( 2( (s+2)X,"|", ( 5(NY+1)-1 )X,"|",/ ), (s+2)X,"|", (
    5(NY+1)-1 )X,"|" )
50 FORMAT( (s+2)X,"|",2X,NY(1X,1I4),2X,"|" )
60 FORMAT( 1X,1Fs.t,"-|",NY(4X,"."),4X,"|" )
70 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 5(NY+1)-1 )X,"|",/ ,(s+2)X,( 5(NY+1)+1 )("-
    "),/ ,2( (s+2)X,"X",/ ),(s+2)X,"X" )
```

şeklindedirler.

W5B alt programına ait FORMAT deyimleri:

```
5 FORMAT( 2( (s+2)X,"Z",/ ),(s+2)X,"Z" )
30 FORMAT( (s+2)X,(5(NX+1)+1 )("-") )
40 FORMAT( 2( (s+2)X,"|", ( 5(NX+1)-1 )X,"|",/ ),(s+2)X,"|", (
    5(NX+1)-1 )X,"|" )
50 FORMAT( (s+2)X,"|",2X,NX( 1X,1I4 ),2X,"|" )
60 FORMAT( 1X,1Fs.t,"-|",NX( 4X,"." ),4X,"|" )
70 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 5(NX+1)-1 )X,"|",/ ,(s+2)X,( 5(NX+1)+1 )("-
    "),"XXX" )
90 FORMAT( (s+2)X,1X,NX( " |" ) )
100 FORMAT( (s+2)X,3X,NX( (5-s)X,1Fs.t ) )
```

W5C alt programına ait FORMAT deyimleri:

```
5 FORMAT( 2( (s+2)X,"Z",/ ),(s+2)X,"Z" )
30 FORMAT( (s+2)X,(5(NY+1)+1 )("-") )
```

```

40 FORMAT( 2( (s+2)X,"|", ( 5(NY+1)-1 )X,"|",/ ),(s+2)X,"|", (
    5(NY+1)-1 )X,"|" )
50 FORMAT( (s+2)X,"|",2X,NY( 1X,1I4 ),2X,"|" )
60 FORMAT( (6-s-1)X,1Fs.t,"-|",NY( 4X,"." ),4X,"|" )
70 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 5(NY+1)-1 )X,"|",/,(s+2)X,( 5(NY+1)+1 )("-"
    ),"YYY" )
90 FORMAT( (s+2)X,1X,NY( " |" ) )
100 FORMAT( (s+2)X,3X,NY( (5-s)X,1Fs.t ) )

```

Yukarıda verilen değişkenlere ek olarak, grafik çıkışlar için,

```

NY çift ise   NPY = NY/2
NY tek ise    NPY = ((NY-1)/2) + 1
NX çift ise   NPX = NX/2
NX tek ise    NPX = ((NX-1)/2) + 1

```

değerleri gereklidir.

GGA alt programına ait FORMAT deyimleri:

```

10 FORMAT( (s+2)X,NPY( 2X,1Fs.t ) )
20 FORMAT( (s+2)X,3X,(NY-NPY)( "|", (5-s)X,1Fs.t ) )
30 FORMAT( (s+2)X,1X,NY( 2X,"|" ) )
40 FORMAT( (s+2)X,( 3(NY+1)+1 )("-"),"YYY" )
50 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 3(NY+1)-1 )X,"|" )
60 FORMAT( (s+2)X,"|",1X,NY( A3 ),1X,"|" )
150 FORMAT( (6-s-1)X,1Fs.t,"-|",1X,NY( A3 ),1X,"|" )
160 FORMAT( (s+2)X,( 3(NY+1)+1 )("-"),/,3( (s+2)X,"X",/ ) )
190 FORMAT( 3X,"-----",/,3X,"|MMM|" )
200 FORMAT( 3X,"|MMM| = MAKSİMUM =",1F4.0 )
201 FORMAT( 3X,"|MMM|",/,3X,"-----" )

```

GGB alt programına ait FORMAT deyimleri:

```

10 FORMAT( 2( (s+2)X,"Z",/ ),(s+2)X,"Z" )
20 FORMAT( (s+2)X,( 3(NX+1)+1 )("-") )
30 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 3(NX+1)-1 )X,"|" )
40 FORMAT( (s+2)X,"|",1X,NX( A3 ),1X,"|" )
50 FORMAT( (6-s-1)X,1Fs.t,"-|",1X,NX( A3 ),1X,"|" )
60 FORMAT( (s+2)X,( 3(NX+1)+1 )("-"),"XXX" )
150 FORMAT( (s+2)X,1X,NX( 2X,"|" ) )
160 FORMAT( (s+2)X,1X,NPX( (5-s)X,1Fs.t,"|" ) )
170 FORMAT( (s+2)X,,3X,(NX-NPX)( 2X,1Fs.t ))
200 FORMAT( 3X,"-----",/,3X,"|MMM|" )
201 FORMAT( 3X,"|MMM| = MAKSİMUM =",1F4.0 )
202 FORMAT( 3X,"|MMM|",/,3X,"-----" )
205 FORMAT( (s+2)X,1X,(NPX-1)( (5-s)X,1Fs.t,"|" ),(5-s)X,1Fs.t )

```

GGC alt programına ait FORMAT deyimleri:

```

10 FORMAT( 2( (s+2)X,"Z",/ ),(s+2)X,"Z" )
20 FORMAT( (s+2)X,( 3(NY+1)+1 )("-") )
30 FORMAT( (s+2)X,"|", ( 3(NY+1)-1 )X,"|" )
40 FORMAT( (s+2)X,"|",1X,NY( A3 ),1X,"|" )
50 FORMAT( (6-s-1)X,1Fs.t,"-|",1X,NY( A3 ),1X,"|" )
60 FORMAT( (s+2)X,( 3(NY+1)+1 )("-"),"YYY" )
150 FORMAT( (s+2)X,1X,NY( 2X,"|" ) )
160 FORMAT( (s+2)X,1X,NPY( (5-s)X,1Fs.t,"|" ) )
170 FORMAT( (s+2)X,,3X,(NY-NPY)( 2X,1Fs.t ))
200 FORMAT( 3X,"-----",/,3X,"|MMM|" )
201 FORMAT( 3X,"|MMM| = MAKSİMUM =",1F4.0 )
202 FORMAT( 3X,"|MMM|",/,3X,"-----" )
205 FORMAT( (s+2)X,1X,(NPY-1)( (5-s)X,1Fs.t,"|" ),(5-s)X,1Fs.t )

```


EK F

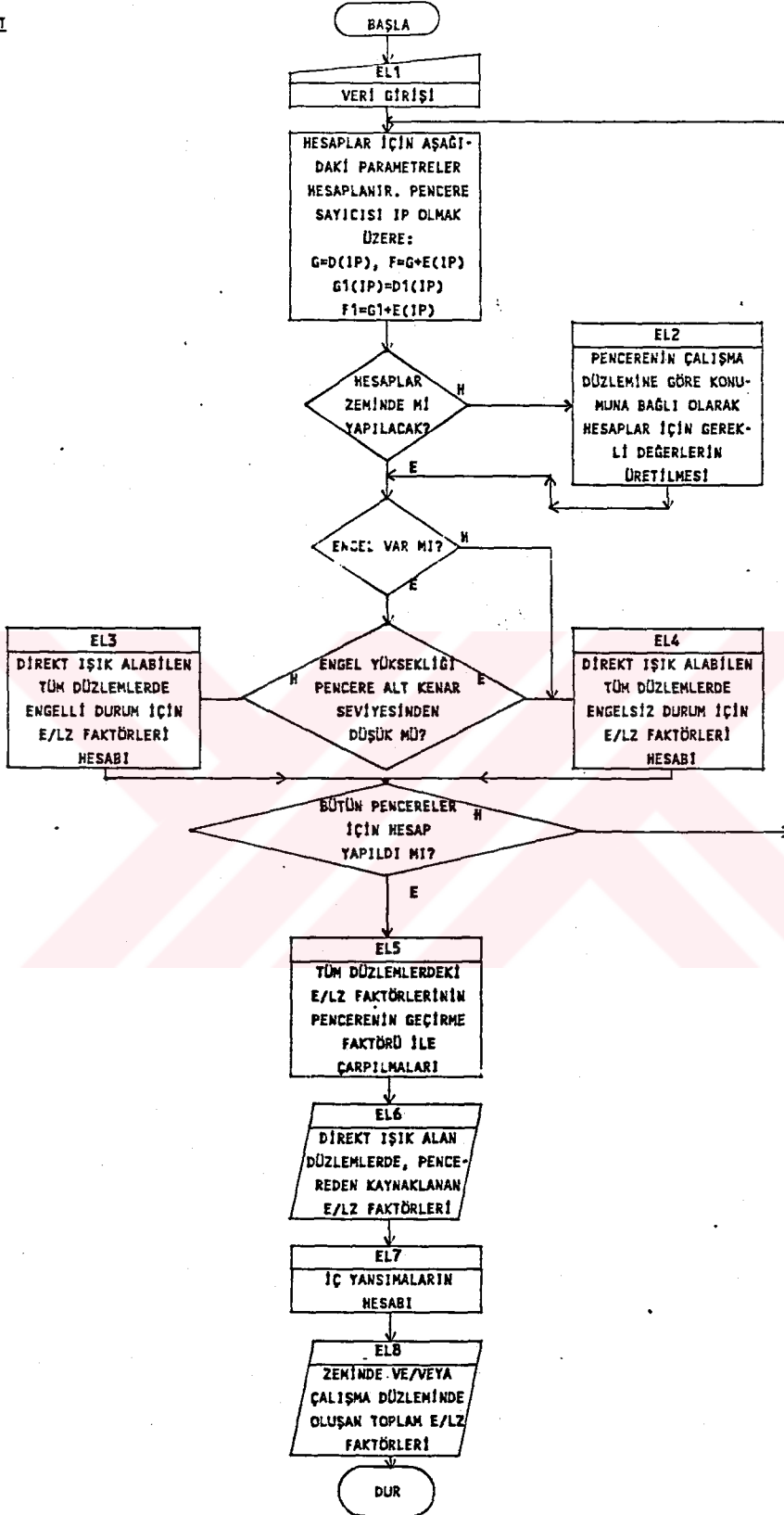
ELZET PROGRAMININ AKIŞ DİYAGRAMI

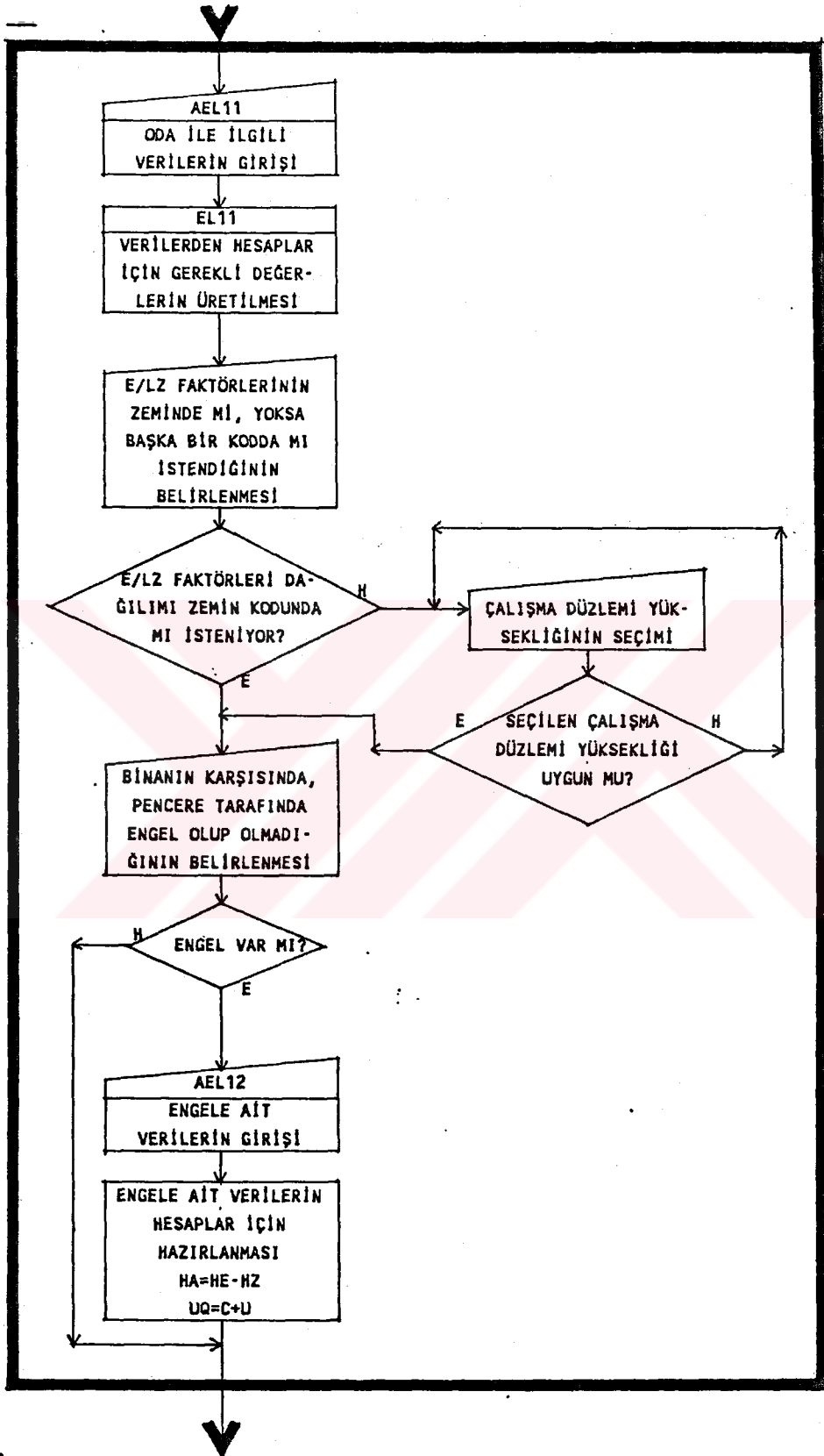
ELZET programının ve bu ana program ile birlikte çalışan alt programların akış diyagramlarında ANSI (American National Standards Institute) sembolleri kullanılmıştır [45].

Program akışının bir bakışta görülebilmesi amacıyla programlar, tümü bir sayfaya sığacak şekilde bloklar halinde verilmişlerdir. Her bir blok ayrıca daha sonra detaylı olarak gösterilmiştir. Blok adları, program parçası olarak gözüktükleri yerlerde blokların üst taraflarında ayrı bir bölmede verilmişlerdir. Program parçasının detayını gösteren ayrı blokda ise, bu adlar, büyük blok belirten kalın çizilmiş dikdörtgenin sol üst köşesine yerleştirilmişlerdir.

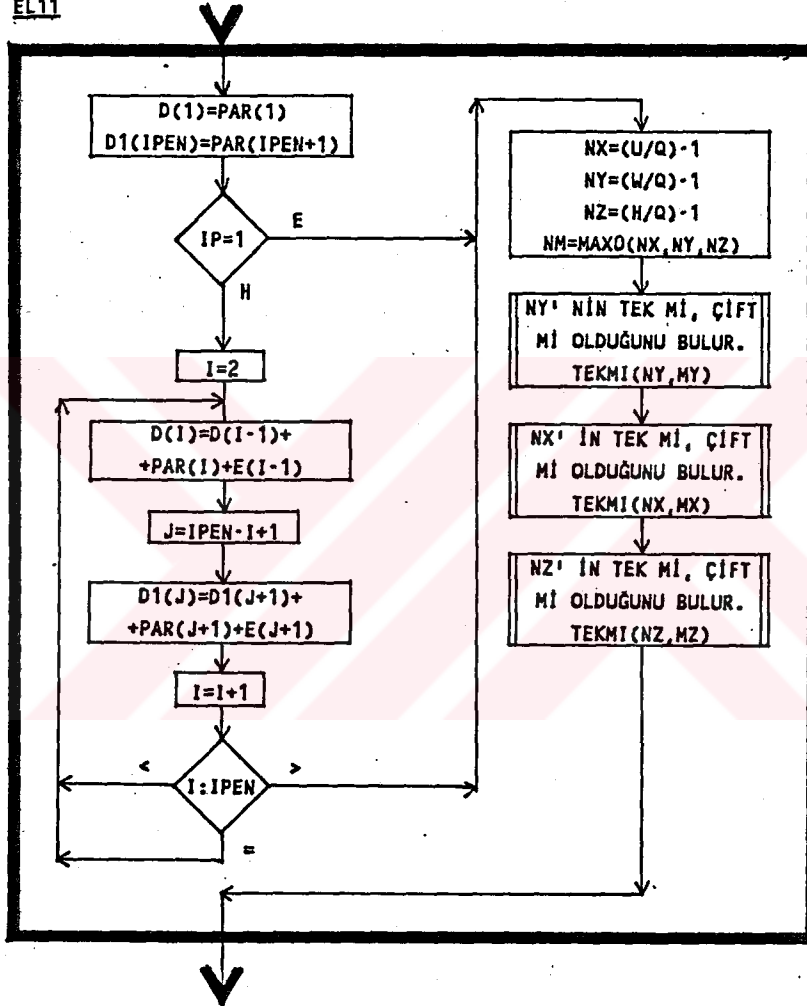
İsimleri AEL ile başlayan bloklar akış diyagramı halinde detaylandırılmamışlardır, bunlara ait açıklamalar bu ekin sonunda metine ve programa dayalı olarak verilmişlerdir.

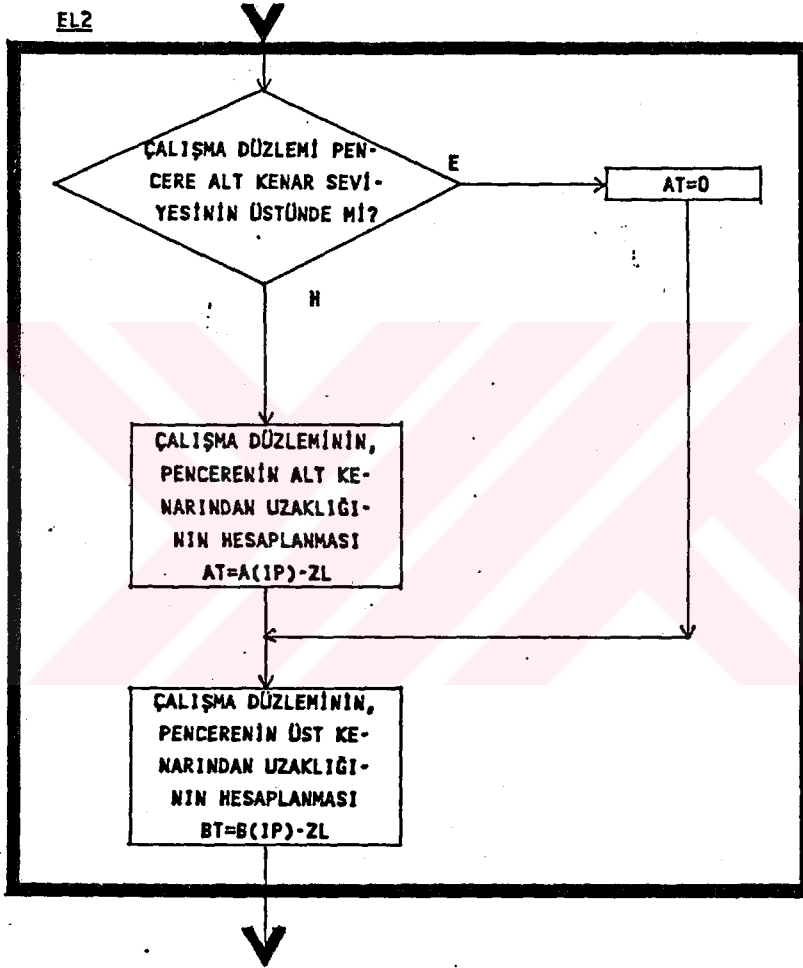
ELZET



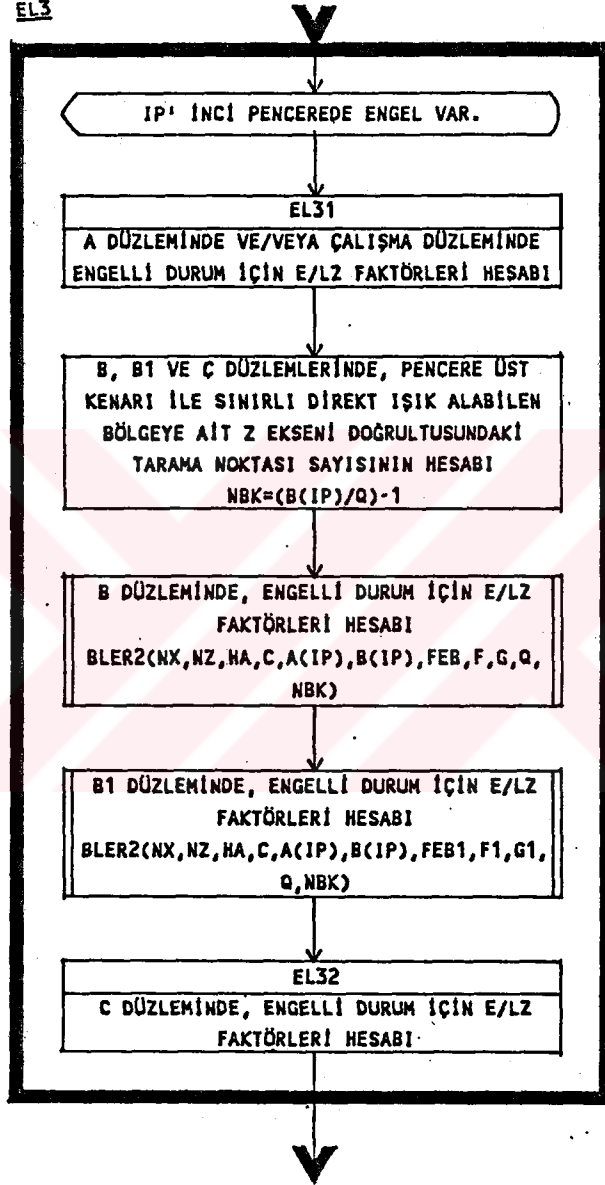


EL11

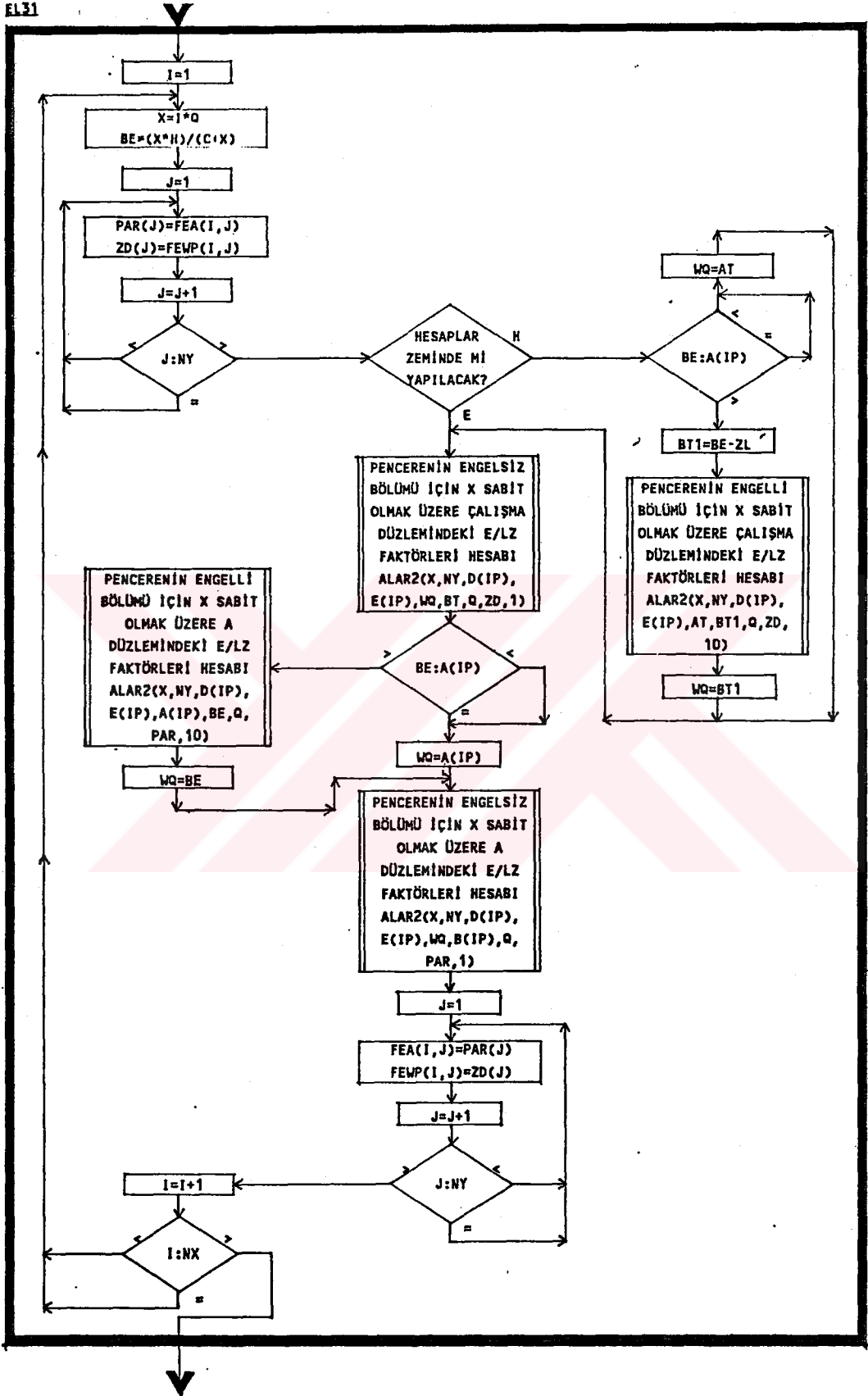




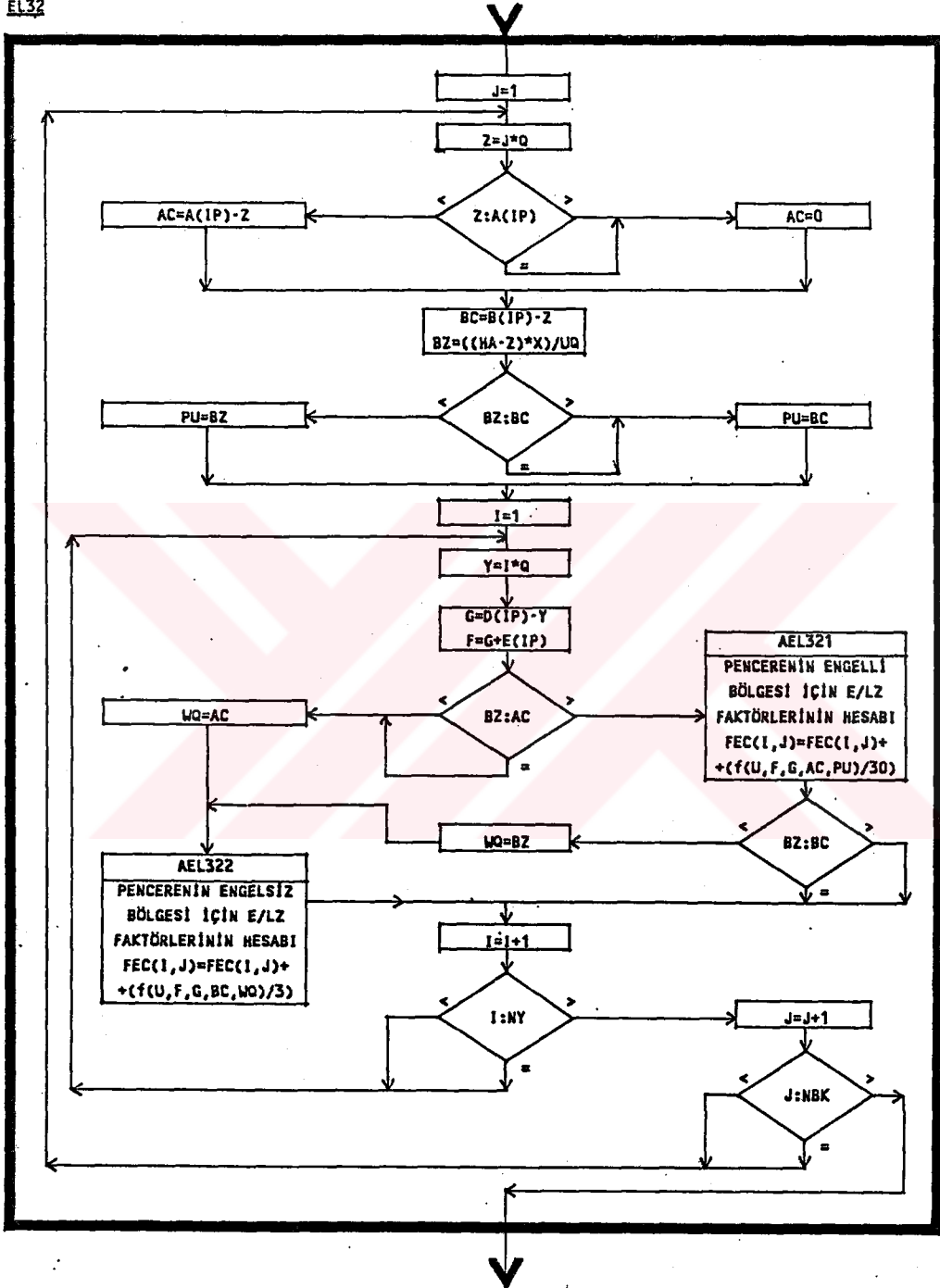
EL3



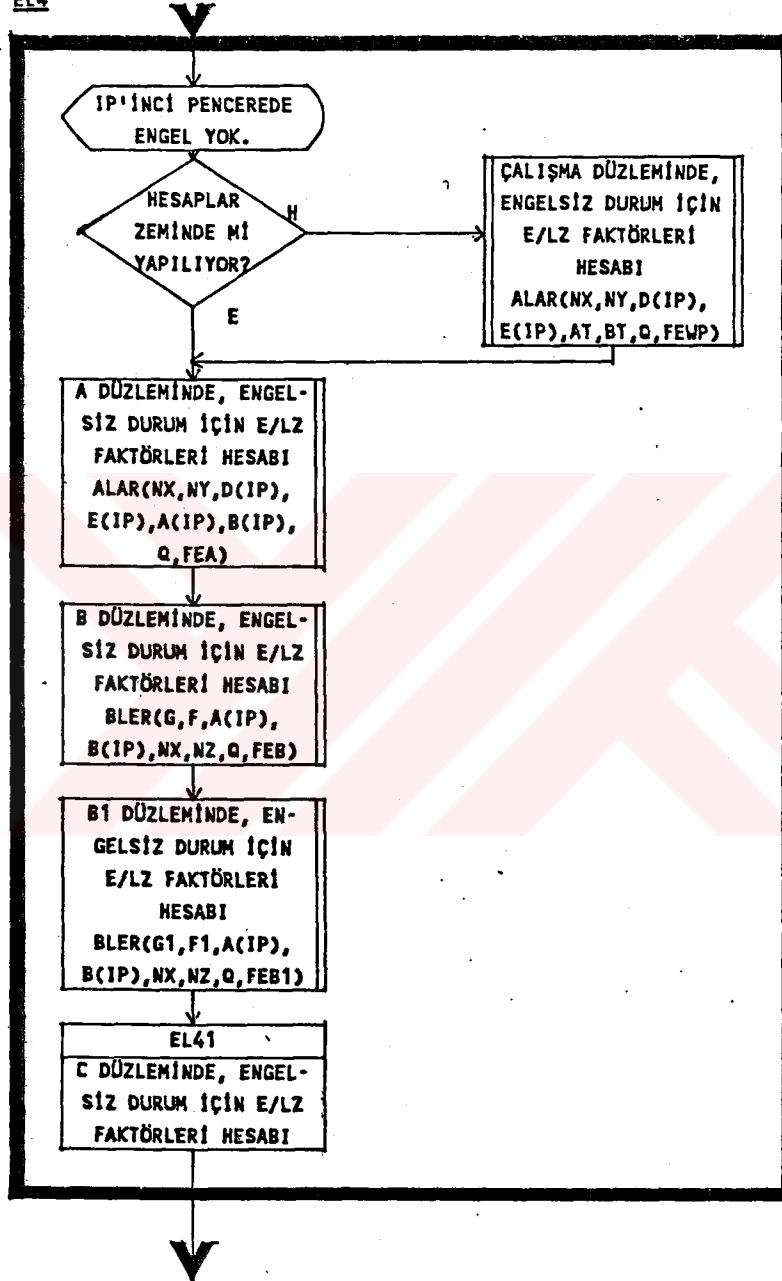
EL31



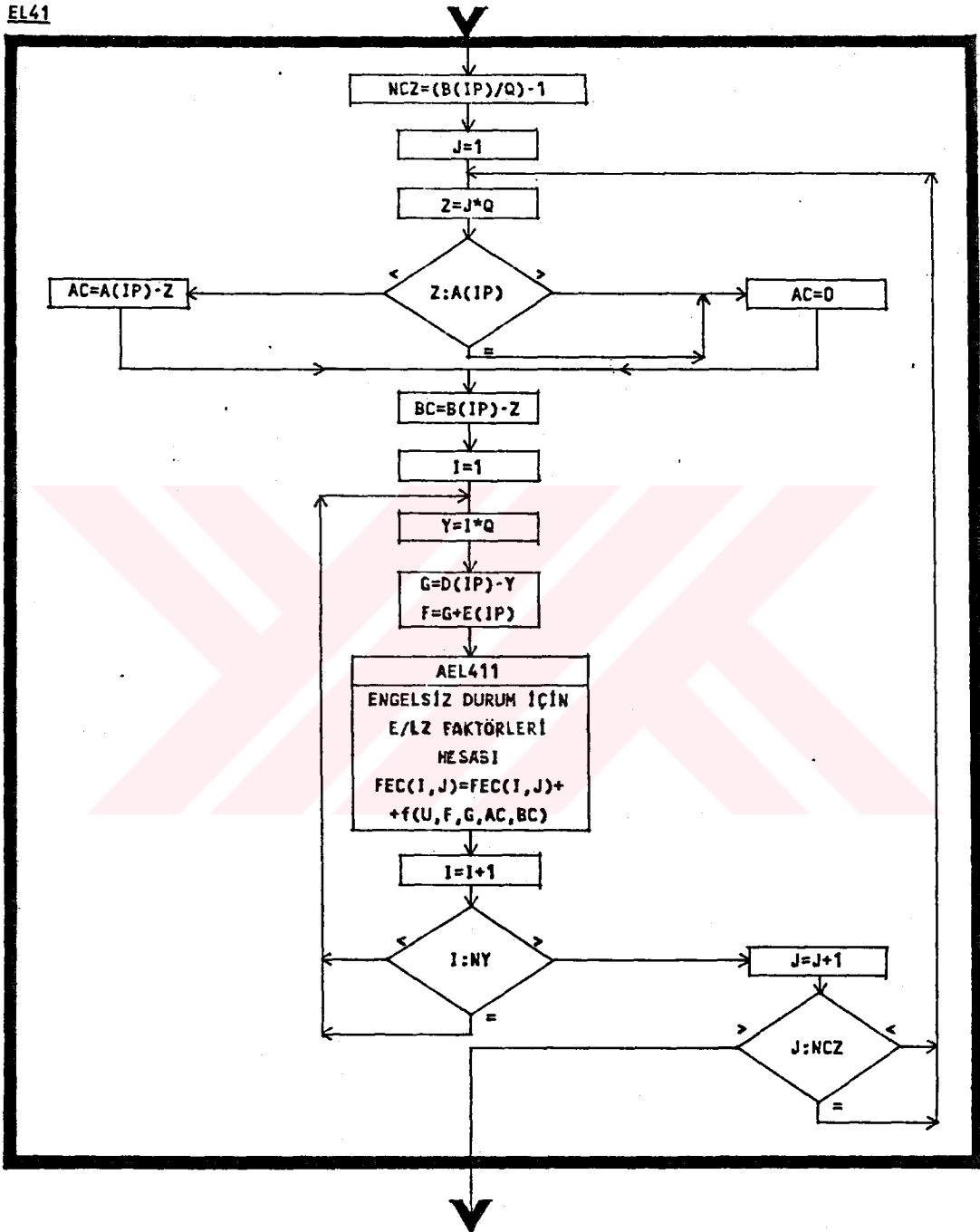
EL32

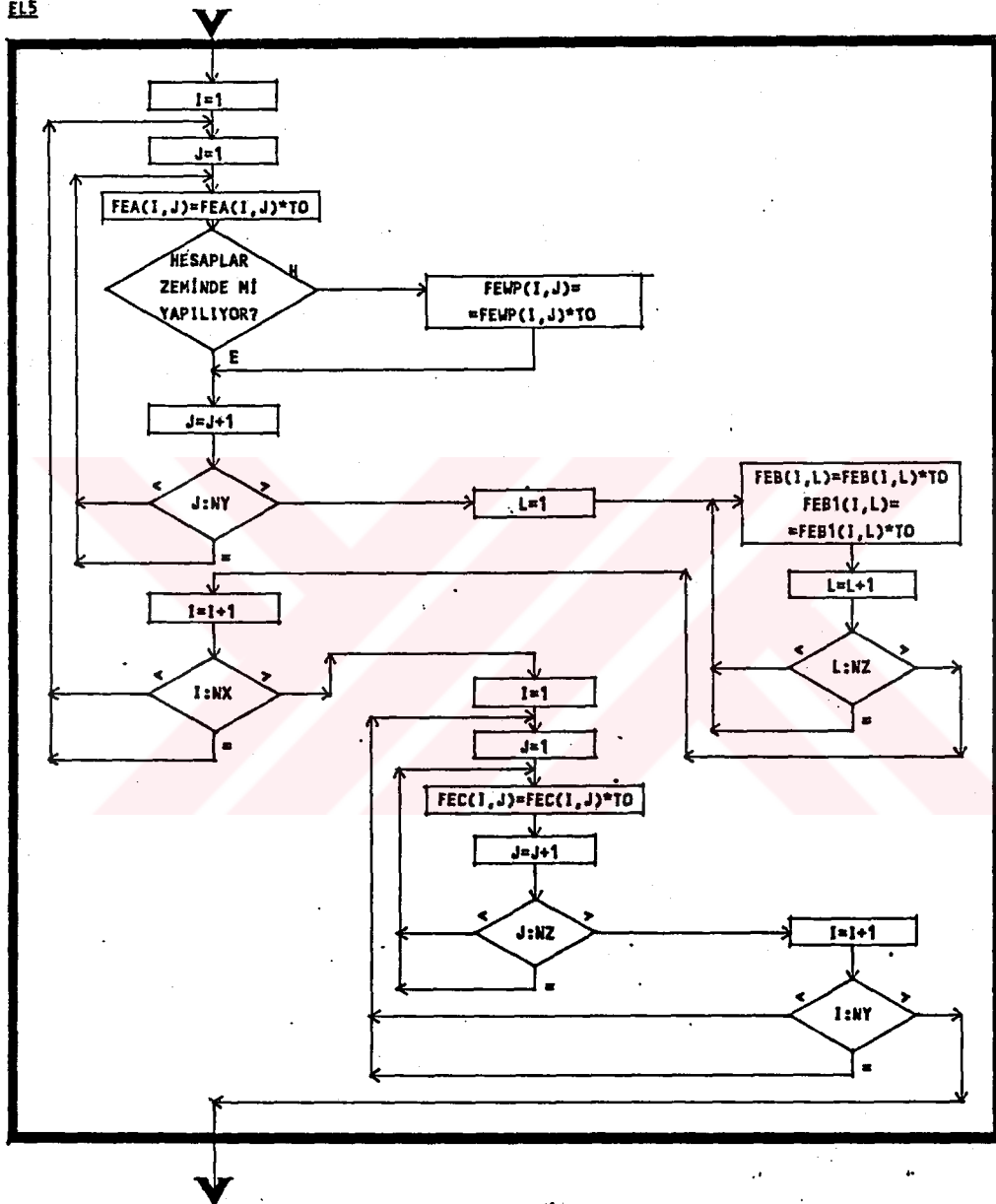


EL4

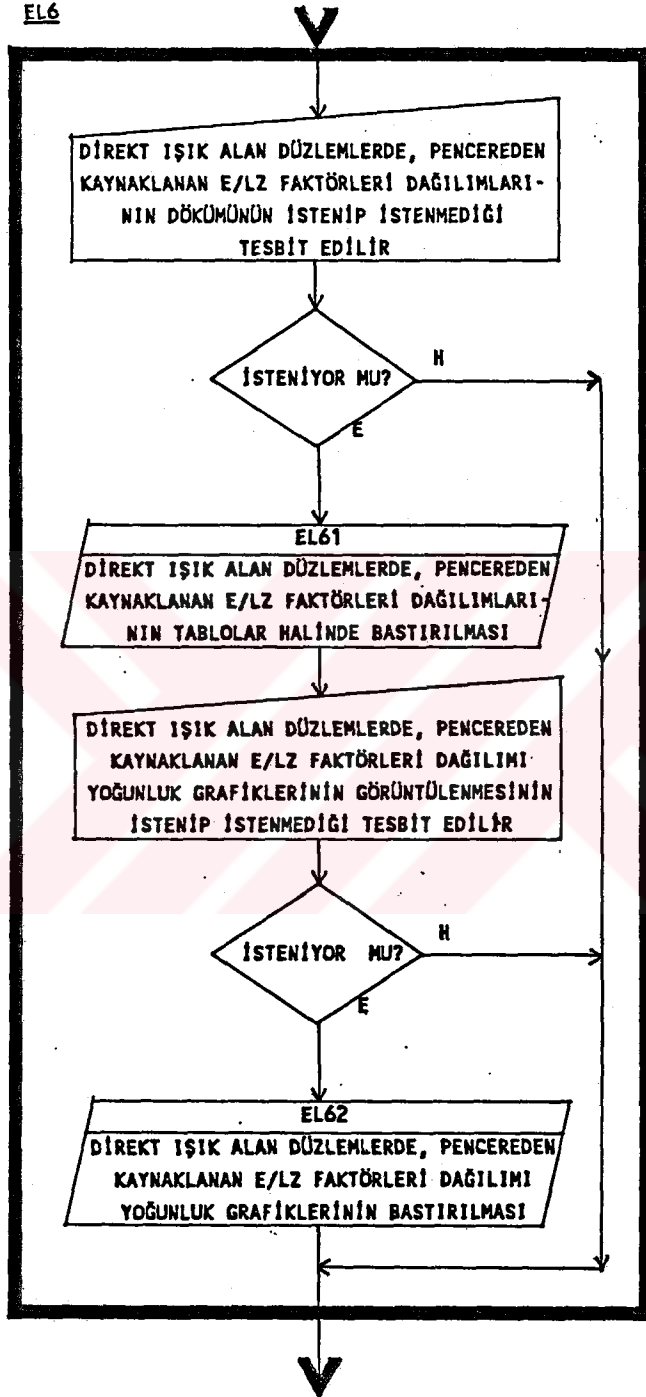


EL41

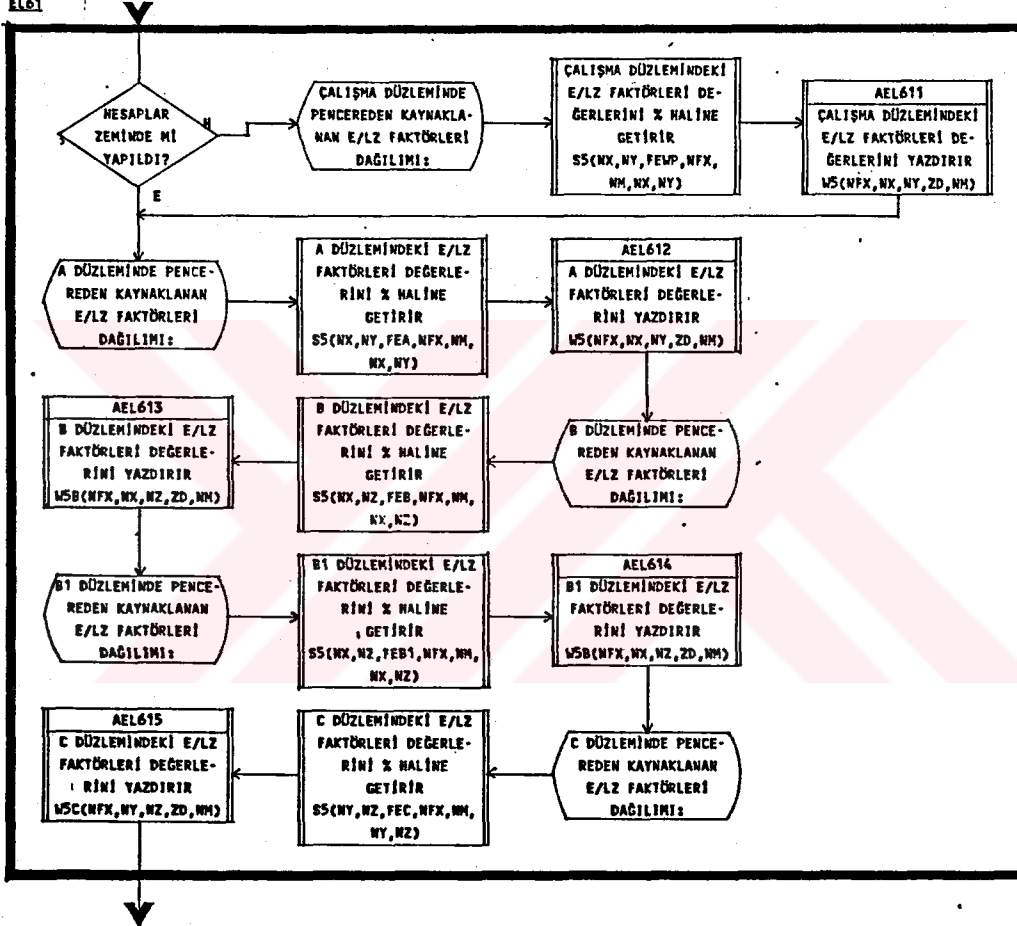




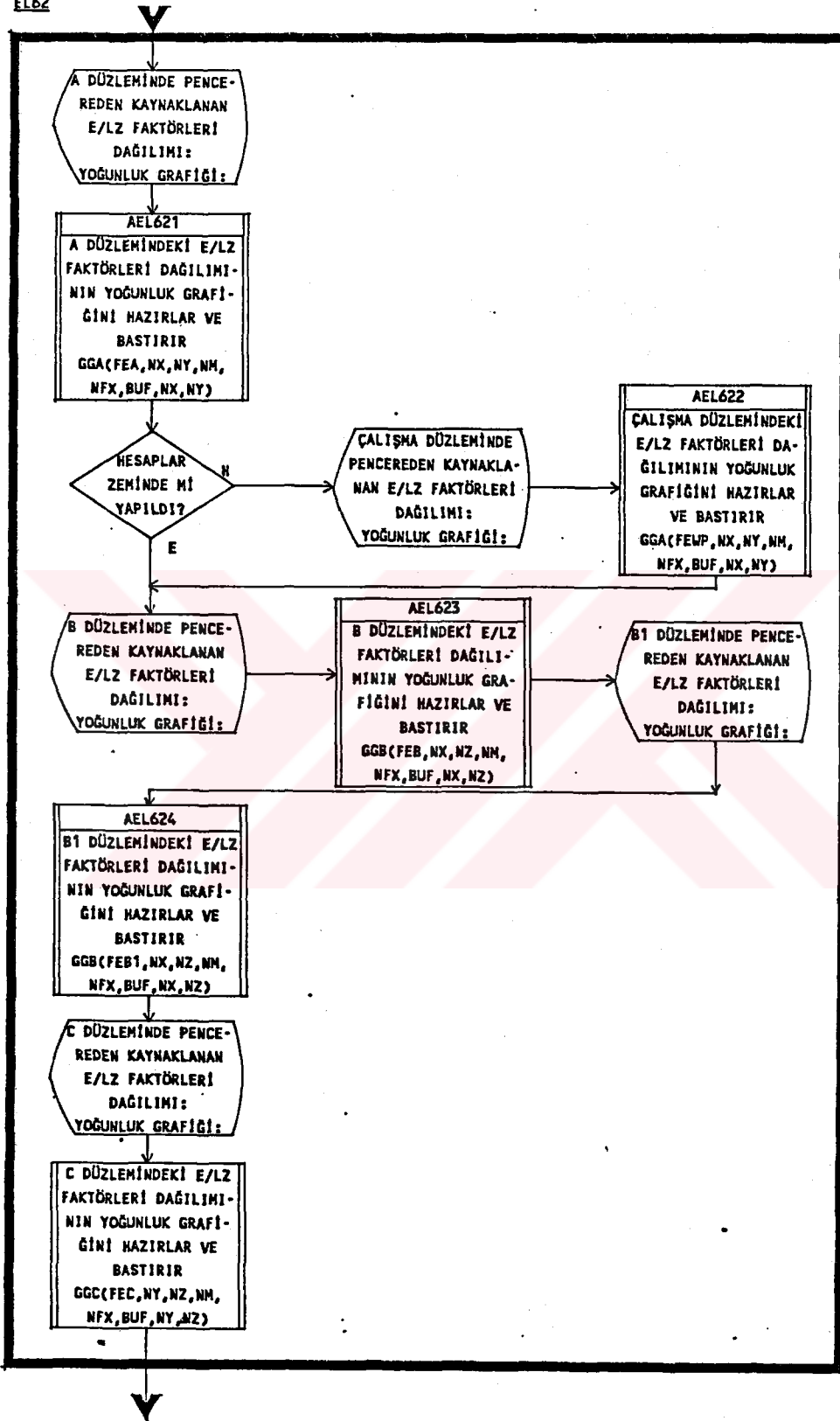
EL6



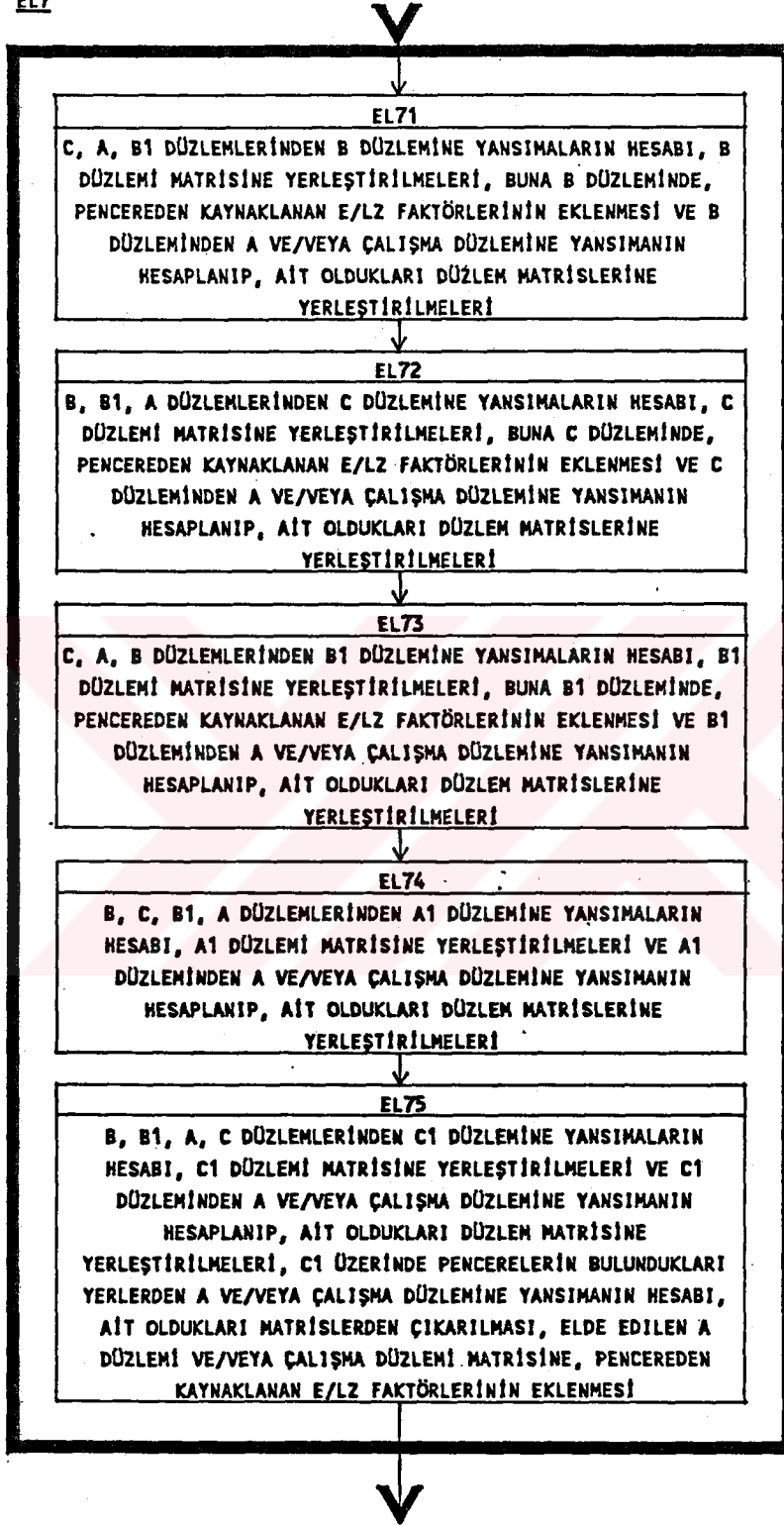
EL61



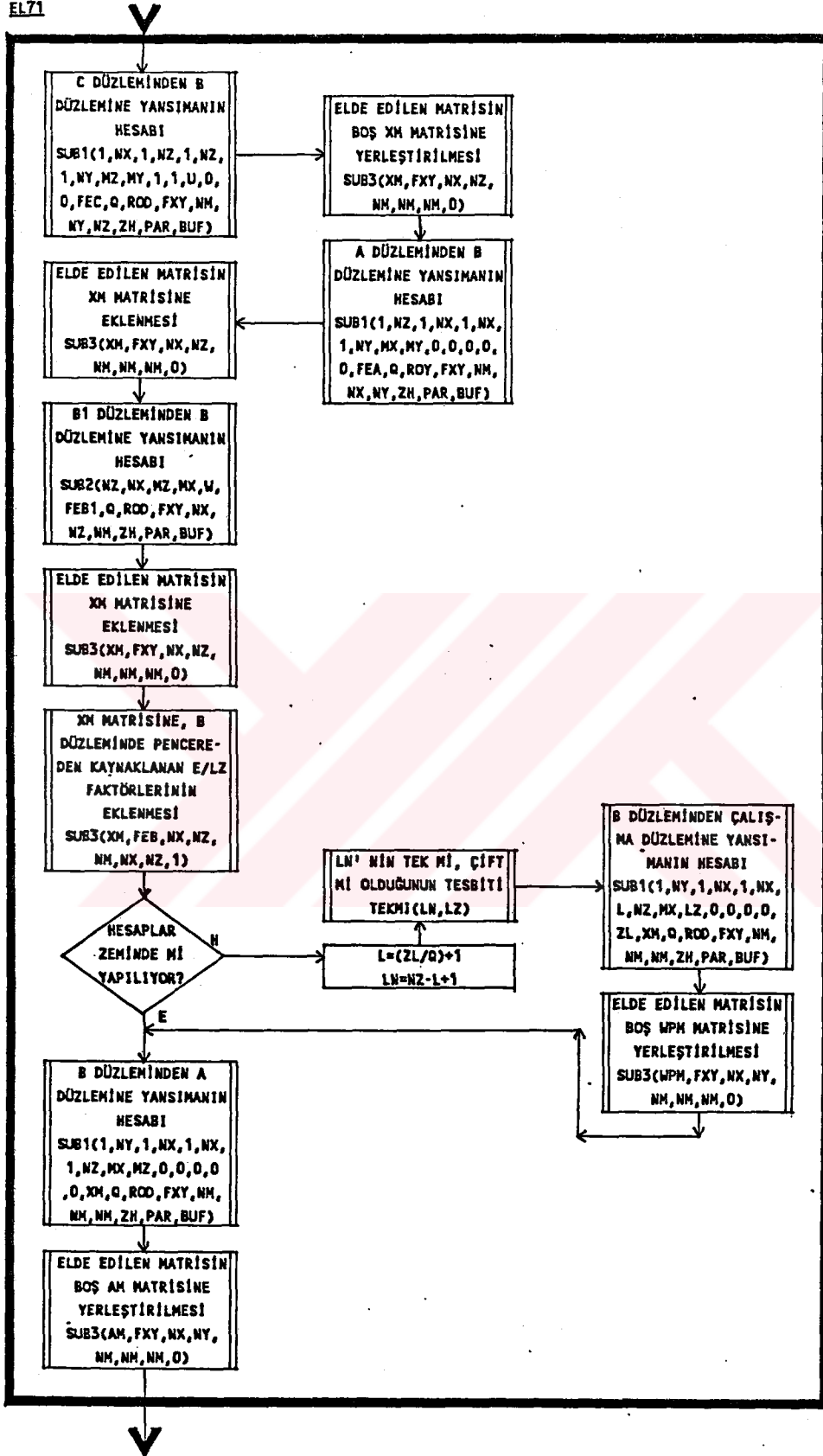
EL62



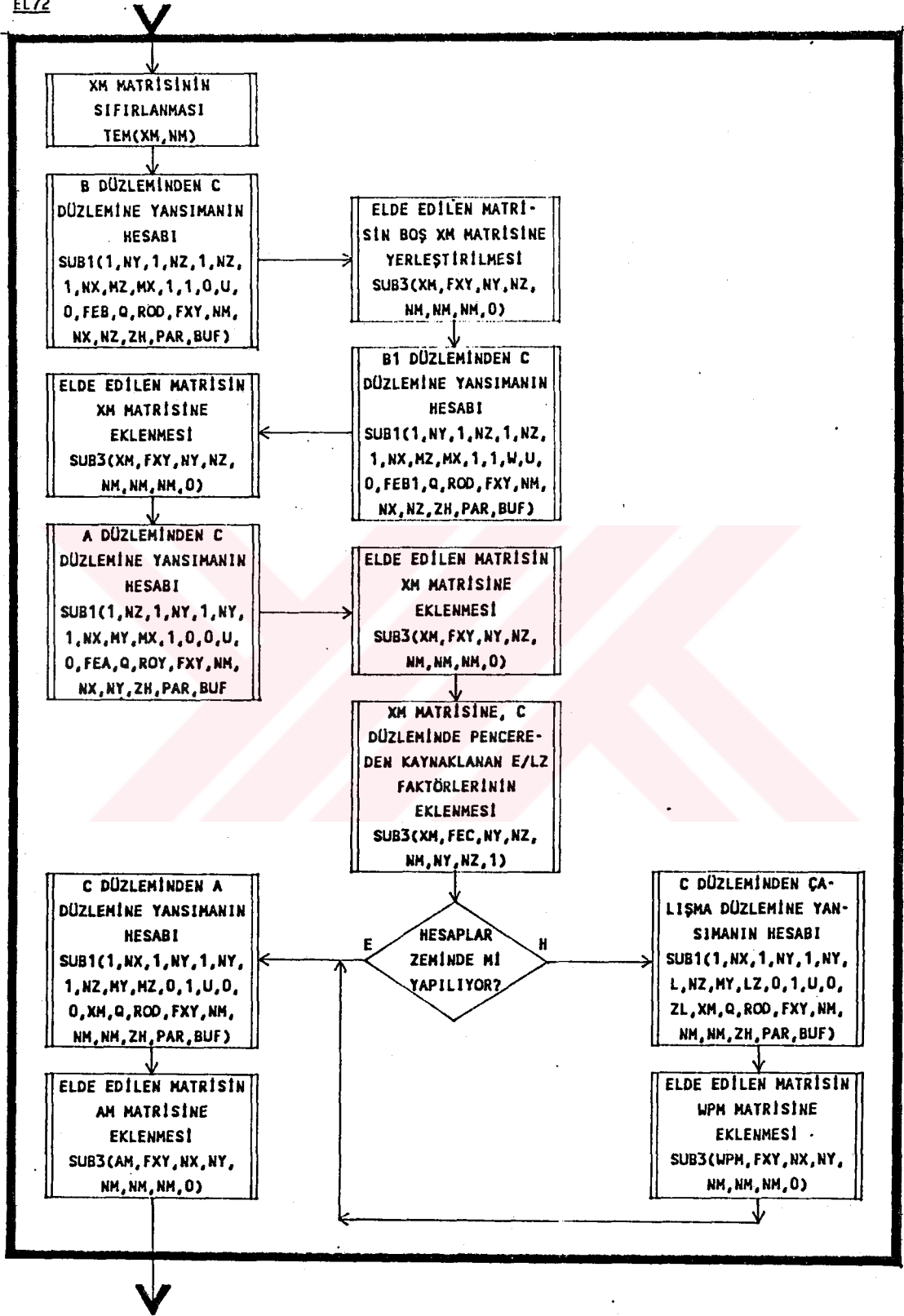
EL7



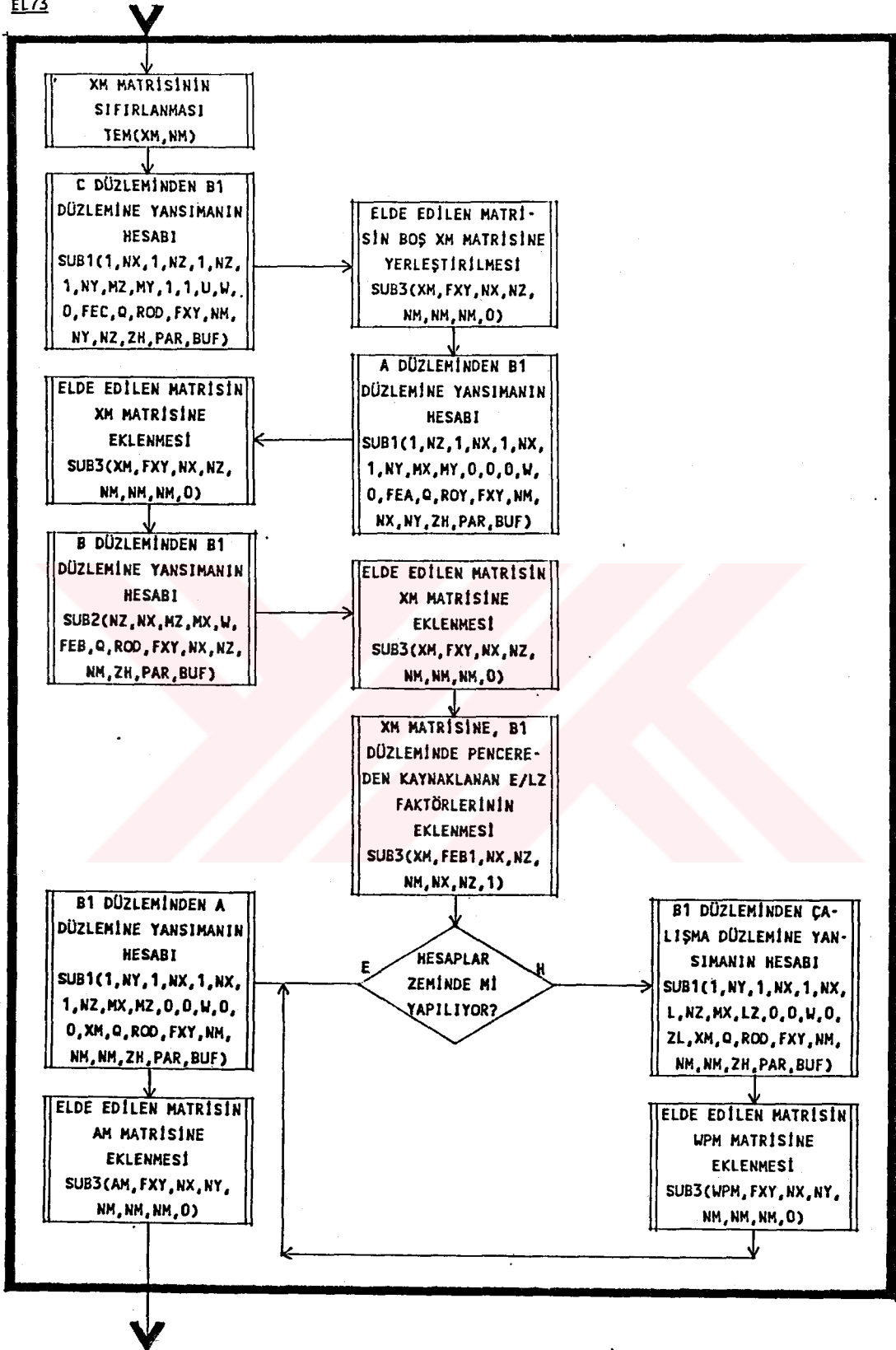
EL71



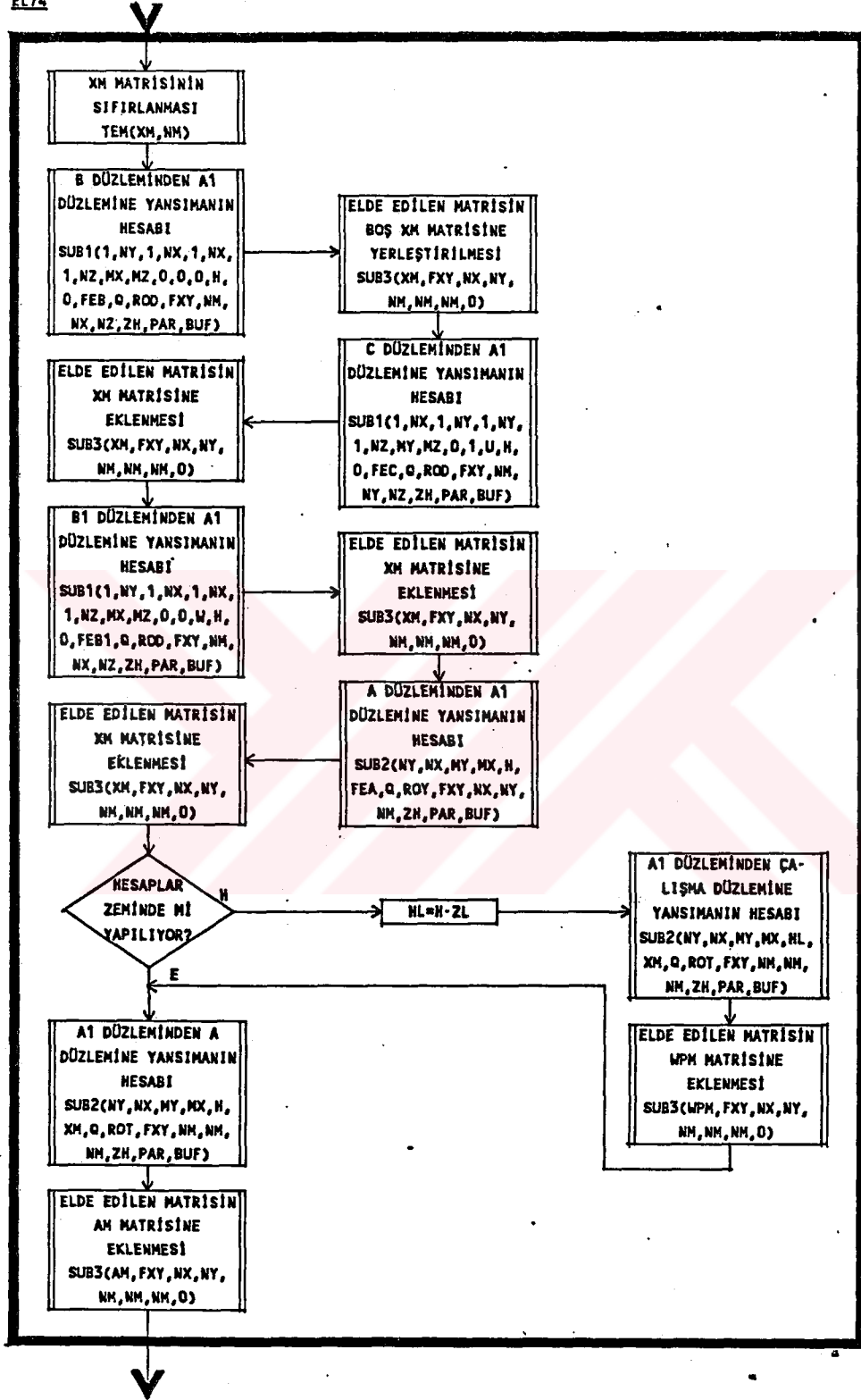
EL72



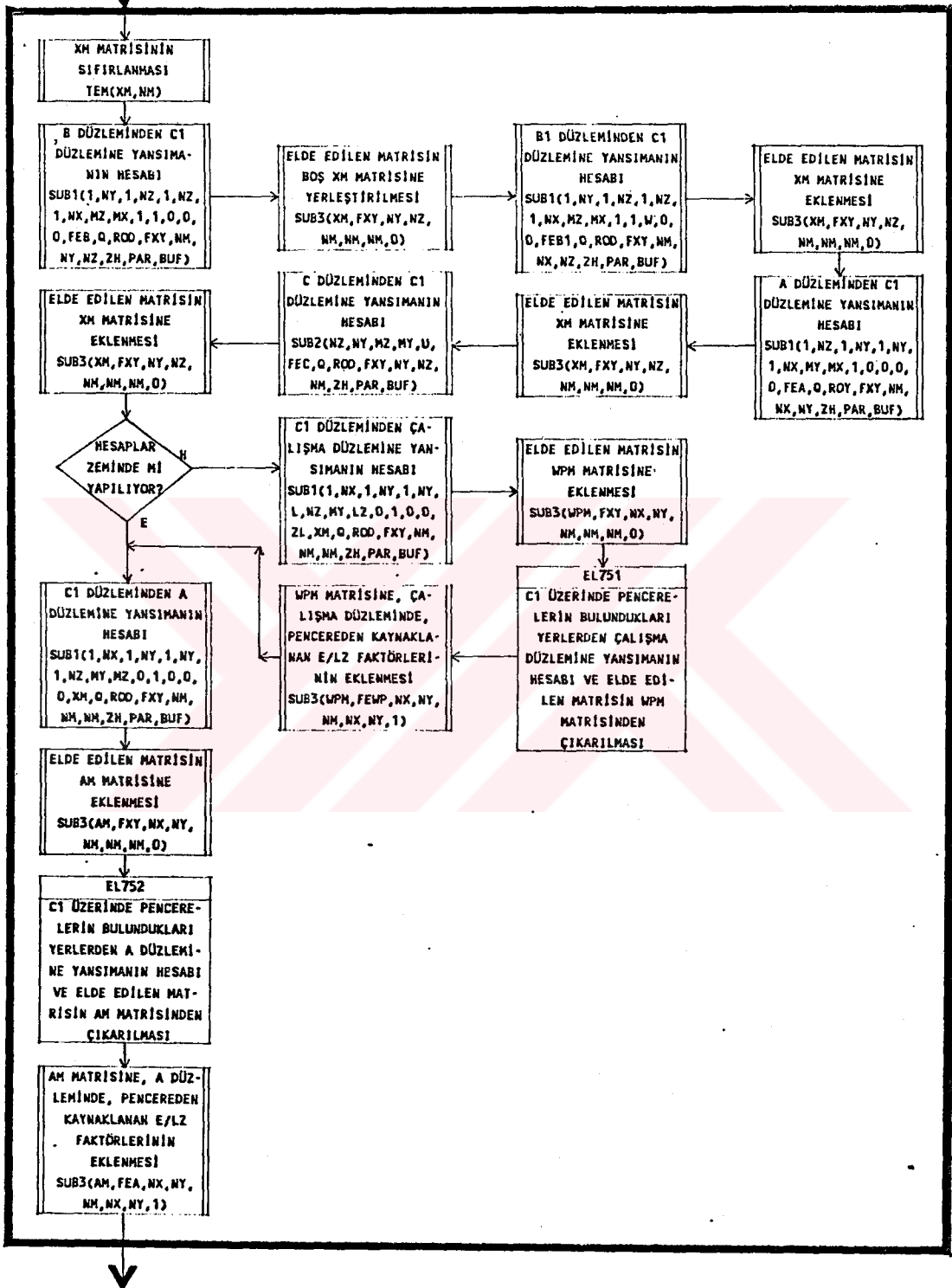
EL73



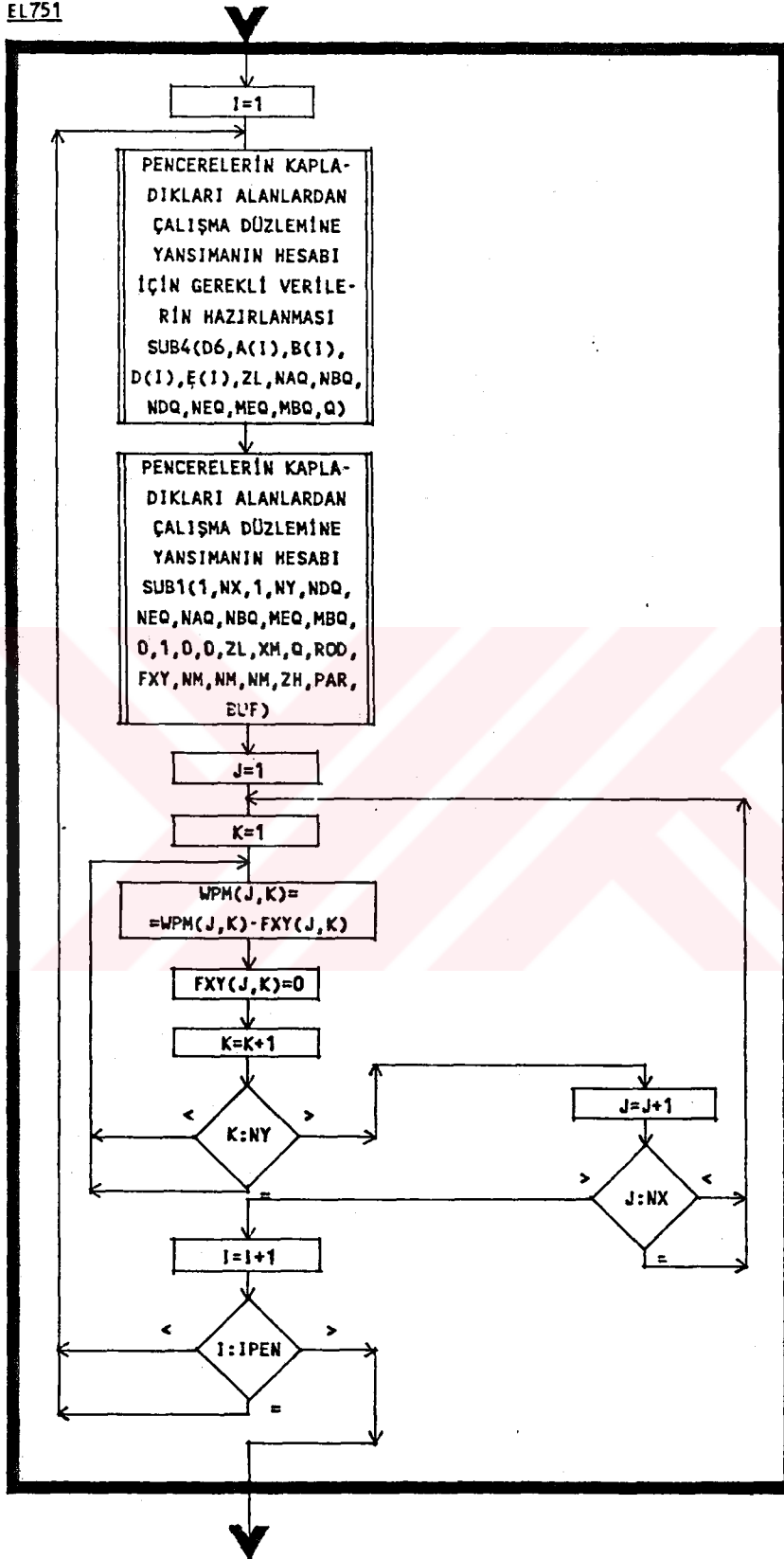
EL74



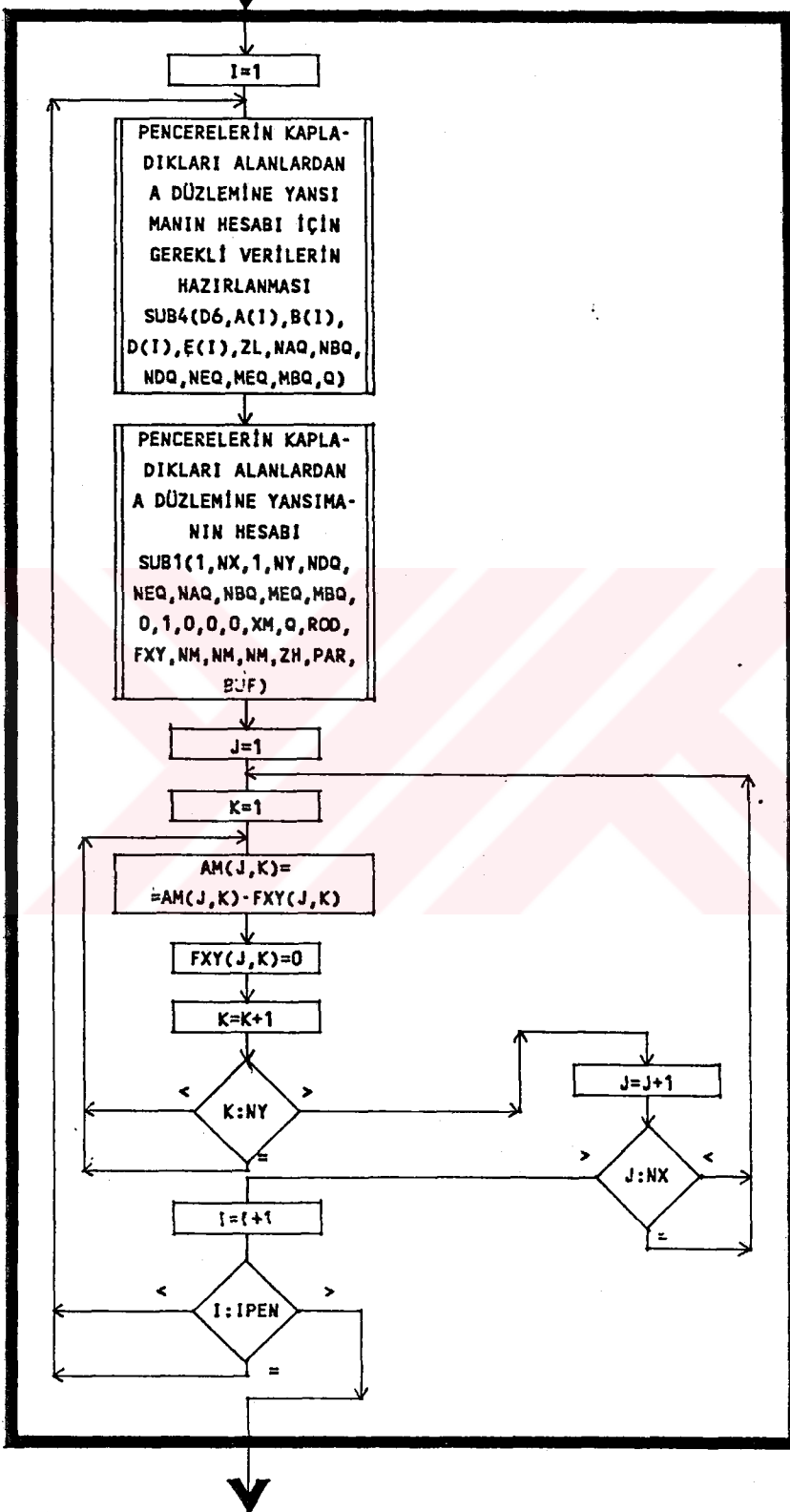
EL75



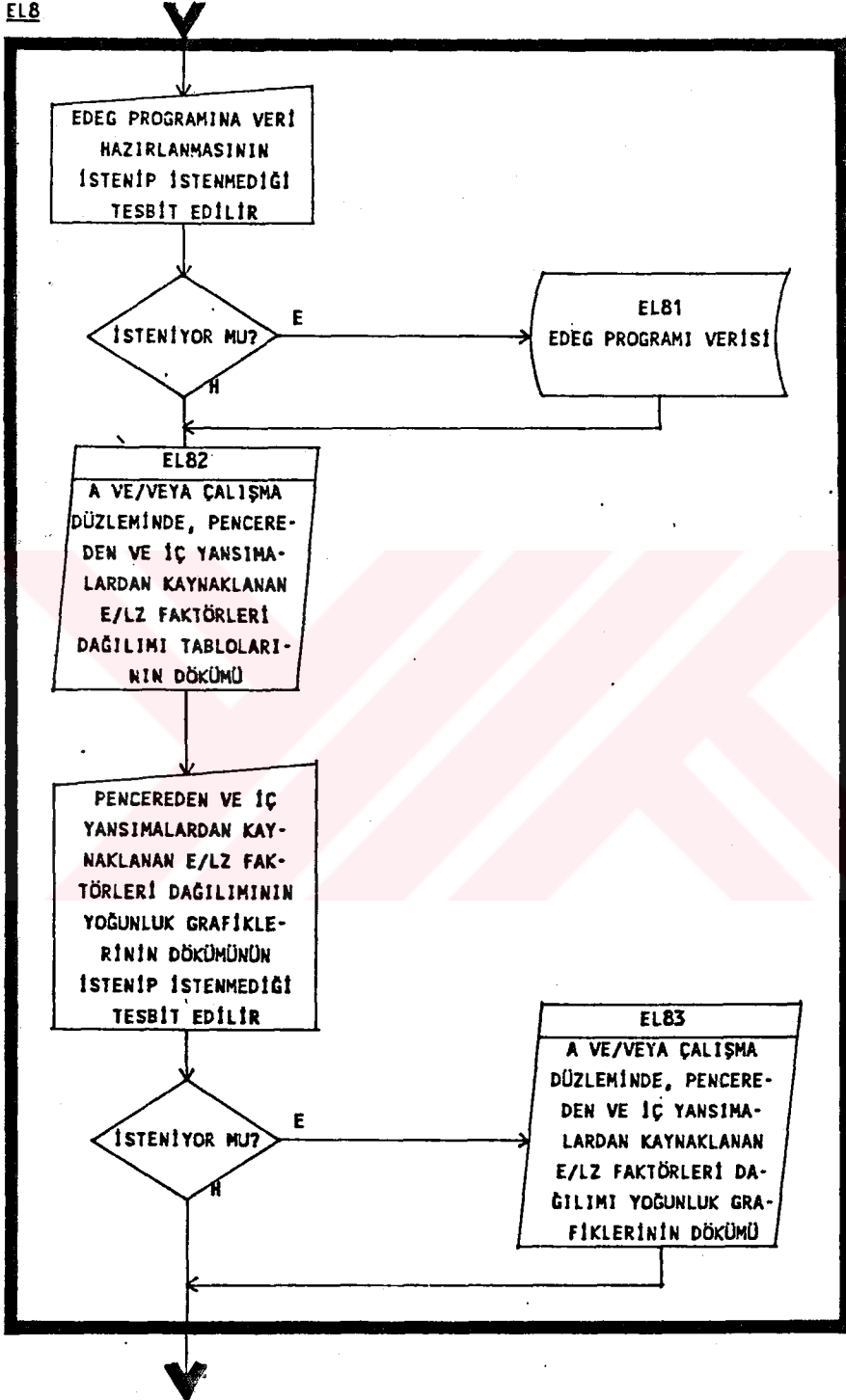
EL751

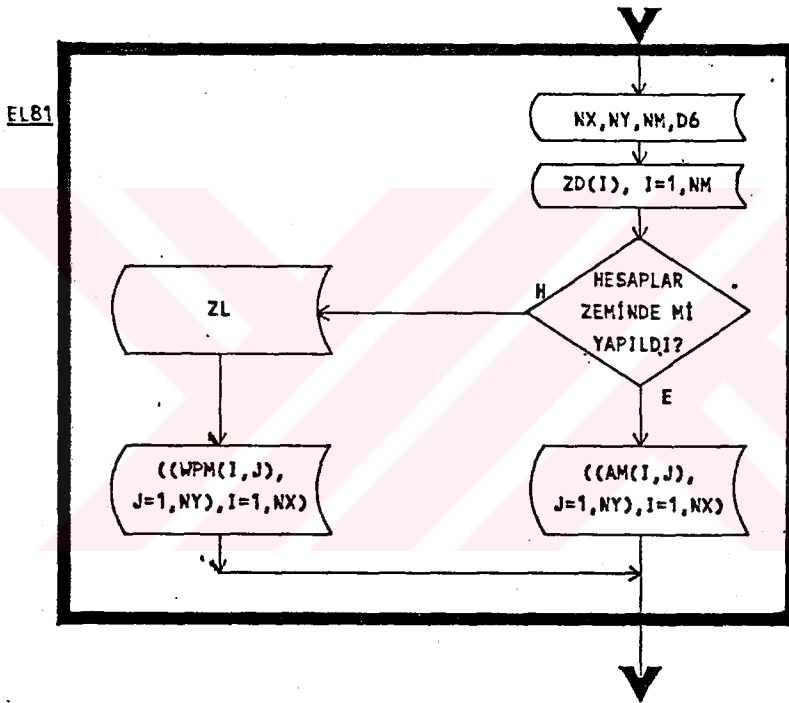


EL752

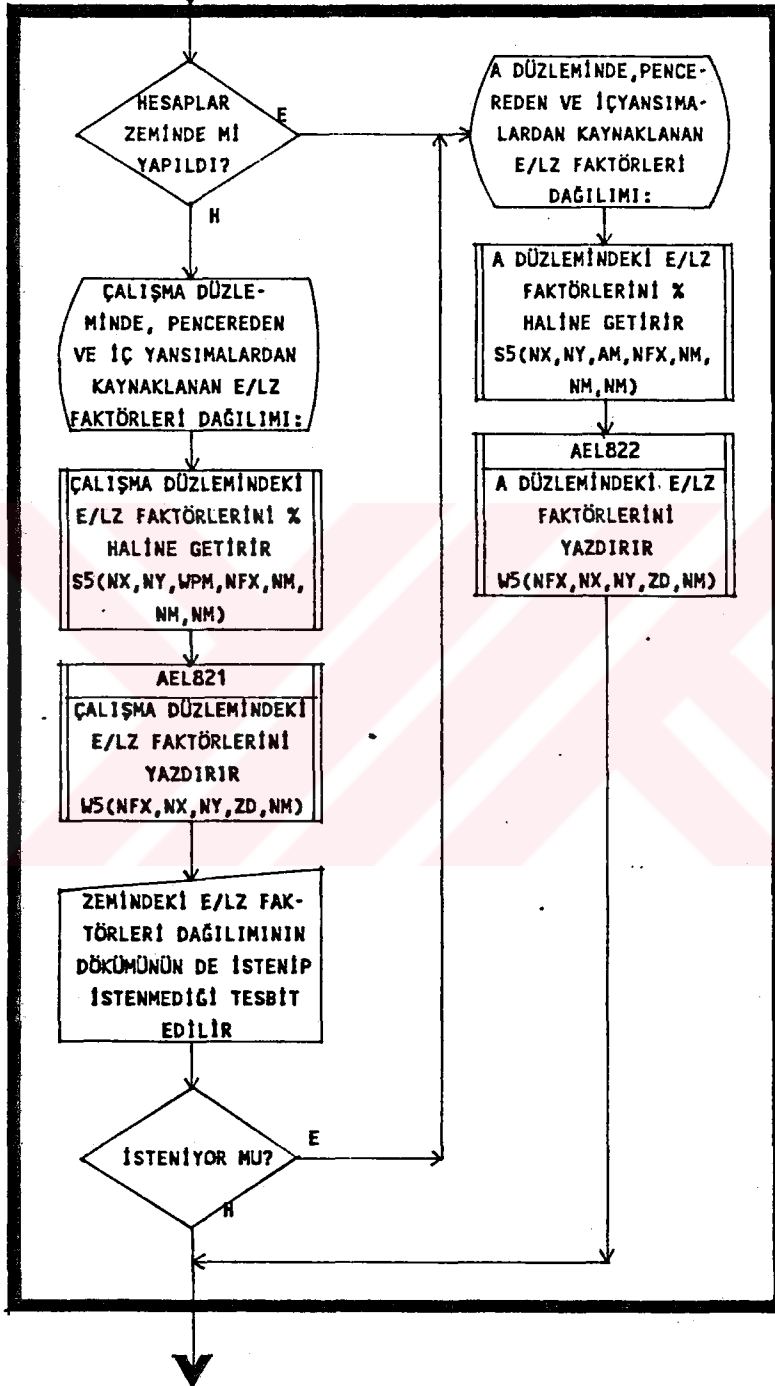


EL8

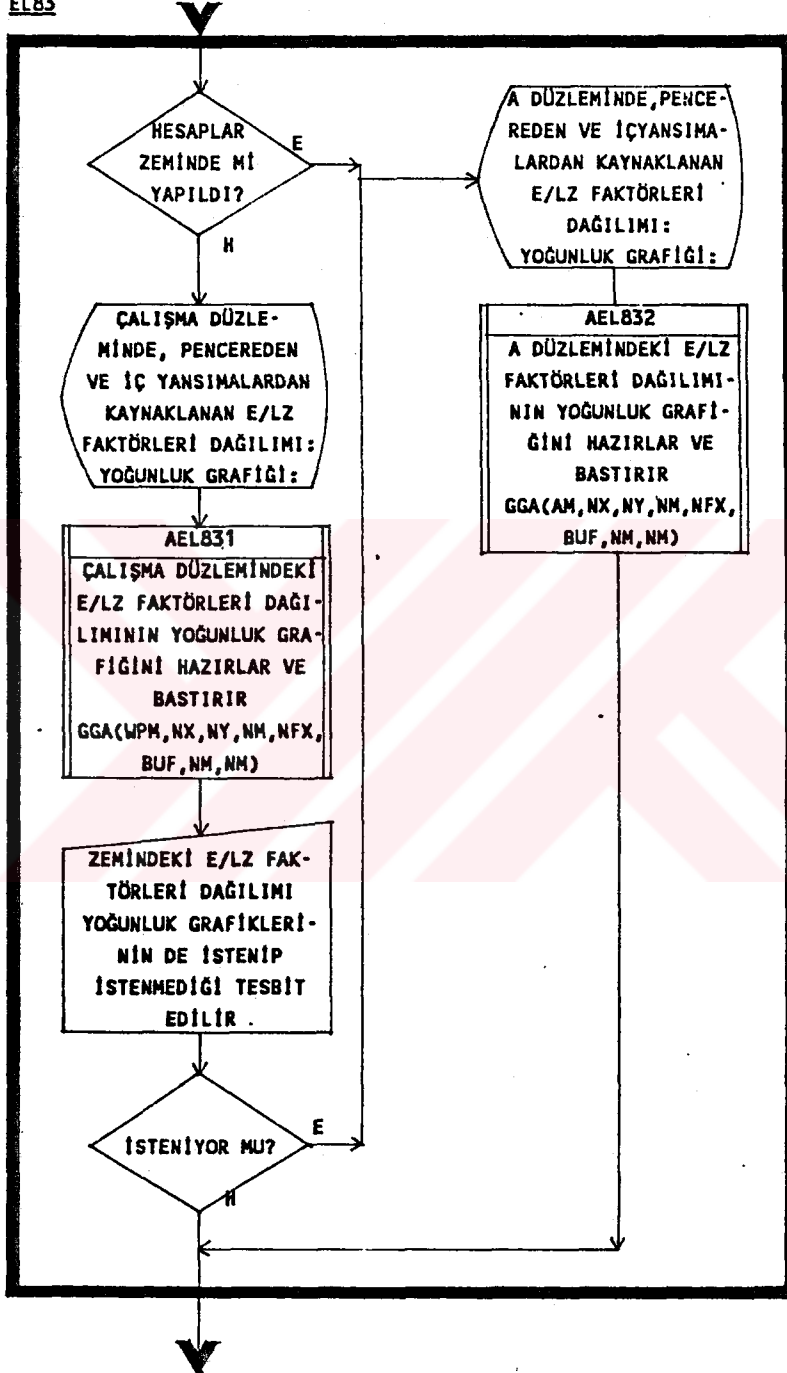


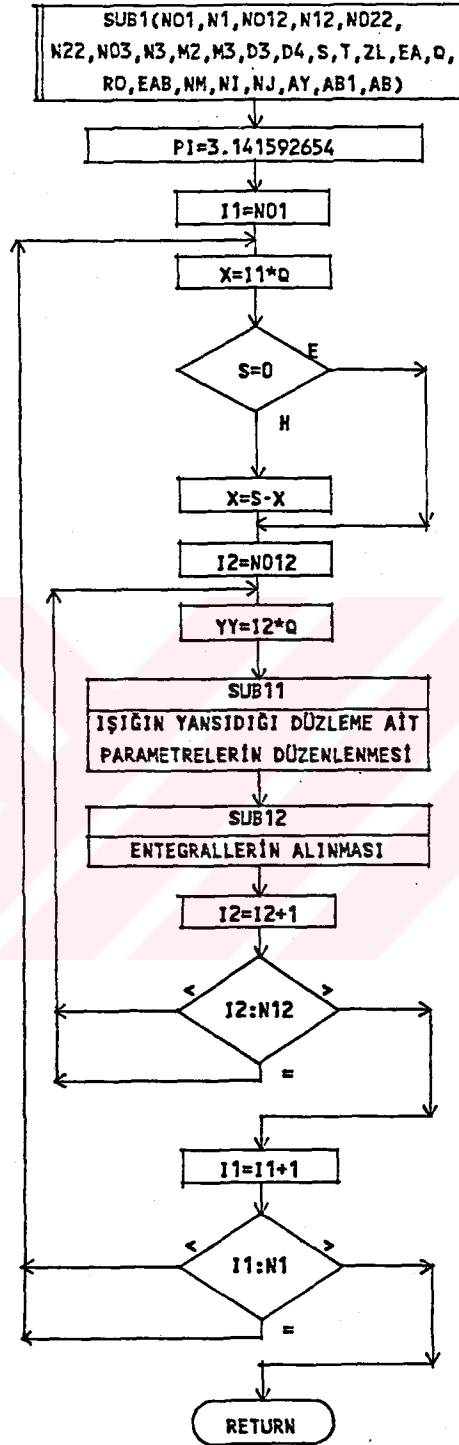


EL82

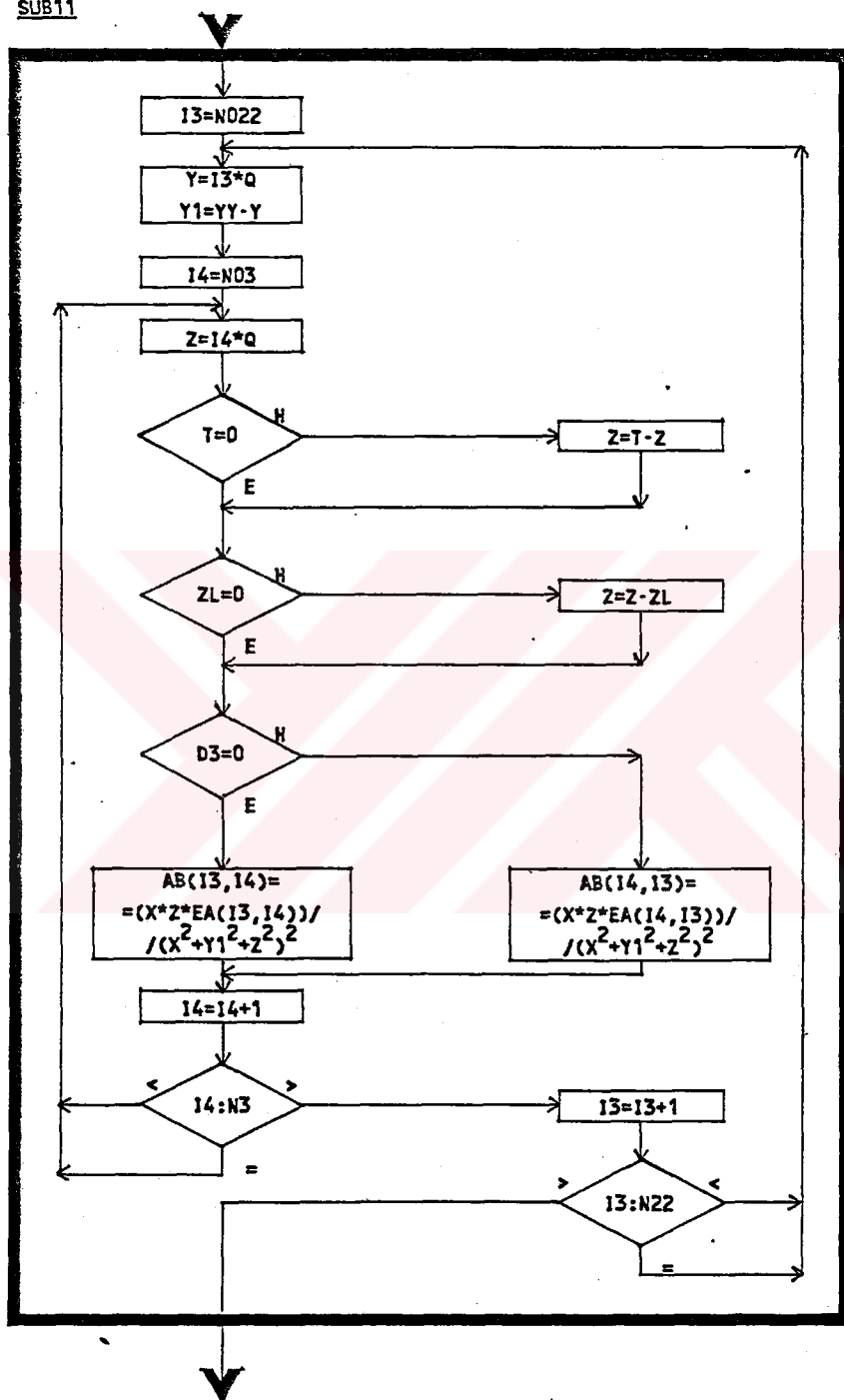


EL83

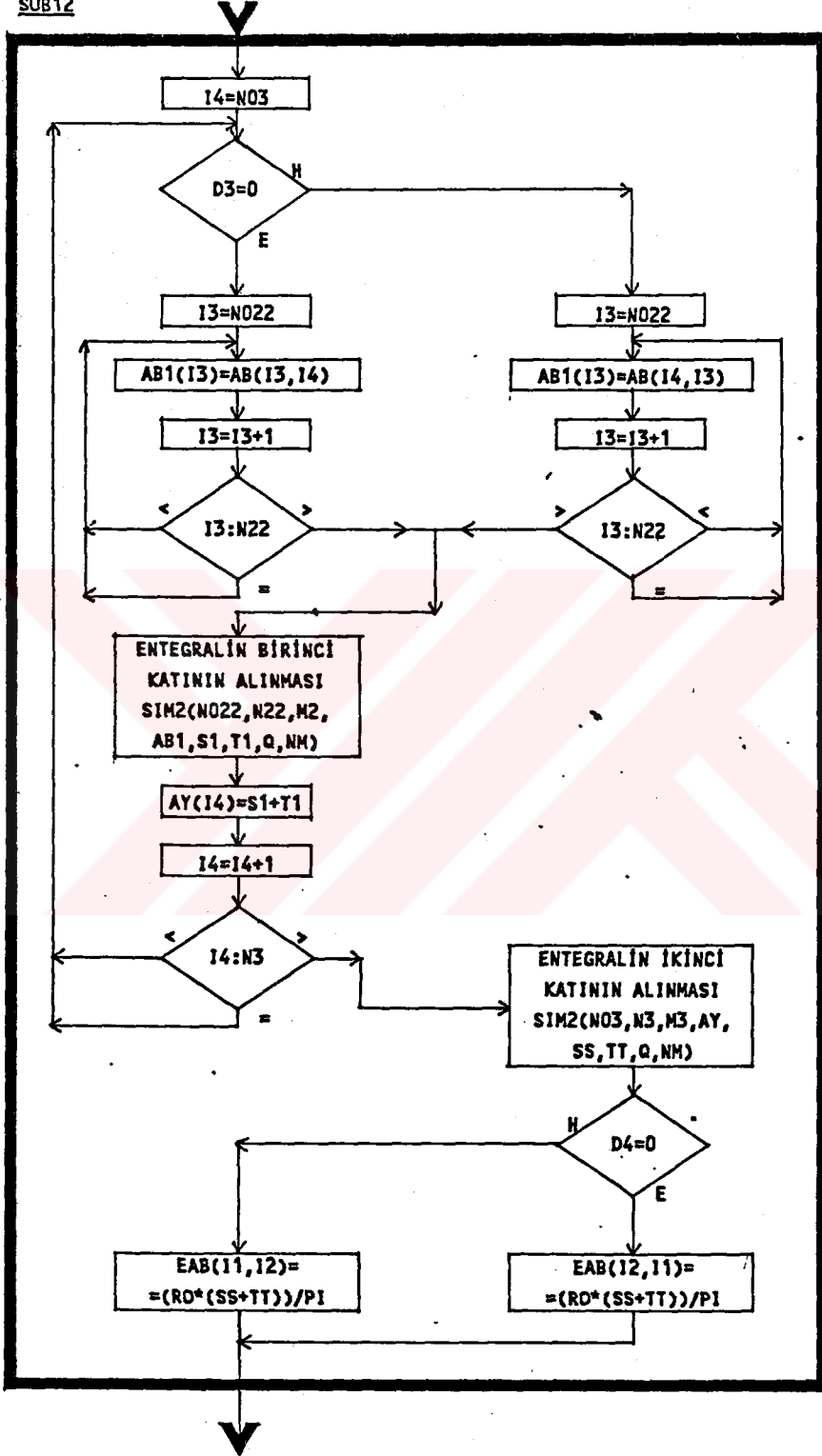


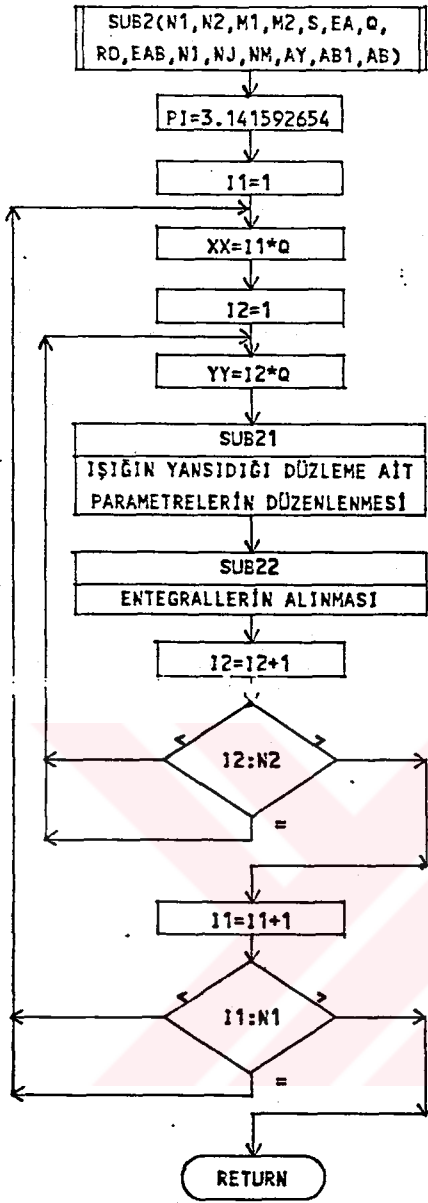


SUB11

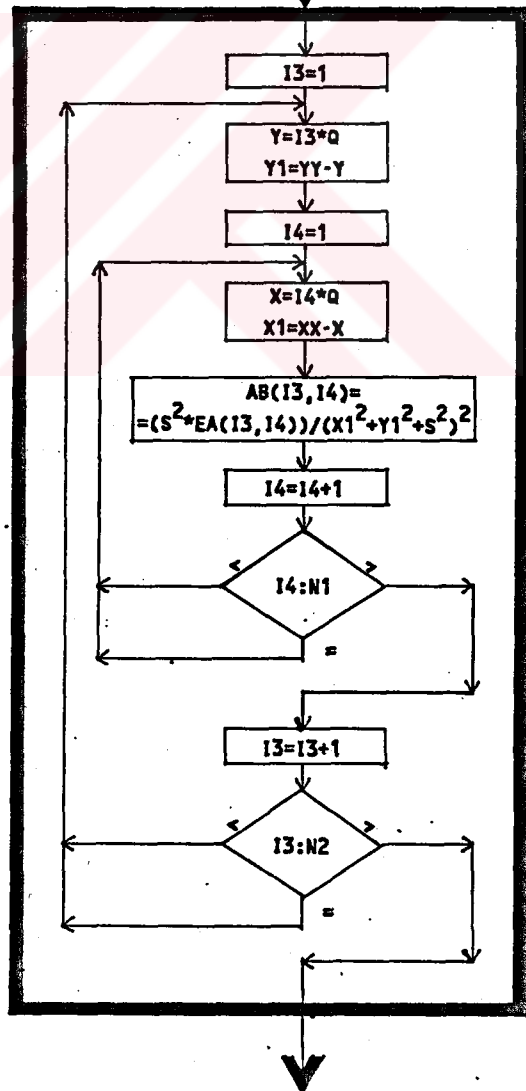


SUB12

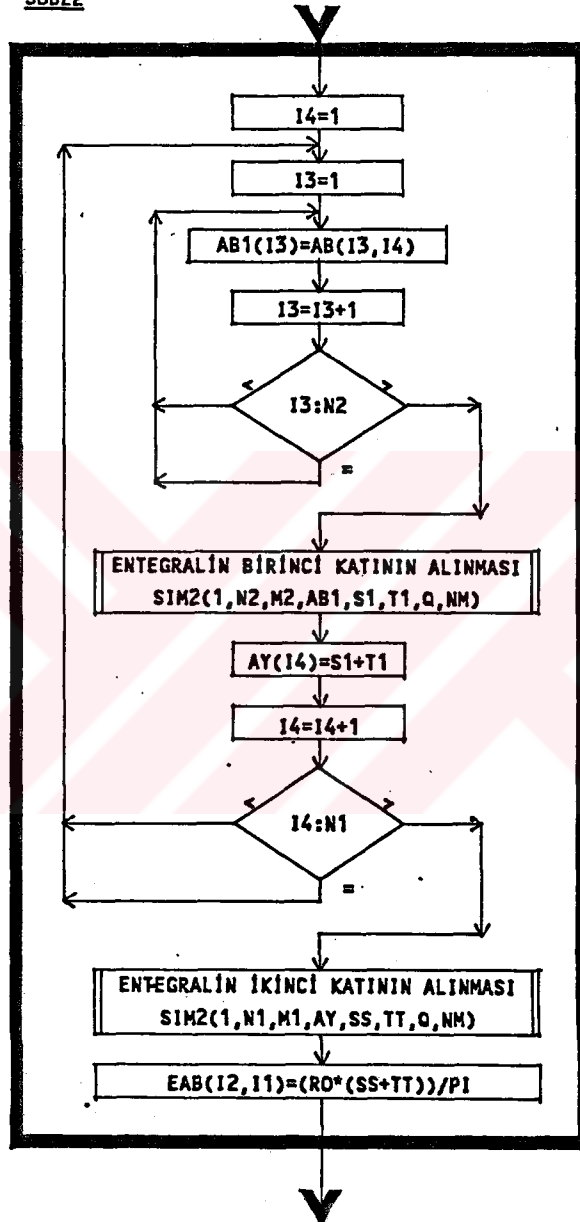


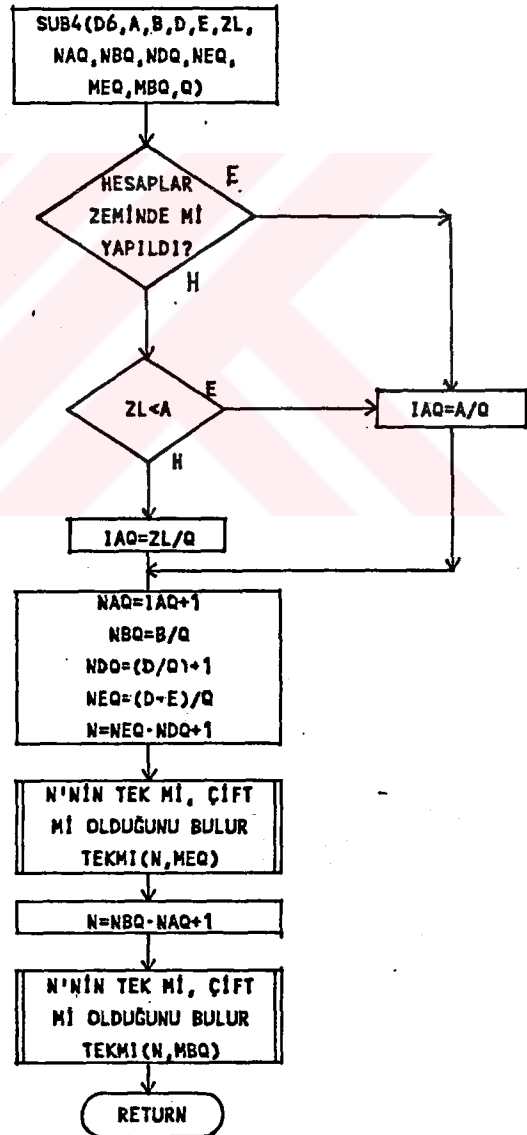
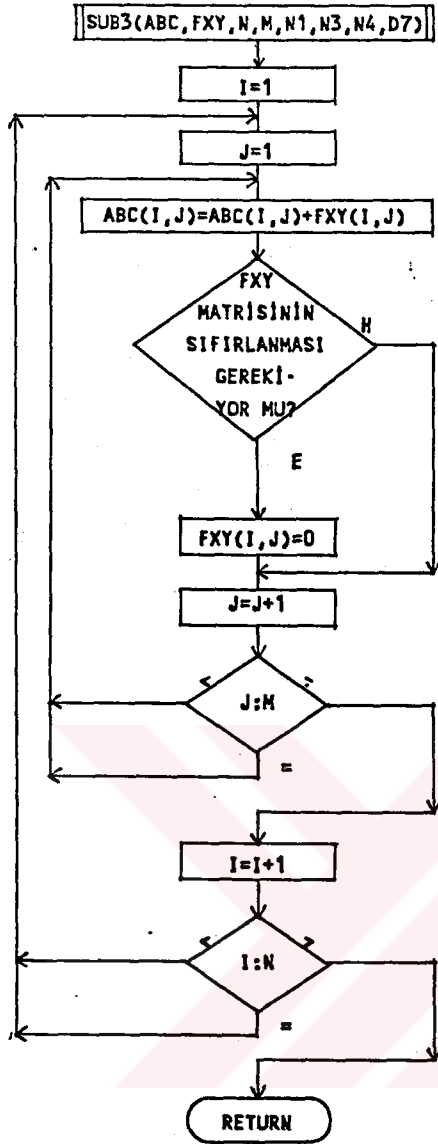


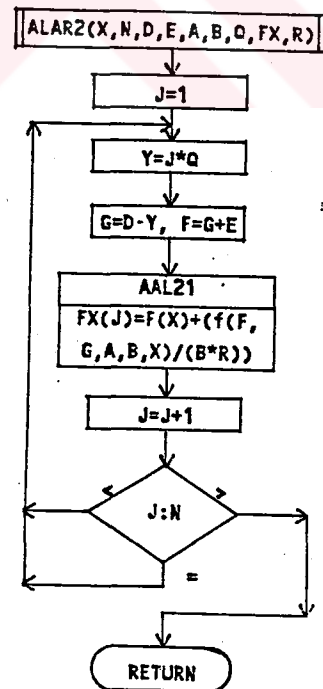
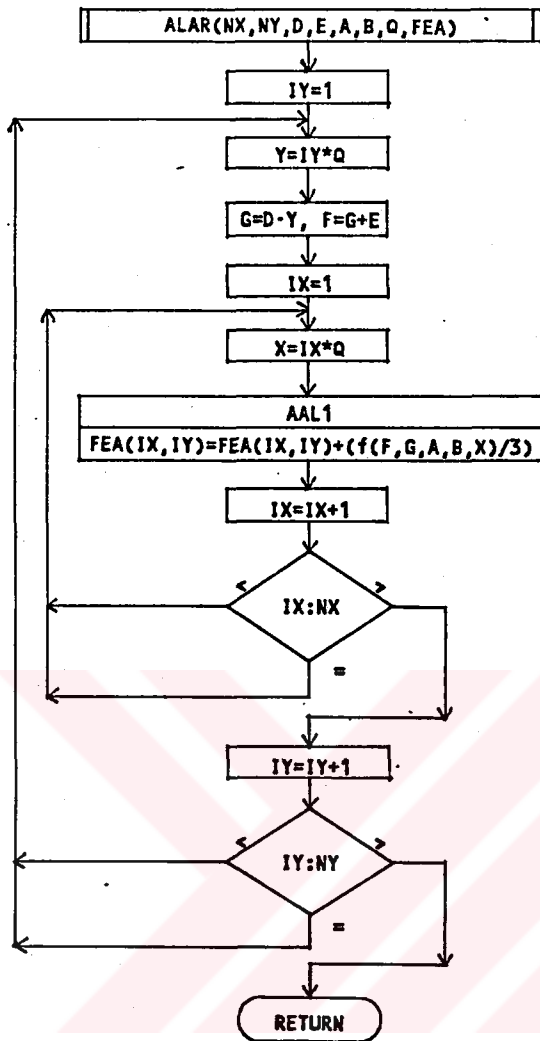
SUB21

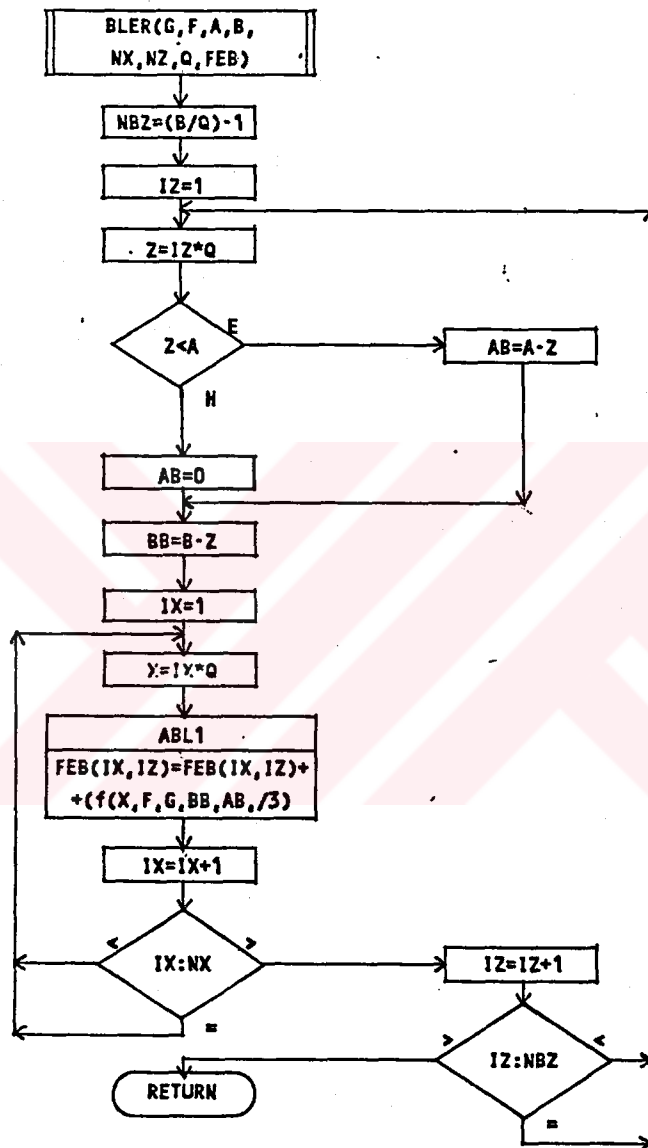


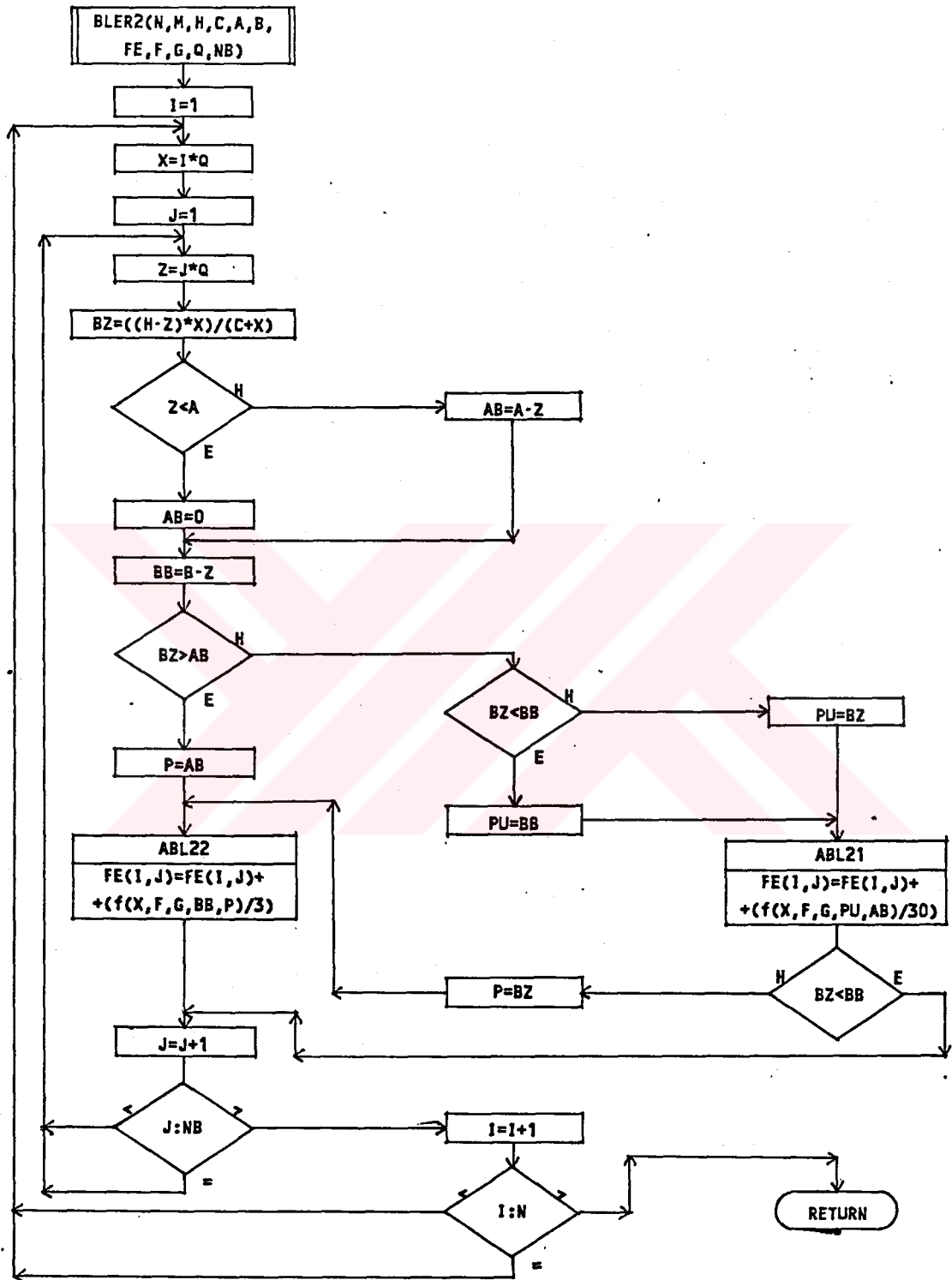
SUB22

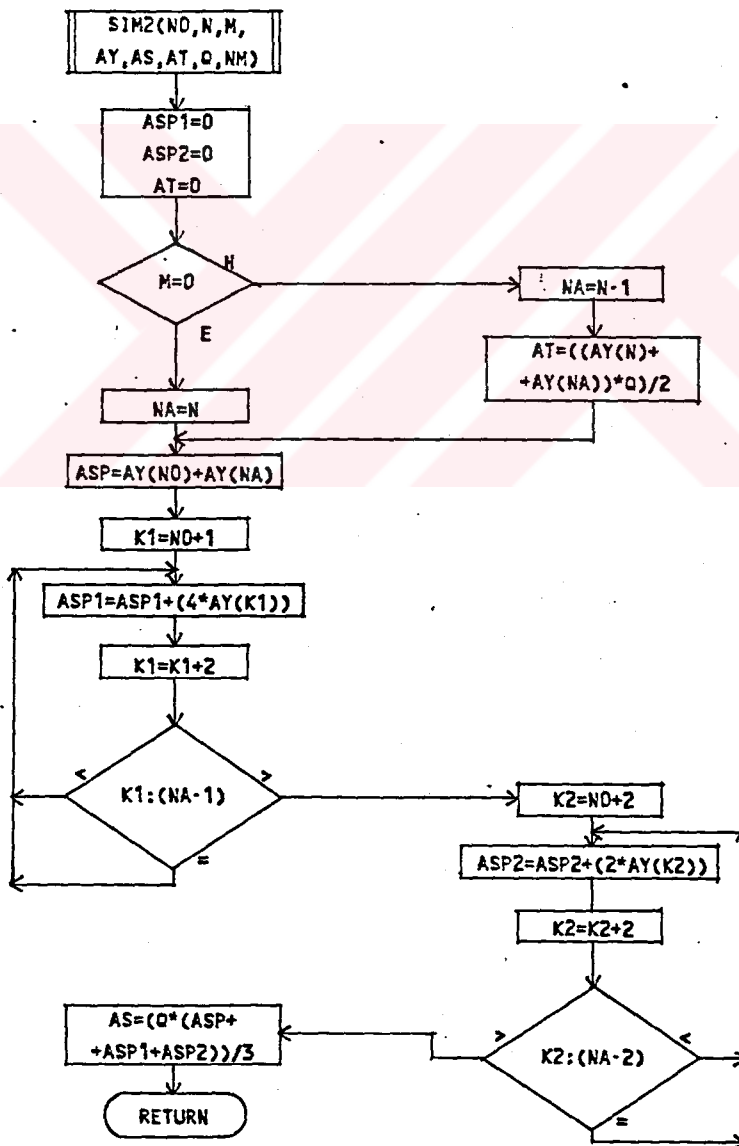
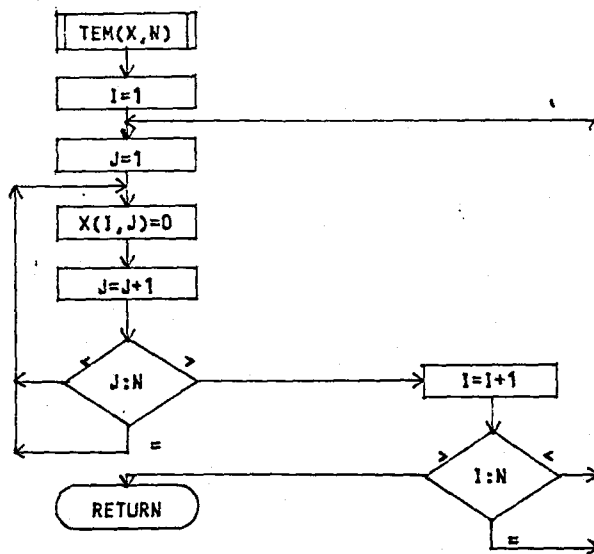


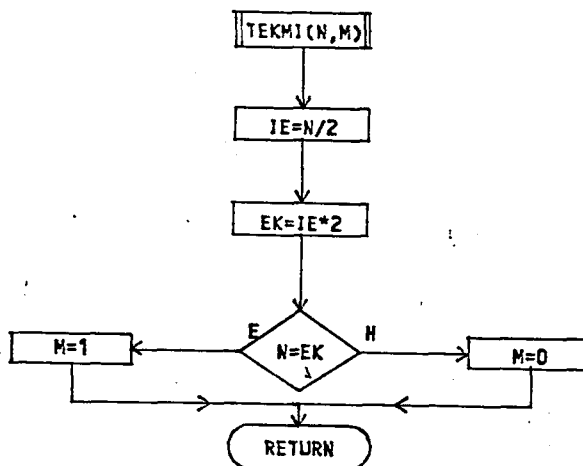
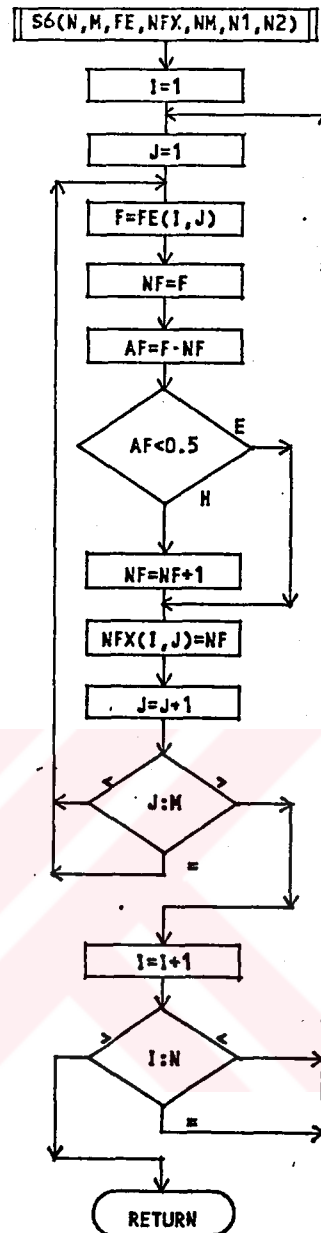
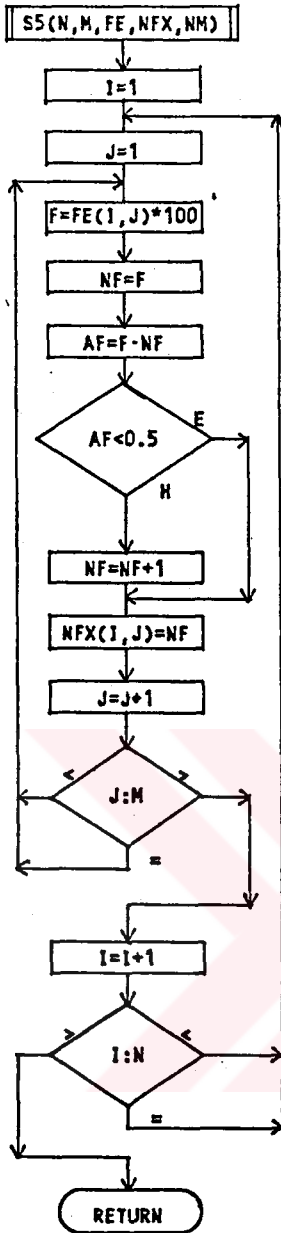


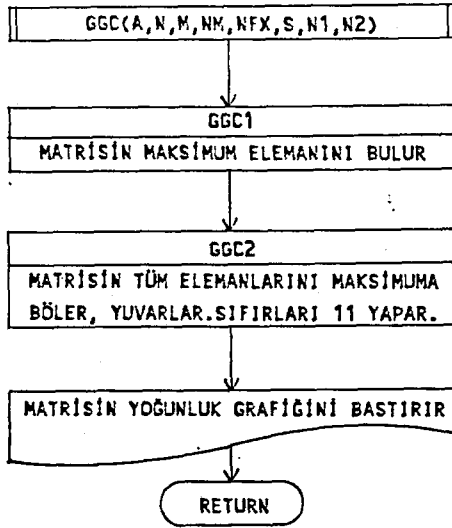




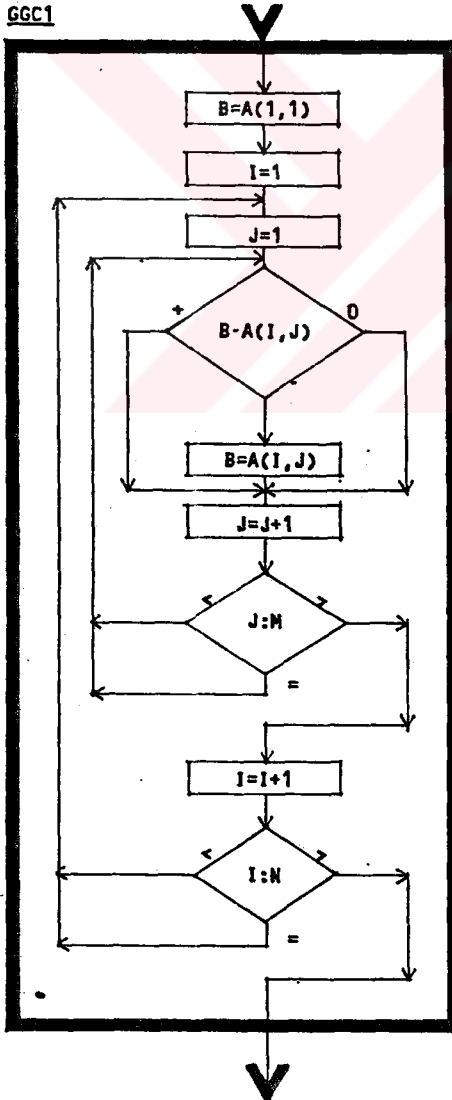




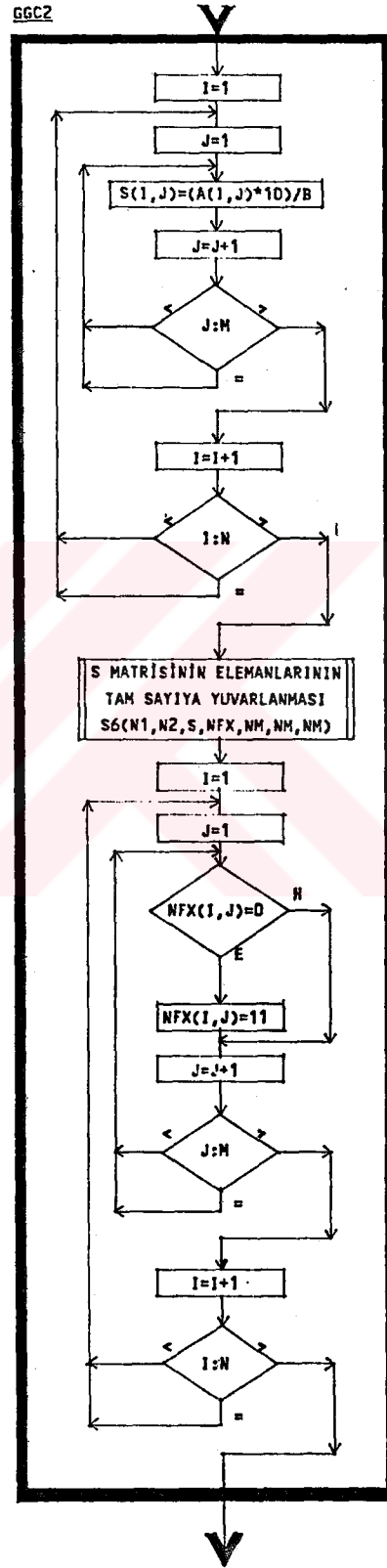




GGC1



GGC2



- AEL11 : Oda ile ilgili verilerin giriři
(Bak. Bölüm 3.3.1.)
- AEL12 : Engele ait verilerin giriři
(Bak. Bölüm 3.3.1.)
- AEL321 : Pencerenin engelli bölgesi için E/LZ faktörlerinin hesabı

$$FEC(I,J) = FEC(I,J) + (f(U,F,G,AC,PU)/30)$$
 (Bak. ELZET programı - 162. ve 163. satır)
- AEL322 : Pencerenin engelsiz bölgesi için E/LZ faktörlerinin hesabı

$$FEC(I,J) = FEC(I,J) + (f(U,F,G,BC,WQ)/3)$$
 (Bak. ELZET programı - 166. satır)
- AEL411 : Engelsiz durum için E/LZ faktörleri hesabı

$$FEC(I,J) = FEC(I,J) + f(U,F,G,AC,BC)$$
 (Bak. ELZET programı - 197. satır)
- AEL611 : Çalışma düzlemindeki E/LZ faktörleri değerlerinin yazdırılması

$$W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)$$
 (W5 alt programı, odanın planını çizip, çalışma düzleminde bulunan E/LZ faktörlerinin değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)
- AEL612 : A düzlemindeki E/LZ faktörleri değerlerinin yazdırılması

$$W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)$$
 (W5 alt programı, odanın planını çizip, zeminde, A düzleminde bulunan E/LZ faktörlerinin değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)
- AEL613 : B düzlemindeki E/LZ faktörleri değerlerinin yazdırılması

$$W5B(NFX,NX,NZ,ZD,NM)$$
 (W5B alt programı, odanın planını çizip, B düzleminde bulunan E/LZ faktörlerinin değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)
- AEL614 : B1 düzlemindeki E/LZ faktörleri değerlerinin yazdırılması

$$W5B(NFX,NX,NZ,ZD,NM)$$
 (W5B alt programı, odanın planını çizip, B1 düzleminde bulunan E/LZ faktörlerinin değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)
- AEL615 : C düzlemindeki E/LZ faktörleri değerlerinin yazdırılması

$$W5C(NFX,NY,NZ,ZD,NM)$$
 (W5C alt programı, odanın planını çizip, C düzleminde bulunan E/LZ faktörlerinin değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)
- AEL621 : A düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması

$$GGA(FEA,NX,NY,NM,NFX,BUF,NX,NY)$$
 (GGA alt programı, prensipte bu ekte akış diyagramı verilen GGC alt programı gibi işler.)
- AEL622 : Çalışma düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması

$$GGA(FEWP,NX,NY,NM,NFX,BUF,NX,NY)$$
 (Bak. AEL621)

- AEL623 : B düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması
GGB(FEB,NX,NZ,NM,NFX,BUF,NX,NZ)
(GGB alt programı da, prensipte bu ekte akış diyagramı verilen GGC alt programı gibi işler.)
- AEL624 : B1 düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması
GGB(FEB1,NX,NZ,NM,NFX,BUF,NX,NZ)
(Bak. AEL623)
- AEL821 : Çalışma düzlemindeki E/LZ faktörlerinin yazdırılması
W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)
(Bak. AEL611)
- AEL822 : A düzlemindeki E/LZ faktörlerinin yazdırılması
W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)
(Bak. AEL612)
- AEL831 : Çalışma düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması
GGA(WPM,NX,NY,NM,NFX,BUF,NM,NM)
(Bak. AEL621)
- AEL832 : A düzlemindeki E/LZ faktörleri dağılımının yoğunluk grafiğinin hazırlanıp ve bastırılması.
GGA(AM,NX,NY,NM,NFX,BUF,NM,NM)
(Bak. AEL621)
- AAL1 : $FEA(IX,IY) = FEA(IX,IY) + (f(F,G,A,B,X)/3)$
(Bak. ALAR alt programı, 9. satır)
- AAL21 : $FX(J) = FX(J) + (f(F,G,A,B,X)/(3.R))$
(Bak. ALAR2 alt programı, 7. satır)
- ABL1 : $FEB(IX,IZ) = FEB(IX,IZ) + (f(X,F,G,BB,AB)/3)$
(Bak. BLER alt programı, 12. satır ve 13. satır)
- ABL21 : $FE(I,J) = FE(I,J) + (f(X,F,G,PU,AB)/30)$
(Bak. BLER2 alt programı, 15. satır)
- ABL22 : $FE(I,J) = FE(I,J) + (f(X,F,G,BB,P)/3)$
(Bak. BLER2 alt programı, 18. satır)

EK G
ELZET PROGRAMININ DÖKÜMÜ

Ana program : ELZET

DIMENSION A(2),B(2),E(2),PAR(20),D(2),	
D1(2),ZD(20),FEB(20,10)	ELZ0001
1,FEB1(20,10),FEC(13,10),FEA(20,13),	
AM(20,20),WPM(20,20),FEWP(20,13	ELZ0002
1),FXY(20,20),XM(20,20),NFX(20,20),	
BUF(20,20),ZH(20)	ELZ0003
PI=3.141592654	ELZ0004
	ELZ0005
C ODA İLE İLGİLİ VERİLERİ OKUR.	ELZ0006
WRITE(15,1001)	ELZ0007
READ(15,*) W	ELZ0008
WRITE(15,1002)	ELZ0009
READ(15,*) U	ELZ0010
WRITE(15,1003)	ELZ0011
READ(15,*) H	ELZ0012
WRITE(15,1004)	ELZ0013
READ(15,*) IPEN	ELZ0014
WRITE(15,1005)	ELZ0015
READ(15,*) (A(I),I=1,IPEN)	ELZ0016
WRITE(15,1006)	ELZ0017
READ(15,*) (B(I),I=1,IPEN)	ELZ0018
WRITE(15,1007)	ELZ0019
READ(15,*) (E(I),I=1,IPEN)	ELZ0020
WRITE(15,1008)	ELZ0021
READ(15,*) (PAR(I),I=1,IPEN+1)	ELZ0022
WRITE(15,1009)	ELZ0023
READ(15,*) ROD,ROT,ROY	ELZ0024
WRITE(15,1043)	ELZ0025
READ(15,*) TO	ELZ0026
WRITE(15,1010)	ELZ0027
READ(15,*) Q	ELZ0028
	ELZ0029
C HESAPLAR İÇİN GEREKLİ PARAMETRELERİ HAZIRLAR.	ELZ0030
D(1)=PAR(1)	ELZ0031
D1(IPEN)=PAR(IPEN+1)	ELZ0032
IF(IPEN.EQ.1) GOTO 233	ELZ0033
DO 10 I=2,IPEN	ELZ0034
D(I)=D(I-1)+PAR(I)+E(I-1)	ELZ0035
J=IPEN-I+1	ELZ0036
D1(J)=D1(J+1)+PAR(J+1)+E(J+1)	ELZ0037

10	CONTINUE	ELZ0038
233	UQ=U/Q-1.	ELZ0039
	NX=IFIX(UQ)	ELZ0040
	WQ=W/Q-1.	ELZ0041
	NY=IFIX(WQ)	ELZ0042
	HQ=H/Q-1.	ELZ0043
	NZ=IFIX(HQ)	ELZ0044
	NM=MAXO(NX,NY,NZ)	ELZ0045
	CALL TEKMI(NY,MY)	ELZ0046
	CALL TEKMI(NX,MX)	ELZ0047
	CALL TEKMI(NZ,MZ)	ELZ0048
C		ELZ0049
C	ISTENILEN CALISMA DUZLEMI ILE ILGILI VERILERI	
	DUZENLER	ELZ0050
	WRITE(15,1011)	ELZ0051
	READ(15,*) D6	ELZ0052
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 20	ELZ0053
	DO 30 I=1,NZ	ELZ0054
	ZD(I)=V(I,Q)	ELZ0055
30	CONTINUE	ELZ0056
70	WRITE(15,1012)	ELZ0057
	WRITE(15,1013) (ZD(I),I=1,NZ)	ELZ0058
	READ(15,*) ZL	ELZ0059
	DO 40 I=1,IPEN	ELZ0060
	IF(ZL.GE.B(I)) GOTO 50	ELZ0061
40	CONTINUE	ELZ0062
	GOTO 20	ELZ0063
50	WRITE(15,1014)	ELZ0064
	GOTO 70	ELZ0065
C		ELZ0066
C	MATRISLERIN TUMUNU SIFIRLAR.	ELZ0067
20	DO 80 I=1,NX	ELZ0068
	DO 90 J=1,NZ	ELZ0069
	FEB(I,J)=0.	ELZ0070
	FEB1(I,J)=0.	ELZ0071
	DO 100 K=1,NY	ELZ0072
	FEC(K,J)=0.	ELZ0073
100	CONTINUE	ELZ0074
90	CONTINUE	ELZ0075
	DO 110 J=1,NY	ELZ0076
	FEA(I,J)=0.	ELZ0077
	FEWP(I,J)=0.	ELZ0078
110	CONTINUE	ELZ0079
80	CONTINUE	ELZ0080
C		ELZ0081
C	ENGEL VARSA, ENGELE AIT VERILERI OKUR.	ELZ0082
	WRITE(15,1015)	ELZ0083
	READ(15,*) D8	ELZ0084
	IF(D8.EQ.0.) GOTO 140	ELZ0085
	WRITE(15,1016)	ELZ0086
	READ(15,*) HE	ELZ0087
	WRITE(15,1017)	ELZ0088
	READ(15,*) HZ	ELZ0089
	WRITE(15,1018)	ELZ0090
	READ(15,*) C	ELZ0091
	HA=HE-HZ	ELZ0092
	UQ=C+U	ELZ0093

C		ELZ0094
C	HESAPLAR ICIN GEREKLI PARAMETRELERI HESAPLAR.	ELZ0095
	140 DO 150 IP=1,IPEN	ELZ0096
	G=D(IP)	ELZ0097
	F=G+E(IP)	ELZ0098
	G1=D1(IP)	ELZ0099
	F1=G1+E(IP)	ELZ0100
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 160	ELZ0101
	AT=A(IP)-ZL	ELZ0102
	IF(ZL.GE.A(IP)) AT=0.	ELZ0103
	BT=B(IP)-ZL	ELZ0104
	160 IF(D8.EQ.0.) GOTO 170	ELZ0105
	IF((HZ+A(IP)).GE.HE) GOTO 170	ELZ0106
		ELZ0107
C		
C	ENGEL VAR VE PENCERE ALT SEVIYESINDEN YUKSEK	
	IKEN DOLAYSIZ ISIK ALAN	ELZ0108
C	TUM YUZEYLERDE E/LZ FAKTORLERI DAGILIMLARINI	
	HESAPLAR.	ELZ0109
	WRITE(15,1019) IP	ELZ0110
		ELZ0111
C		
C	A VE GEREKIYORSA ISTENILEN CALISMA DUZLEMİNDE	
	E/LZ FAKTORLERI	ELZ0112
C	DAGILIMINI HESAPLAR.	ELZ0113
	DO 180 I=1,NX	ELZ0114
	X=V(I,Q)	ELZ0115
	BE=X*H/(C+X)	ELZ0116
	DO 190 J=1,NY	ELZ0117
	PAR(J)=FEA(I,J)	ELZ0118
	ZD(J)=FEWP(I,J)	ELZ0119
	190 CONTINUE	ELZ0120
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 200	ELZ0121
	WQ=AT	ELZ0122
	IF(BE.LE.A(IP)) GOTO 201	ELZ0123
	BT1=BE-ZL	ELZ0124
	CALL ALAR2(X,NY,D(IP),E(IP),AT,BT1,Q,ZD,	
	10.)	ELZ0125
	WQ=BT1	ELZ0126
	201 CALL ALAR2(X,NY,D(IP),E(IP),WQ,BT,Q,ZD,1.)	ELZ0127
	200 WQ=A(IP)	ELZ0128
	IF(BE.LE.A(IP)) GOTO 202	ELZ0129
	CALL ALAR2(X,NY,D(IP),E(IP),A(IP),BE,Q,PAR,	
	10.)	ELZ0130
	WQ=BE	ELZ0131
	202 CALL ALAR2(X,NY,D(IP),E(IP),WQ,B(IP),Q,ZD,	
	1.)	ELZ0132
	DO 203 J=1,NY	ELZ0133
	FEA(I,J)=PAR(J)	ELZ0134
	FEWP(I,J)=ZD(J)	ELZ0135
	PAR(J)=0.	ELZ0136
	ZD(J)=0.	ELZ0137
	203 CONTINUE	ELZ0138
	180 CONTINUE	ELZ0139
		ELZ0140
C		
C	B VE B1 DUZLEMLERİNDE E/LZ FAKTORLERI	
	DAGILIMINI HESAPLAR.	ELZ0141
	BK=B(IP)/Q-1	ELZ0142
	NBK=IFIX(BK)	ELZ0143

	CALL BLER2(NX,NZ,HA,C,A(IP),B(IP),FEB,F,G, Q,NBK)	ELZ0144
	CALL BLER2(NX,NZ,HA,C,A(IP),B(IP),FEB1,F1, G1,Q,NBK)	ELZ0145
C		ELZ0146
C	C DUZLEMINDE E/LZ FAKTORLERI DAGILIMINI HESAPLAR.	ELZ0147
	DO 204 J=1,NBK	ELZ0148
	Z=V(J,Q)	ELZ0149
	AC=A(IP)-Z	ELZ0150
	IF(Z.GE.A(IP)) AC=0.	ELZ0151
	BC=B(IP)-Z	ELZ0152
	BZ=(HA-Z)*U/UQ	ELZ0153
	PU=BZ	ELZ0154
	IF(BZ.GE.BC) PU=BC	ELZ0155
	DO 205 I=1,NY	ELZ0156
	Y=V(I,Q)	ELZ0157
	G=D(IP)-Y	ELZ0158
	F=G+E(IP)	ELZ0159
	WQ=AC	ELZ0160
	IF(BZ.LE.AC) GOTO 206	ELZ0161
	FEC(I,J)=FEC(I,J)+(PC(U,F,PU)-PC(U,F,AC)- PC(U,G,PU)+PC(U,G,AC))/	ELZ0162
	130.	ELZ0163
	IF(BZ.GE.BC) GOTO 205	ELZ0164
	WQ=BZ	ELZ0165
	206 FEC(I,J)=FEC(I,J)+(PC(U,F,BC)-PC(U,F,WQ)- PC(U,G,BC)+PC(U,G,WQ))/3.	ELZ0166
	205 CONTINUE	ELZ0167
	204 CONTINUE	ELZ0168
	GOTO 150	ELZ0169
C		ELZ0170
C	ENGEL YOK VEYA PENCERE ALT SEVIYESINDEN ALCAK IKEN DOLAYSIZ ISIK ALAN	ELZ0171
C	TUM YUZEYLERDE E/LZ FAKTORLERI DAGILIMLARINI HESAPLAR.	ELZ0172
	170 WRITE(15,1020) IP	ELZ0173
C		ELZ0174
C	A VE GEREKIYORSA ISTENILEN CALISMA DUZLEMINDE E/LZ FAKTORLERI	ELZ0175
C	DAGILIMINI HESAPLAR.	ELZ0176
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 207	ELZ0177
	CALL ALAR(NX,NY,D(IP),E(IP),AT,BT,Q,FEWP)	ELZ0178
	207 CALL ALAR(NX,NY,D(IP),E(IP),A(IP),B(IP),Q, FEA)	ELZ0179
C		ELZ0180
C	B VE B1 DUZLEMLERINDE E/LZ FAKTORLERI DAGILIMINI HESAPLAR	ELZ0181
	CALL BLER(G,F,A(IP),B(IP),NX,NZ,Q,FEB)	ELZ0182
	CALL BLER(G1,F1,A(IP),B(IP),NX,NZ,Q,FEB1)	ELZ0183
C		ELZ0184
C	C DUZLEMINDE E/LZ FAKTORLERI DAGILIMINI HESAPLAR.	ELZ0185
	CZ=B(IP)/Q-1.	ELZ0186
	NCZ=IFIX(CZ)	ELZ0187
	DO 208 J=1,NCZ	ELZ0188
	Z=V(J,Q)	ELZ0189

AC=A(IP)-Z	ELZ0190
IF(Z.GE.A(IP)) AC=0.	ELZ0191
BC=B(IP)-Z	ELZ0192
DO 209 I=1,NY	ELZ0193
Y=V(I,Q)	ELZ0194
G=D(IP)-Y	ELZ0195
F=G+E(IP)	ELZ0196
FEC(I,J)=FEC(I,J)+(PC(U,F,BC)-PC(U,F,AC)-	
PC(U,G,BC)+PC(U,G,AC))/3.	ELZ0197
209 CONTINUE	ELZ0198
208 CONTINUE	ELZ0199
150 CONTINUE	ELZ0200
DO 211 I=1,NM	ELZ0201
ZD(I)=V(I,Q)	ELZ0202
211 CONTINUE	ELZ0203
C	ELZ0204
C BULUNAN DEGERLERI PENCERENIN ISIK GECIRGENLIK	
FAKTORU ILE CARPAR	ELZ0205
DO 403 I=1,NX	ELZ0206
DO 404 J=1,NY	ELZ0207
FEA(I,J)=TO*FEA(I,J)	ELZ0208
IF(D6.EQ.0.) GOO 404	ELZ0209
FEWP(I,J)=TO*FEWP(I,J)	ELZ0210
404 CONTINUE	ELZ0211
DO 405 L=1,NZ	ELZ0212
FEB(I,L)=TO*FEB(I,L)	ELZ0213
FEB1(I,L)=TO*FEB1(I,L)	ELZ0214
405 CONTINUE	ELZ0215
403 CONTINUE	ELZ0216
DO 406 I=1,NY	ELZ0217
DO 407 J=1,NZ	ELZ0218
FEC(I,J)=TO*FEC(I,J)	ELZ0219
407 CONTINUE	ELZ0220
406 CONTINUE	ELZ0221
C	ELZ0222
C DOLAYSIZ ISIK ALAN DUZLEMLERDEKI PENCEREDEN	
KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORLERI	ELZ0223
C DAGILIMLARINI YAZDIRIR	ELZ0224
WRITE(15,1021)	ELZ0225
WRITE(15,1041)	ELZ0226
READ(15,*) D2	ELZ0227
IF(D2.EQ.0.) GOTO 210	ELZ0228
610 IF(D6.EQ.0.) GOTO 212	ELZ0229
C	ELZ0230
C CALISMA DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN	
E/LZ FAKTORLERI	ELZ0231
C DAGILIMINI YAZDIRIR	ELZ0232
WRITE(6,1022)	ELZ0233
CALL S5(NX,NY,FEWP,NFX,NM,NX,NY)	ELZ0234
CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	ELZ0235
C	ELZ0236
C A DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
FAKTORLERI DAGILIMINI	ELZ0237
C YAZDIRIR	ELZ0238
212 WRITE(6,1027)	ELZ0239
CALL S5(NX,NY,FEA,NFX,NM,NX,NY)	ELZ0240
CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	ELZ0241

C		ELZ0242
C	B DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMINI	ELZ0243
C	YAZDIRIR	ELZ0244
	WRITE(6,1028)	ELZ0245
	CALL S5(NX,NZ,FEB,NFX,NM,NX,NZ)	ELZ0246
	CALL W5B(NFX,NX,NZ,ZD,NM)	ELZ0247
C		ELZ0248
C	B1 DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMINI	ELZ0249
C	YAZDIRIR	ELZ0250
	WRITE(6,1032)	ELZ0251
	CALL S5(NX,NZ,FEB1,NFX,NM,NX,NZ)	ELZ0252
	CALL W5B(NFX,NX,NZ,ZD,NM)	ELZ0253
C		ELZ0254
C	C DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMINI	ELZ0255
C	YAZDIRIR	ELZ0256
	WRITE(6,1033)	ELZ0257
	CALL S5(NY,NZ,FEC,NFX,NM,NY,NZ)	ELZ0258
	CALL W5C(NFX,NY,NZ,ZD,NM)	ELZ0259
C		ELZ0260
C	DOLAYSIZ ISIK ALAN DUZLEMLERDE, PENCEREDEN	
	KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORLERI	ELZ0261
C	DAGILIMLARININ YOGUNLUK GRAFIKLERINI BASTIRIR.	ELZ0262
	WRITE(15,1051)	ELZ0263
	WRITE(15,1041)	ELZ0264
	READ(15,*) D5	ELZ0265
	IF(D5.EQ.0.) GOTO 210	ELZ0266
C		ELZ0267
C	A DUZLEMINDE, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMININ	ELZ0268
C	YOGUNLUK GRAFIGINI BASTIRIR.	ELZ0269
	WRITE(6,1027)	ELZ0270
	WRITE(6,1052)	ELZ0271
	CALL GGA(FEA,NX,NY,NM,NFX,BUF,NX,NY,ZD,PAR,	MY)
ELZ0272		
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 416	ELZ0273
C		ELZ0274
C	CALISMA DUZLEMINDE, PENCEREDEN KAYNAKLANAN	
	E/LZ FAKTORLERI	ELZ0275
C	DAGILIMININ YOGUNLUK GRAFIGINI BASTIRIR.	ELZ0276
	WRITE(6,1022)	ELZ0277
	WRITE(6,1052)	ELZ0278
	CALL GGA(FEWP,NX,NY,NM,NFX,BUF,NX,NY,ZD,	
	PAR,MY)	ELZ0279
C		ELZ0280
C	B DUZLEMINDE, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMININ	ELZ0281
C	YOGUNLUK GRAFIGINI BASTIRIR.	ELZ0282
416	WRITE(6,1028)	ELZ0283
	WRITE(6,1052)	ELZ0284
	CALL GGB(FEB,NX,NZ,NM,NFX,BUF,NX,NZ,ZD,PAR,	
	MX)	ELZ0285
C		ELZ0286
C	B1 DUZLEMINDE, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMININ	ELZ0287

C	YOGUNLUK GRAFIGINI BASTIRIR.	ELZ0288
	WRITE(6,1032)	ELZ0289
	WRITE(6,1052)	ELZ0290
	CALL GGB(FEB1,NX,NZ,NM,NFX,BUF,NX,NZ,ZD, PAR,MX)	ELZ0291
C		ELZ0292
C	C DUZLEMINDE, PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ	
	FAKTORLERI DAGILIMININ	ELZ0293
C	YOGUNLUK GRAFIGINI BASTIRIR.	ELZ0294
	WRITE(6,1033)	ELZ0295
	WRITE(6,1052)	ELZ0296
	CALL GGC(FEC,NY,NZ,NM,NFX,BUF,NY,NZ,ZD,PAR, MY)	ELZ0297
C		ELZ0298
C		ELZ0299
C	IC YANSIMIS BILESENIN HESAPLANMASI	ELZ0300
C		ELZ0301
C	B DUZLEMINE DOGRU OLAN YANSIMALAR	ELZ0302
C	C-B YANSIMA HESAPLAR, BM YE KOYAR.	ELZ0303
	210 KH=NZ	ELZ0304
	KZ=NZ	ELZ0305
	KX=NX	ELZ0306
	KU=NX	ELZ0307
	KY=NY	ELZ0308
	KW=NY	ELZ0309
	MA=NM	ELZ0310
	MB=NM	ELZ0311
	CALL TEM(XM,NM)	ELZ0312
	CALL TEM(FXY,NM)	ELZ0313
	CALL TEM(WPM,NM)	ELZ0314
	CALL TEM(AM,NM)	ELZ0315
	CALL SUB1(1,NX,1,NZ,1,KZ,1,NY,MZ,MY,1.,1., U,0.,0.,FEC,Q,ROD,FXY,NM	ELZ0316
	1,KY,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0317
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0318
C	A-B YANSIMA HESAPLAR, BM YE KOYAR.	ELZ0319
	CALL SUB1(1,NZ,1,NX,1,KX,1,NY,MX,MY,0.,0., 0.,0.,0.,FEA,Q,ROY,FXY,	ELZ0320
	1NM,KU,KY,ZH,PAR,BUF)	ELZ0321
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0322
C	B1-B YANSIMA HESAPLAR, BM YE KOYAR.	ELZ0323
	CALL SUB2(NZ,NX,MZ,MX,W,FEB1,Q,ROD,FXY,KX, KZ,NM,ZH,PAR,BUF)	ELZ0324
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0325
C	BM YE B(DOLAYSIZ) I EKLER.	ELZ0326
	CALL SUB3(XM,FEB,NX,NZ,NM,KX,KZ,1.)	ELZ0327
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 218	ELZ0328
C	B-WP YANSIMA HESAPLAR, WPM YE KOYAR.	ELZ0329
	HQ=ZL/Q	ELZ0330
	LN=IFIX(HQ)	ELZ0331
	L=LN+1	ELZ0332
	LN=NZ-L+1	ELZ0333
	CALL TEKMI(LN,LZ)	ELZ0334
	CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,L,NZ,MX,LZ,0.,0., 0.,0.,ZL,XM,Q,ROD,FXY,	ELZ0335
	1NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0336
	CALL SUB3(WPM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0337

C	B-A YANSIMA HESAPLAR, AM YE KOYAR.	ELZ0338
	218 CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,1,NZ,MX,MZ,0.,0.,	
	0.,0.,0.,XM,Q,ROD,FXY,	ELZ0339
	1NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0340
	CALL SUB3(AM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0341
C		ELZ0342
C	C DUZLEMINE DOGRU OLAN YANSIMALAR	ELZ0343
C	B-C YANSIMA HESAPLAR, CM YE KOYAR.	ELZ0344
	CALL TEM(XM,NM)	ELZ0345
	CALL SUB1(1,NY,1,NZ,1,KZ,1,NX,MZ,MX,1.,1.,	
	0.,U,0.,FEB,Q,ROD,FXY,NM	ELZ0346
	1,KX,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0347
	CALL SUB3(XM,FXY,NY,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0348
C	B1-C YANSIMA HESAPLAR, CM YE KOYAR.	ELZ0349
	CALL SUB1(1,NY,1,NZ,1,KZ,1,NX,MZ,MX,1.,1.,	
	W,U,0.,FEB1,Q,ROD,FXY,NM	ELZ0350
	1,KX,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0351
	CALL SUB3(XM,FXY,NY,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0352
C	A-C YANSIMA HESAPLAR, CM YE KOYAR.	ELZ0353
	CALL SUB1(1,NZ,1,NY,1,KY,1,NX,MY,MX,1.,0.,	
	0.,U,0.,FEA,Q,ROY,FXY,NM	ELZ0354
	1,KX,KW,ZH,PAR,BUF)	ELZ0355
	CALL SUB3(XM,FXY,NY,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0356
C	CM YE C(DOLAYSIZ) I EKLER.	ELZ0357
	CALL SUB3(XM,FEC,NY,NZ,NM,KY,KZ,1.)	ELZ0358
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 219	ELZ0359
C	C-WP YANSIMA HESAPLAR, WPM YE KOYAR.	ELZ0360
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,1,KY,L,NZ,MY,LZ,0.,1.,	
	U,0.,ZL,XM,Q,ROD,FXY,NM	ELZ0361
	1,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0362
	CALL SUB3(WPM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0363
C	C-A YANSIMA HESAPLAR, AM YE KOYAR.	ELZ0364
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,1,KY,1,NZ,MY,MZ,0.,1.,	
	U,0.,0.,XM,Q,ROD,FXY,NM	ELZ0365
	1,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0366
	CALL SUB3(AM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0367
C		ELZ0368
C	B1 DUZLEMINE DOGRU OLAN YANSIMALAR	ELZ0369
C	C-B1 YANSIMA HESAPLAR, B1M YE KOYAR.	ELZ0370
	CALL TEM(XM,NM)	ELZ0371
	CALL SUB1(1,NX,1,NZ,1,KZ,1,NY,MZ,MY,1.,1.,	
	U,W,0.,FEC,Q,ROD,FXY,NM,	ELZ0372
	1KY,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0373
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0374
C	A-B1 YANSIMA HESAPLAR, B1M YE KOYAR.	ELZ0375
	CALL SUB1(1,NZ,1,NX,1,KX,1,NY,MX,MY,0.,0.,	
	0.,W,0.,FEA,Q,ROY,FXY,NM	ELZ0376
	1,KU,KY,ZH,PAR,BUF)	ELZ0377
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0378
C	B-B1 YANSIMA HESAPLAR, B1M YE KOYAR.	ELZ0379
	CALL SUB2(NZ,NX,MZ,MX,W,FEB,Q,ROD,FXY,KX,	
	KZ,NM,ZH,PAR,BUF)	ELZ0380
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0381
C	B1M YE B1(DOLAYSIZ) I EKLER.	ELZ0382
	CALL SUB3(XM,FEB1,NX,NZ,NM,KX,KZ,1.)	ELZ0383
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 220	ELZ0384
C	B1-WP YANSIMA HESAPLAR, WPM YE KOYAR.	ELZ0385

	CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,1,NZ,MX,LZ,0.,0.,	
	W,0.,ZL,XM,Q,ROD,FXY,	ELZ0386
	1NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0387
	CALL SUB3(WPM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0388
C	B1-A YANSIMA HESAPLAR, AM YE KOYAR.	ELZ0389
	220 CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,1,NZ,MX,MZ,0.,0.,	
	W,0.,0.,XM,Q,ROD,FXY,	ELZ0390
	1NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0391
	CALL SUB3(AM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0392
C		ELZ0393
C	A1 DUZLEMINE DOGRU OLAN YANSIMALAR	ELZ0394
C	B-A1 YANSIMA HESAPLAR, A1M YE KOYAR.	ELZ0395
	CALL TEM(XM,NM)	ELZ0396
	CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,1,NZ,MX,MZ,0.,0.,	
	0.,H,0.,FEB,Q,ROD,FXY,	ELZ0397
	1NM,KU,KZ,ZH,PAR,BUF)	ELZ0398
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0399
C	C-A1 YANSIMA HESAPLAR, A1M YE KOYAR.	ELZ0400
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,1,KY,1,NZ,MY,MZ,0.,1.,	
	U,H,0.,FEC,Q,ROD,FXY,NM,	ELZ0401
	1KW,KZ,ZH,PAR,BUF)	ELZ0402
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0403
C	B1-A1 YANSIMA HESAPLAR, A1M YE KOYAR.	ELZ0404
	CALL SUB1(1,NY,1,NX,1,KX,1,NZ,MX,MZ,0.,0.,	
	W,H,0.,FEB1,Q,ROD,FXY,	ELZ0405
	1NM,KU,KZ,ZH,PAR,BUF)	ELZ0406
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0407
C	A-A1 YANSIMA HESAPLAR, A1M YE KOYAR.	ELZ0408
	CALL SUB2(NY,NX,MY,MX,H,FEA,Q,ROY,FXY,KX,	
	KY,NM,ZH,PAR,BUF)	ELZ0409
	CALL SUB3(XM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0410
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 221	ELZ0411
C	A1-WP YANSIMA HESAPLAR, WPM YE KOYAR.	ELZ0412
	HL=H-ZL	ELZ0413
	CALL SUB2(NY,NX,MY,MX,HL,XM,Q,ROT,FXY,NM,	
	MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0414
	CALL SUB3(WPM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0415
C	A1-A YANSIMA HESAPLAR, AM YE KOYAR.	ELZ0416
	221 CALL SUB2(NY,NX,MY,MX,H,XM,Q,ROT,FXY,NM,	
	MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZ0417
	CALL SUB3(AM,FXY,NX,NY,NM,MA,MB,0.)	ELZ0418
C		ELZ0419
C	C1 DUZLEMINE DOGRU OLAN YANSIMALAR	ELZ0420
C	B-C1 YANSIMA HESAPLAR, C1M YE KOYAR.	ELZ0421
	CALL TEM(XM,NM)	ELZ0422
	CALL SUB1(1,NY,1,NZ,1,KZ,1,NX,MZ,MX,1.,1.,	
	0.,0.,0.,FEB,Q,ROD,FXY,	ELZ0423
	1NM,KX,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0424
	CALL SUB3(XM,FXY,NY,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0425
C	B1-C1 YANSIMA HESAPLAR, C1M YE KOYAR.	ELZ0426
	CALL SUB1(1,NY,1,NZ,1,KZ,1,NX,MZ,MX,1.,1.,	
	W,0.,0.,FEB1,Q,ROD,FXY,	ELZ0427
	1NM,KX,KH,ZH,PAR,BUF)	ELZ0428
	CALL SUB3(XM,FXY,NY,NZ,NM,MA,MB,0.)	ELZ0429
C	A-C1 YANSIMA HESAPLAR, C1M YE KOYAR.	ELZ0430
	CALL SUB1(1,NZ,1,NY,1,KY,1,NX,MY,MX,1.,0.,	
	0.,0.,0.,FEA,Q,ROY,FXY,	ELZ0431

	1NM,KX,KW,ZH,PAR,BUF)	ELZO432
	CALL SUB3(XM,FX,Y,NY,NZ,NM,MA,MB,O.)	ELZO433
C	C-C1 YANSIMA HESAPLAR, C1M YE KOYAR.	ELZO434
	CALL SUB2(NZ,NY,MZ,MY,U,FEC,Q,ROD,FX,Y,KY, KZ,NM,ZH,PAR,BUF)	ELZO435
	CALL SUB3(XM,FX,Y,NY,NZ,NM,MA,MB,O.)	ELZO436
	IF(D6.EQ.O.) GOTO 222	ELZO437
C	C1-WP YANSIMA HESAPLAR, WPM YE KOYAR.	ELZO438
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,1,KY,L,NZ,MY,LZ,O.,1., O.,O.,ZL,XM,Q,ROD,FX,Y,NM	ELZO439
	1,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZO440
	CALL SUB3(WPM,FX,Y,NX,NY,NM,MA,MB,O.)	ELZO441
C	C1 UZERINDEKI PENCERELERIN BULUNDUKLARI	
	YERLERDEN WP YE YANSIMA	ELZO442
C	HESAPLAR, WPM DEN CIKARIR.	ELZO443
	DO 223 I=1,IPEN	ELZO444
	CALL SUB4(D6,A(I),B(I),D(I),E(I),ZL,NAQ, NBQ,NDQ,NEQ,MEQ,MBQ,Q)	ELZO445
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,NDQ,NEQ,NAQ,NBQ,MEQ, MBQ,O.,1.,O.,O.,ZL,XM,Q,	ELZO446
	1ROD,FX,Y,NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZO447
	DO 224 J=1,NX	ELZO448
	DO 225 K=1,NY	ELZO449
	WPM(J,K)=WPM(J,K)-FX,Y(J,K)	ELZO450
	FX,Y(J,K)=0.	ELZO451
	225 CONTINUE	ELZO452
	224 CONTINUE	ELZO453
	223 CONTINUE	ELZO454
C	WPM YE WP(DOLAYSIZ) I EKLER.	ELZO455
	CALL SUB3(WPM,FEWP,NX,NY,NM,KU,KW,1.)	ELZO456
C	C1-A. YANSIMA HESAPLAR, AM YE KOYAR.	ELZO457
	222 CALL SUB1(1,NX,1,NY,1,KY,1,NZ,MY,MZ,O.,1., O.,O.,O.,XM,Q,ROD,FX,Y,	ELZO458
	1NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZO459
	CALL SUB3(AM,FX,Y,NX,NY,NM,MA,MB,O.)	ELZO460
C	C1 UZERINDEKI PENCERELERIN BULUNDUKLARI	
	YERLERDEN A YA YANSIMA	ELZO461
C	HESAPLAR, AM DEN CIKARIR.	ELZO462
	DO 226 I=1,IPEN	ELZO463
	CALL SUB4(D6,A(I),B(I),D(I),E(I),ZL,NAQ, NBQ,NDQ,NEQ,MEQ,MBQ,Q)	ELZO464
	CALL SUB1(1,NX,1,NY,NDQ,NEQ,NAQ,NBQ,MEQ, MBQ,O.,1.,O.,O.,O.,XM,Q,	ELZO465
	1ROD,FX,Y,NM,MA,MB,ZH,PAR,BUF)	ELZO466
	DO 227 J=1,NX	ELZO467
	DO 228 K=1,NY	ELZO468
	AM(J,K)=AM(J,K)-FX,Y(J,K)	ELZO469
	FX,Y(J,K)=0.	ELZO470
	228 CONTINUE	ELZO471
	227 CONTINUE	ELZO472
	226 CONTINUE	ELZO473
C	AM YE A(DOLAYSIZ) I EKLER.	ELZO474
	CALL SUB3(AM,FEA,NX,NY,NM,KU,KW,1.)	ELZO475
C		ELZO476
C	PENCEREDEN GELEN ISIK VE IC YANSIMALARDAN	
	OLUSAN E/LZ DAGILIMLARINI	ELZO477
C	YAZDIRIR.	ELZO478

DO 232 I=1,NM	ELZ0479
ZD(I)=V(I,Q)	ELZ0480
232 CONTINUE	ELZ0481
C	ELZ0482
C EDEG PROGRAMINA VERI HAZIRLAR.	ELZ0483
WRITE(15,1038)	ELZ0484
READ(15,*) D4	ELZ0485
IF(D4.EQ.0.) GOTO 400	ELZ0486
WRITE(6,2001) NX,NY,NM,D6	ELZ0487
WRITE(6,2002) (ZD(I),I=1,NM)	ELZ0488
IF(D6.EQ.0.) GOTO 402	ELZ0489
WRITE(6,2003) ZL	ELZ0490
WRITE(6,2004) ((WPM(I,J),J=1,NY),I=1,NX)	ELZ0491
GOTO 400	ELZ0492
402 WRITE(6,2004) ((AM(I,J),J=1,NY),I=1,NX)	ELZ0493
400 IF(D6.EQ.0.) GOTO 229	ELZ0494
C	ELZ0495
C CALISMA DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN VE IC	
YANSIMALARDAN KAYNAKLANAN E/LZ	ELZ0496
C FAKTORLERI DAGILIMINI YAZDIRIR	ELZ0497
WRITE(6,1035)	ELZ0498
CALL S5(NX,NY,WPM,NFX,NM,NM,NM)	ELZ0499
CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	ELZ0500
WRITE(15,1036)	ELZ0501
WRITE(15,1041)	ELZ0502
READ(15,*) D3	ELZ0503
IF(D3.EQ.0.) GOTO 401	ELZ0504
C	ELZ0505
C A DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN VE IC YANSIMALARDAN	
KAYNAKLANAN E/LZ	ELZ0506
C FAKTORLERI DAGILIMINI YAZDIRIR	ELZ0507
229 WRITE(6,1037)	ELZ0508
CALL S5(NX,NY,AM,NFX,NM,NM,NM)	ELZ0509
CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	ELZ0510
C	ELZ0511
C CALISMA DUZLEMINDE, PENCEREDEN VE IC	
YANSIMALARDAN KAYNAKLANAN	ELZ0512
C E/LZ FAKTORLERI DAGILIMININ YOGUNLUK GRAFIGINI	
BASTIRIR.	ELZ0513
WRITE(15,1039)	ELZ0514
WRITE(15,1041)	ELZ0515
READ(15,*) D9	ELZ0516
IF(D9.EQ.0.) GOTO 1000	ELZ0517
IF(D6.EQ.0.) GOTO 408	ELZ0518
WRITE(6,1035)	ELZ0519
WRITE(6,1052)	ELZ0520
CALL GGA(WPM,NX,NY,NM,NFX,BUF,NM,NM,ZD,PAR,	
MY)	ELZ0521
WRITE(15,1040)	ELZ0522
READ(15,*) D3	ELZ0523
IF(D3.EQ.0.) GOTO 1000	ELZ0524
C	ELZ0525
C A DUZLEMINDE, PENCEREDEN VE IC YANSIMALARDAN	
KAYNAKLANAN E/LZ	ELZ0526
C FAKTORLERI DAGILIMININ YOGUNLUK GRAFIGINI	
BASTIRIR.	ELZ0527
WRITE(6,1037)	ELZ0528

	WRITE(6,1052)	ELZ0529
	CALL GGA(AM,NX,NY,NM,NFX,BUF,NM,NM,ZD,PAR,MY)	ELZ0530
	GOTO 1000	ELZ0531
C		ELZ0532
C		ELZ0533
C		ELZ0534
1001	FORMAT(1X,"ODANIN GENISLIGINI (W) YAZINIZ.")	ELZ0535
1002	FORMAT(1X,"ODANIN DERINLIGINI (U) YAZINIZ.")	ELZ0536
1003	FORMAT(1X,"ODANIN YUKSEKLIGINI (H) YAZINIZ.")	ELZ0537
1004	FORMAT(1X,"ODADAKI PENCERE SAYISINI YAZINIZ.")	ELZ0538
1005	FORMAT(" SEMA 1 E GORE, 1. PENCERE ORIJINE EN YAKIN PENCERE OLMAK	ELZ0539
	1UZERE: ",//,8X,"PENCERE ALT KENAR YUKSEKLIKLERINI (A) SIRA ILE YAZI	ELZ0540
	1NIZ.")	ELZ0541
1006	FORMAT(8X,"PENCERE UST KENAR YUKSEKLIKLERINI (B) SIRA ILE YAZINIZ.	ELZ0542
	1")	ELZ0543
1007	FORMAT(8X,"PENCERE GENISLIKLERINI (E) SIRA ILE YAZINIZ.")	ELZ0544
1008	FORMAT(8X,"DUVAR-PENCERE, PENCERE-PENCERE, PENCERE-DUVAR ARALIKLAR	ELZ0545
	1INI (PAR)",/,8X,"SIRA ILE YAZINIZ.")	ELZ0546
1009	FORMAT(1X,"SIRASIYLA: DUVAR TAVAN VE ZEMIN ISIK YANSITMA FAKTORLE	ELZ0547
	1RINI YAZINIZ.")	ELZ0548
1010	FORMAT(1X,"MINIMUM 0.25 M OLMAK UZERE, TARAMA ARALIGINI (Q) SECINI	ELZ0549
	1Z.")	ELZ0550
1011	FORMAT(1X,"E/LZ FAKTORLERI DAGILIMINI ODA ZEMIN KODUNDA ISTIYORSAN	ELZ0551
	1IZ: 0,"/,," FARKLI BIR KODDA ISTIYORSANIZ: 1 YAZINIZ.")	ELZ0552
1012	FORMAT(1X,"ASAGIDAKI YUKSEKLIKLERIN BIRINI CALISMA DUZLEMI YUKSEK	ELZ0553
	1IGI OLARAK SECINIZ.")	ELZ0554
1013	FORMAT(1X,7F10.4)	ELZ0555
1014	FORMAT(1X,"CALISMA DUZLEMI PENCERENIN UZERINDE KALIYOR. YENI BIR	ELZ0556
	1CALISMA DUZLEMI SECINIZ.")	ELZ0557
1015	FORMAT(1X,"BINANIN KARSISINDA PENCERE TARAFINDA ENGEL VAR MI?",	ELZ0558
	1/,1X,"VARSA: 1, YOKSA: 0 YAZINIZ.")	ELZ0559
1016	FORMAT(" SEMA 2 YE GORE: ",/,10X,"ENGEL YUKSEKLIGINI (HE) YAZINIZ."	ELZ0560
	1)	ELZ0561
1017	FORMAT(10X,"ODA ZEMIN KODUNU (HZ) YAZINIZ.")	ELZ0562
1018	FORMAT(10X,"ENGEL VE BINA ARASINDAKI UZAKLIGI (C) YAZINIZ.")	ELZ0563
1019	FORMAT(1X,1I2,"INCI PENCEREDE ENGEL VAR.")	ELZ0564
1020	FORMAT(1X,1I2,"INCI PENCEREDE ENGEL YOK.")	ELZ0565

- 1021 FORMAT(" DOLAYSIZ ISIK ALAN DUZLEMLERDEKI,
PENCEREDEN KAYNAKLANAN" ELZ0566
1,/,1X,"E/LZ FAKTORLERI DAGILIMLARINI GORMEK
ISTIYOR MUSUNUZ?",/, ELZ0567
1" ISTIYORSANIZ: 1, ISTEMIYORSANIZ: 0
YAZINIZ.") ELZ0568
- 1022 FORMAT(1H1,1X,"-CALISMA DUZLEMINDE
PENCEREDEN KAYNAKLANAN E/LZ FAK
1TORLERI DAGILIMI:") ELZ0569
ELZ0570
- 1027 FORMAT(1H1,1X,"-A DUZLEMINDE, PENCEREDEN
KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORLE ELZ0571
1RI DAGILIMI:") ELZ0572
- 1028 FORMAT(1H1,1X,"-B DUZLEMINDE, PENCEREDEN
KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORLE ELZ0573
1RI DAGILIMI:") ELZ0574
- 1032 FORMAT(1H1,1X,"-B1 DUZLEMINDE, PENCEREDEN
KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORL ELZ0575
1ERI DAGILIMI:") ELZ0576
- 1033 FORMAT(1H1,1X,"-C DUZLEMINDE, PENCEREDEN
KAYNAKLANAN E/LZ FAKTORLE ELZ0577
1RI DAGILIMI:") ELZ0578
- 1035 FORMAT(1H1,1X,"-CALISMA DUZLEMINDE,
PENCEREDEN VE IC YANSIMALARDAN ELZ0579
1KAYNAKLANAN",/,1X,"E/LZ FAKTORLERI
DAGILIMI:") ELZ0580
- 1036 FORMAT(1X,"A DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN VE IC
YANSIMALARDAN KAYNAKLA ELZ0581
1NAN E/LZ FAKTORLERI",/,1X," DAGILIMINI DA
GORMEK ISTIYOR MUSUNUZ?", ELZ0582
1/,1X,"ISTIYORSANIZ: 1, ISTEMIYORSANIZ: 0
YAZINIZ.") ELZ0583
- 1037 FORMAT(1H1,1X,"-A DUZLEMINDE, PENCEREDEN VE
IC YANSIMALARDAN KAYNA ELZ0584
1KLANAN",/,1X,"E/LZ FAKTORLERI DAGILIMI:") ELZ0585
- 1038 FORMAT(" PROGRAMI KULLANMA AMACINIZ EDEG
PROGRAMINA VERI SAĞLAMAKS ELZ0586
1A: 1,/,," SADECE E/LZ FAKTORLERINI ELDE
ETMEKSE: 0 YAZINIZ.") ELZ0587
- 1039 FORMAT(" PENCEREDEN VE IC YANSIMALARDAN
KAYNAKLANAN",/,," E/LZ FAKT ELZ0588
1ORLERI DAGILIMININ YOGUNLUK GRAFIKLERINI
GORMEK ISTIYOR MUSUNUZ?", ELZ0589
1/,1X,"ISTIYORSANIZ: 1, ISTEMIYORSANIZ: 0
YAZINIZ.") ELZ0590
- 1040 FORMAT(" A DUZLEMINDEKI, PENCEREDEN VE IC
YANSIMALARDAN KAYNALANA ELZ0591
1N E/LZ FAKTORLERI",/,," YOGUNLUK GRAFIGINI
DE GORMEK ISTIYOR MUSUNU ELZ0592
1Z?",/,," ISTIYORSANIZ: 1, ISTEMIYORSANIZ: 0
YAZINIZ.") ELZ0593
- 1041 FORMAT(" NOT: PROGRAMI KULLANMA AMACINIZ,
EDEG PROGRAMINA VERI SAG ELZ0594
1LAMAKSA",/,," 0 SECMENIZ SIZE KOLAYLIK
SAGLAYACAKTIR.") ELZ0595
- 1043 FORMAT(" PENCERE CAMLARININ ISIK GECIRME
KATSAYISINI YAZINIZ.") ELZ0596

1051	FORMAT(" DOLAYSIZ ISIK ALAN DUZLEMLERDEKI, PENCEREDEN KAYNAKLANAN"	ELZ0597
1,	/,1X,"E/LZ FAKTORLERI DAGILIMLARININ YOGUNLUK GRAFIKLERINI GORMEK	ELZ0598
1	ISTİYOR MUSUNUZ?"/," İSTİYORSANIZ: 1, İSTEMİYORSANIZ: 0 YAZINIZ.")	ELZ0599
1052	FORMAT(" YOGUNLUK GRAFIGI:")	ELZ0600
2001	FORMAT(3I10,1F10.0)	ELZ0601
2002	FORMAT(8F10.3)	ELZ0602
2003	FORMAT(1F10.4)	ELZ0603
2004	FORMAT(10F12.8)	ELZ0604
1000	STOP	ELZ0605
	END	ELZ0606
C		ELZ0607
	FUNCTION V(M,Q)	ELZ0608
	V1=FLOAT(M)	ELZ0609
	V=V1*Q	ELZ0610
	RETURN	ELZ0611
	END	ELZ0612
C		ELZ0613
	FUNCTION PC(X,Y,Z)	ELZ0614
	YF1=SQRT(X*X+Z*Z)	ELZ0615
	YF2=SQRT(X*X+Y*Y)	ELZ0616
	YF3=SQRT(YF2*YF2+Z*Z)	ELZ0617
	PC=(ATAN(Y/YF1)*Z/YF1+ATAN(Z/YF2)*Y/YF2)/2. -(X*X*Y/(YF1*YF1*YF3))*	ELZ0618
	12./3.	ELZ0619
	RETURN	ELZ0620
	END	ELZ0621
	<u>Alt program : ALAR</u>	
	SUBROUTINE ALAR(NX,NY,D,E,A,B,Q,FEA)	ALA0001
	DIMENSION FEA(NX,NY)	ALA0002
	DO 10 IY=1,NY	ALA0003
	Y=U(IY,Q)	ALA0004
	G=D-Y	ALA0005
	F=G+E	ALA0006
	DO 20 IX=1,NX	ALA0007
	X=U(IX,Q)	ALA0008
	FEA(IX,IY)=FEA(IX,IY)+(PA(F,B,X)-PA(F,A,X)- PA(G,B,X)+PA(G,A,X))/3.	ALA0009
20	CONTINUE	ALA0010
10	CONTINUE	ALA0011
	RETURN	ALA0012
	END	ALA0013
C		ALA0014
	FUNCTION U(M,Q)	ALA0015
	V1=FLOAT(M)	ALA0016
	U=V1*Q	ALA0017
	RETURN	ALA0018
	END	ALA0019
C		ALA0020
	FUNCTION PA(Y,Z,X)	ALA0021
	YD1=SQRT(X*X+Z*Z)	ALA0022
	YD2=SQRT(YD1*YD1+Y*Y)	ALA0023
	PA=(ATAN(Y*Z/(X*YD2)))*2./3.- ATAN(Y/YD1)*X/YD1)/2.-(X*Y*Z/YD1**2	ALA0024

	1*YD2))*2./3.	ALA0025
	RETURN	ALA0026
	END	ALA0027
	<u>Alt program : ALAR2</u>	
	SUBROUTINE ALAR2(X,N,D,E,A,B,Q,FX,R)	ALA0001
	DIMENSION FX(N)	ALA0002
	DO 10 J=1,N	ALA0003
	Y=W(J,Q)	ALA0004
	G=D-Y	ALA0005
	F=G+E	ALA0006
	FX(J)=FX(J)+(AP(F,B,X)-AP(F,A,X)-	
	AP(G,B,X)+AP(G,A,X))/(3.*R)	ALA0007
10	CONTINUE	ALA0008
	RETURN	ALA0009
	END	ALA0010
C		ALA0011
	FUNCTION W(M,Q)	ALA0012
	V1=FLOAT(M)	ALA0013
	W=V1*Q	ALA0014
	RETURN	ALA0015
	END	ALA0016
C		ALA0017
	FUNCTION AP(Y,Z,X)	ALA0018
	YD1=SQRT(X*X+Z*Z)	ALA0019
	YD2=SQRT(YD1*YD1+Y*Y)	ALA0020
	AP=(ATAN(Y*Z/(X*YD2)))*2./3.-	
	ATAN(Y/YD1)*X/YD1)/2.-(X*Y*Z/YD1**2	ALA0021
	1*YD2))*2./3.	ALA0022
	RETURN	ALA0023
	END	ALA0024
	<u>Alt program : BLER</u>	
	SUBROUTINE BLER(G,F,A,B,NX,NZ,Q,FEB)	BLE0001
	DIMENSION FEB(NX,NZ)	BLE0002
	BZ=B/Q-1.	BLE0003
	NBZ=IFIX(BZ)	BLE0004
	DO 10 IZ=1,NBZ	BLE0005
	Z=0(IZ,Q)	BLE0006
	AB=A-Z	BLE0007
	IF(Z.GE.A) AB=0.	BLE0008
	BB=B-Z	BLE0009
	DO 20 IX=1,NX	BLE0010
	X=0(IX,Q)	BLE0011
	FEB(IX,IZ)=FEB(IX,IZ)+(BP(X,F,BB)-	
	BP(X,G,BB)-BP(X,F,AB)+BP(X,G,AB)	BLE0012
	1)/3.	BLE0013
20	CONTINUE	BLE0014
10	CONTINUE	BLE0015
	RETURN	BLE0016
	END	BLE0017
C		BLE0018
	FUNCTION O(M,Q)	BLE0019
	V1=FLOAT(M)	BLE0020
	O=V1*Q	BLE0021
	RETURN	BLE0022
	END	BLE0023

C	FUNCTION BP(X,Y,Z)	BLE0024
	YF1=SQRT(X*X+Y*Y)	BLE0025
	YF2=SQRT(YF1*YF1+Z*Z)	BLE0026
	BP=(X/YF2)*2./3.-(ATAN(Z/YF1)*X/YF1)/2.	BLE0027
	RETURN	BLE0028
	END	BLE0029
		BLE0030

Alt program : BLER2

	SUBROUTINE BLER2(N,M,H,C,A,B,FE,F,G,Q,NB)	BLE0001
	DIMENSION FE(N,M)	BLE0002
	DO 10 I=1,N	BLE0003
	X=R(I,Q)	BLE0004
	DO 20 J=1,NB	BLE0005
	Z=R(J,Q)	BLE0006
	BZ=(H-Z)*X/(C+X)	BLE0007
	AB=A-Z	BLE0008
	IF(Z.GE.A) AB=0.	BLE0009
	BB=B-Z	BLE0010
	P=AB	BLE0011
	IF(BZ.LE.AB) GOTO 30	BLE0012
	PU=BZ	BLE0013
	IF(BZ.GE.BB) PU=BB	BLE0014
	FE(I,J)=FE(I,J)+(PB(X,F,PU)-PB(X,G,PU)-	
	PB(X,F,AB)+PB(X,G,AB))/30.	BLE0015
	IF(BZ.GE.BB) GOTO 20	BLE0016
	P=BZ	BLE0017
30	FE(I,J)=FE(I,J)+(PB(X,F,BB)-PB(X,G,BB)-	
	PB(X,F,P)+PB(X,G,P))/3.	BLE0018
20	CONTINUE	BLE0019
10	CONTINUE	BLE0020
	RETURN	BLE0021
	END	BLE0022

C	FUNCTION R(M,Q)	BLE0023
	V1=FLOAT(M)	BLE0024
	R=V1*Q	BLE0025
	RETURN	BLE0026
	END	BLE0027
		BLE0028
		BLE0029

C	FUNCTION PB(X,Y,Z)	BLE0030
	YF1=SQRT(X*X+Y*Y)	BLE0031
	YF2=SQRT(YF1*YF1+Z*Z)	BLE0032
	PB=(X/YF2)*2./3.-(ATAN(Z/YF1)*X/YF1)/2.	BLE0033
	RETURN	BLE0034
	END	BLE0035

Alt program : GGA

C	A VE WP DUZLEMLERINDE E/LZ DAGILIMINI YOGUNLUK	
	GRAFIGI SEKLINDE	GGA0001
C	YAZDIRIR.	GGA0002
C		GGA0003
	SUBROUTINE GGA(A,N,M,NM,NFX,S,N1,N2,ZD,P,	
	MT)	GGA0004
	CHARACTER*3 STR1(1:11),STR2(1:11),	
	STR3(1:11)	GGA0005

	DIMENSION A(N1,N2),NFX(NM,NM),S(NM,NM),	
	ZD(NM),P(NM)	GGA0006
	DATA STR1(1:11) /" ", " ", " * ", " * ",	
	" * ", " * ", " **", "****",	GGA0007
	1"****", "MMM", " "/	GGA0008
	DATA STR2(1:11) /" * ", " **", " **", "****",	
	"****", "****", "****", "****",	GGA0009
	1"****", "MMM", " "/	GGA0010
	DATA STR3(1:11) /" ", " ", " ", " ",	
	" * ", " **", " **", " **",	GGA0011
	1"****", "MMM", " "/	GGA0012
C	MATRISIN MAKSIMUM ELEMENINI BULUR.	GGA0013
	B=A(1,1)	GGA0014
	DO 70 I=1,N	GGA0015
	DO 80 J=1,M	GGA0016
	IF(B-A(I,J)) 90,80,80	GGA0017
	90 B=A(I,J)	GGA0018
	80 CONTINUE	GGA0019
	70 CONTINUE	GGA0020
C	MATRISIN TUM ELEMENLARINI MAKSIMUMA BOLER,	
	YUVARLAR.	GGA0021
	DO 100 I=1,N	GGA0022
	DO 110 J=1,M	GGA0023
	S(I,J)=A(I,J)/B*10.	GGA0024
	110 CONTINUE	GGA0025
	100 CONTINUE	GGA0026
	CALL S6(N1,N2,S,NFX,NM,NM,NM)	GGA0027
C	SIFIRLARI ONBIR YAPAR.	GGA0028
	DO 120 I=1,N	GGA0029
	DO 130 J=1,M	GGA0030
	IF(NFX(I,J).EQ.0) NFX(I,J)=11	GGA0031
	130 CONTINUE	GGA0032
	120 CONTINUE	GGA0033
C	MATRISIN GRAFIGINI YAZDIRIR.	GGA0034
	J=1	GGA0035
	DO 170 I=1,M,2	GGA0036
	P(J)=ZD(I)	GGA0037
	J=J+1	GGA0038
	170 CONTINUE	GGA0039
	WRITE(6,10) (P(I),I=1,J-1)	GGA0040
	J=1	GGA0041
	DO 180 I=2,M,2	GGA0042
	P(J)=ZD(I)	GGA0043
	J=J+1	GGA0044
	180 CONTINUE	GGA0045
	IF(MT.EQ.0.) GOTO 202	GGA0046
	WRITE(6,20) (P(I),I=1,J-1)	GGA0047
	GOTO 203	GGA0048
	202 WRITE(6,204) (P(I),I=1,J-1)	GGA0049
	203 WRITE(6,30)	GGA0050
	WRITE(6,40)	GGA0051
	WRITE(6,50)	GGA0052
	DO 140 K=1,N	GGA0053
	WRITE(6,60) (STR1(NFX(K,L)),L=1,M)	GGA0054
	WRITE(6,150) ZD(K),(STR2(NFX(K,L)),L=1,M)	GGA0055
	WRITE(6,60) (STR3(NFX(K,L)),L=1,M)	GGA0056
	140 CONTINUE	GGA0057

	WRITE(6,50)	GGA0058
	WRITE(6,160)	GGA0059
	B=B*100	GGA0060
	WRITE(6,190)	GGA0061
	WRITE(6,200) B	GGA0062
	WRITE(6,201)	GGA0063
C		GGA0064
	10 FORMAT(6X,7(2X,1F4.2))	GGA0065
	20 FORMAT(6X,3X,6(" ",1X,1F4.2))	GGA0066
	30 FORMAT(6X,1X,13(2X," "))	GGA0067
	40 FORMAT(6X,43("-",),"YYY")	GGA0068
	50 FORMAT(6X," ",41X," ")	GGA0069
	60 FORMAT(6X," ",1X,13A3,1X," ")	GGA0070
	150 FORMAT(1X,1F4.2,"- ",1X,13A3,1X," ")	GGA0071
	160 FORMAT(6X,43("-",),/,3(6X,"X",/))	GGA0072
	190 FORMAT(3X,"-----",/,3X," MMM ")	GGA0073
	200 FORMAT(3X," MMM = MAKSIMUM = %",1F4.0)	GGA0074
	201 FORMAT(6X," MMM ",3X,"-----")	GGA0075
	204 FORMAT(6X,3X,6(" ",1X,1F4.2," ")	GGA0076
	RETURN	GGA0077
	END	GGA0078
	<u>Alt program : GGB</u>	
C	B VE B1 DUZLEMLERINDE E/LZ DAGILIMINI YOGUNLUK	
	GRAFIGI SEKLINDE	GGB0001
C	YAZDIRIR.	GGB0002
C		GGB0003
	SUBROUTINE GGB(A,N,M,NM,NFX,S,N1,N2,ZD,P,	
	MT)	GGB0004
	CHARACTER*3 STR1(1:11),STR2(1:11),	
	STR3(1:11)	GGB0005
	DIMENSION A(N1,N2),NFX(NM,NM),S(NM,NM),	
	ZD(NM),P(NM)	GGB0006
	DATA STR1(1:11) /" "," "," * "," * ",	
	" * "," * "," ***","***",	GGB0007
	1"***","MMM"," "/	GGB0008
	DATA STR2(1:11) /" * "," ***"," ***","***",	
	"***","***","***","***",	GGB0009
	1"***","MMM"," "/	GGB0010
	DATA STR3(1:11) /" "," "," "," ",	
	" * "," ***"," ***"," ***",	GGB0011
	1"***","MMM"," "/	GGB0012
C	MATRISIN MAKSIMUM ELEMENINI BULUR.	GGB0013
	B=A(1,1)	GGB0014
	DO 70 I=1,N	GGB0015
	DO 80 J=1,M	GGB0016
	IF(B-A(I,J)) 90,80,80	GGB0017
	90 B=A(I,J)	GGB0018
	80 CONTINUE	GGB0019
	70 CONTINUE	GGB0020
C	MATRISIN TUM ELEMENLARINI MAKSIMUMA BOLER,	
	YUVARLAR.	GGB0021
	DO 100 I=1,N	GGB0022
	DO 110 J=1,M	GGB0023
	S(I,J)=A(I,J)/B*10.	GGB0024
	110 CONTINUE	GGB0025
	100 CONTINUE	GGB0026

	CALL S6(N1,N2,S,NFX,NM,NM,NM)	GGB0027
C	SIFIRLARI ONBIR YAPAR.	GGB0028
	DO 120 I=1,N	GGB0029
	DO 130 J=1,M	GGB0030
	IF(NFX(I,J).EQ.0) NFX(I,J)=11	GGB0031
	130 CONTINUE	GGB0032
	120 CONTINUE	GGB0033
C	MATRISIN GRAFIGINI YAZDIRIR.	GGB0034
	WRITE(6,10)	GGB0035
	WRITE(6,20)	GGB0036
	WRITE(6,30)	GGB0037
	DO 140 L=1,M	GGB0038
	LO=M+1-L	GGB0039
	WRITE(6,40) (STR1(NFX(K,LO)),K=1,N)	GGB0040
	WRITE(6,50) ZD(LO),(STR2(NFX(K,LO)),K=1,N)	GGB0041
	WRITE(6,40) (STR3(NFX(K,LO)),K=1,N)	GGB0042
140	CONTINUE	GGB0043
	WRITE(6,30)	GGB0044
	WRITE(6,60)	GGB0045
	WRITE(6,150)	GGB0046
	J=1	GGB0047
	DO 180 I=1,N,2	GGB0048
	P(J)=ZD(I)	GGB0049
	J=J+1	GGB0050
180	CONTINUE	GGB0051
	IF(MT.EQ.0.) GOTO 203	GGB0052
	WRITE(6,160) (P(I),I=1,J-1)	GGB0053
	GOTO 204	GGB0054
203	WRITE(6,205) (P(I),I=1,J-1)	GGB0055
204	J=1	GGB0056
	DO 190 I=2,N,2	GGB0057
	P(J)=ZD(I)	GGB0058
	J=J+1	GGB0059
190	CONTINUE	GGB0060
	WRITE(6,170) (P(I),I=1,J-1)	GGB0061
	B=B*100	GGB0062
	WRITE(6,200)	GGB0063
	WRITE(6,201) B	GGB0064
	WRITE(6,202)	GGB0065
C		GGB0066
	10 FORMAT(2(6X,"Z",/),6X,"Z")	GGB0067
	20 FORMAT(6X,64("-"))	GGB0068
	30 FORMAT(6X," ",62X," ")	GGB0069
	40 FORMAT(6X," ",1X,20A3,1X," ")	GGB0070
	50 FORMAT(1X,1F4.2,"- ",1X,20A3,1X," ")	GGB0071
	60 FORMAT(7X,64("-"),"XXX")	GGB0072
	150 FORMAT(6X,1X,20(2X," "))	GGB0073
	160 FORMAT(6X,1X,10(1X,1F4.2," "))	GGB0074
	170 FORMAT(6X,3X,10(2X,1F4.2))	GGB0075
	200 FORMAT(/,3X,"-----",/,3X," MMM ")	GGB0076
	201 FORMAT(3X," MMM = MAKSIMUM = %",1F4.0)	GGB0077
	202 FORMAT(6X," MMM ",3X,"-----")	GGB0078
	205 FORMAT(6X,1X,9(1X,1F4.2," "),1X,1F4.2)	GGB0079
	RETURN	GGB0080
	END	GGB0081

Alt program : GGC

```
C C DUZLEMINDE E/LZ DAGILIMINI YOGUNLUK GRAFIGI
SEKLİNDE GGC0001
C YAZDIRIR. GGC0002
C GGC0003

SUBROUTINE GGC(A,N,M,NM,NFX,S,N1,N2,ZD,P,
MT) GGC0004
CHARACTER*3 STR1(1:11),STR2(1:11),
STR3(1:11) GGC0005
DIMENSION A(N1,N2),NFX(NM,NM),S(NM,NM),
ZD(NM),P(NM) GGC0006
DATA STR1(1:11) /"  ", "  ", "  ", " * ", " * ",
" * ", " * ", " * ", " * ", " * ",
1"***", "MMM", "  " / GGC0007
DATA STR2(1:11) /" * ", " * ", " * ", " * ", " * ",
" * ", " * ", " * ", " * ", " * ",
1"***", "MMM", "  " / GGC0008
DATA STR3(1:11) /"  ", "  ", "  ", "  ", "  ",
" * ", " * ", " * ", " * ", " * ",
1"***", "MMM", "  " / GGC0011
C MATRISIN MAKSİMUM ELEMİNINI BULUR. GGC0012
B=A(1,1) GGC0013
DO 70 I=1,N GGC0014
DO 80 J=1,M GGC0015
IF(B-A(I,J)) 90,80,80 GGC0016
90 B=A(I,J) GGC0017
80 CONTINUE GGC0018
70 CONTINUE GGC0019
C MATRISIN TUM ELEMİNLERİNİ MAKSİMUMA BÖLER, GGC0020
YUVARLAR. GGC0021
DO 100 I=1,N GGC0022
DO 110 J=1,M GGC0023
S(I,J)=A(I,J)/B*10. GGC0024
110 CONTINUE GGC0025
100 CONTINUE GGC0026
CALL S6(N1,N2,S,NFX,NM,NM,NM) GGC0027
C SIFIRLARI ONBİR YAPAR. GGC0028
DO 120 I=1,N GGC0029
DO 130 J=1,M GGC0030
IF(NFX(I,J).EQ.0) NFX(I,J)=11 GGC0031
130 CONTINUE GGC0032
120 CONTINUE GGC0033
C MATRISIN GRAFIGİNİ YAZDIRIR. GGC0034
WRITE(6,10) GGC0035
WRITE(6,20) GGC0036
WRITE(6,30) GGC0037
DO 140 L=1,M GGC0038
LO=M+1-L GGC0039
WRITE(6,40) (STR1(NFX(K,LO)),K=1,N) GGC0040
WRITE(6,50) ZD(LO),(STR2(NFX(K,LO)),K=1,N) GGC0041
WRITE(6,40) (STR3(NFX(K,LO)),K=1,N) GGC0042
140 CONTINUE GGC0043
WRITE(6,30) GGC0044
WRITE(6,60) GGC0045
WRITE(6,150) GGC0046
J=1 GGC0047
```

DO 180 I=1,N,2	GGC0048
P(J)=ZD(I)	GGC0049
J=J+1	GGC0050
180 CONTINUE	GGC0051
IF(MT.EQ.0.) GOTO 203	GGC0052
WRITE(6,160) (P(I),I=1,J-1)	GGC0053
GOTO 204	GGC0054
203 WRITE(6,205) (P(I),I=1,J-1)	GGC0055
204 J=1	GGC0056
DO 190 I=2,N,2	GGC0057
P(J)=ZD(I)	GGC0058
J=J+1	GGC0059
190 CONTINUE	GGC0060
WRITE(6,170) (P(I),I=1,J-1)	GGC0061
B=B*100	GGC0062
WRITE(6,200)	GGC0063
WRITE(6,201) B	GGC0064
WRITE(6,202)	GGC0065
C	GGC0066
10 FORMAT(2(6X,"Z",/),6X,"Z")	GGC0067
20 FORMAT(6X,43("-"))	GGC0068
30 FORMAT(6X," ",41X," ")	GGC0069
40 FORMAT(6X," ",1X,13A3,1X," ")	GGC0070
50 FORMAT(1X,1F4.2,"- ",1X,13A3,1X," ")	GGC0071
60 FORMAT(7X,43("-"),"YYY")	GGC0072
150 FORMAT(6X,1X,13(2X," "))	GGC0073
160 FORMAT(6X,1X,7(1X,1F4.2," "))	GGC0074
170 FORMAT(6X,3X,6(2X,1F4.2))	GGC0075
200 FORMAT(/,3X,"-----",/,3X," MMM ")	GGC0076
201 FORMAT(3X," MMM = MAKSIMUM = %",1F4.0)	GGC0077
202 FORMAT(6X," MMM ",3X,"-----")	GGC0078
205 FORMAT(6X,1X,6(1X,1F4.2," "),1X,1F4.2)	GGC0079
RETURN	GGC0080
END	GGC0081

Alt program : S5

SUBROUTINE S5(N,M,FE,NFX,NM)	S5 0001
DIMENSION FE(N,M),NFX(NM,NM)	S5 0002
DO 10 I=1,N	S5 0003
DO 20 J=1,M	S5 0004
F=FE(I,J)*100.	S5 0005
NF=IFIX(F)	S5 0006
AF=F-NF	S5 0007
IF(AF.GE.0.5) NF=NF+1	S5 0008
NFX(I,J)=NF	S5 0009
20 CONTINUE	S5 0010
10 CONTINUE	S5 0011
RETURN	S5 0012
END	S5 0013

Alt program : S6

SUBROUTINE S6(N,M,FE,NFX,NM,N1,N2)	S6 0001
DIMENSION FE(N1,N2),NFX(NM,NM)	S6 0002
DO 10 I=1,N	S6 0003
DO 20 J=1,M	S6 0004
F=FE(I,J)	S6 0005
NF=IFIX(F)	S6 0006

AF=F-NF	S6 0007
IF(AF.GE.0.5) NF=NF+1	S6 0008
NFX(I,J)=NF	S6 0009
20 CONTINUE	S6 0010
10 CONTINUE	S6 0011
RETURN	S6 0012
END	S6 0013

Alt program : SIM2

C	SIMPSON (+TRAPEZ) ENTEGRAL	SIM0001
	SUBROUTINE SIM2(NO,N,M,AY,AS,AT,Q,NM)	SIM0002
	DIMENSION AY(NM)	SIM0003
	ASP1=0.	SIM0004
	ASP2=0.	SIM0005
	AT=0.	SIM0006
	NA=N	SIM0007
	IF(M.EQ.0.) GOTO 10	SIM0008
	NA=N-1	SIM0009
	AT=(AY(N)+AY(NA))*Q/2.	SIM0010
10	ASP=AY(NO)+AY(NA)	SIM0011
	DO 20 K1=NO+1,NA-1,2	SIM0012
	ASP1=ASP1+4.*AY(K1)	SIM0013
20	CONTINUE	SIM0014
	DO 30 K2=NO+2,NA-2,2	SIM0015
	ASP2=ASP2+2.*AY(K2)	SIM0016
30	CONTINUE	SIM0017
	AS=Q*(ASP+ASP1+ASP2)/3.	SIM0018
	RETURN	SIM0019
	END	SIM0020

Alt program : SUB1

C	BIRBIRINE DIK DUZLEMLERDE YANSIMA HESAPLAR.	SUB0001
	SUBROUTINE SUB1(NO1,N1,NO12,N12,NO22,N22,	SUB0002
	NO3,N3,M2,M3,D3,D4,S,T,ZL	SUB0003
	1,EA,Q,RO,EAB,NM,NJ,AY,AB1,AB)	
	DIMENSION EA(NI,NJ),AB(NM,NM),AB1(NM),	
	AY(NM),EAB(NM,NM)	SUB0004
	PI=3.141592654	SUB0005
	DO 10 I1=NO1,N1	SUB0006
	X=VK(I1,Q)	SUB0007
	IF(S.NE.0.) X=S-X	SUB0008
	DO 20 I2=NO12,N12	SUB0009
	YY=VK(I2,Q)	SUB0010
	DO 30 I3=NO22,N22	SUB0011
	Y=VK(I3,Q)	SUB0012
	Y1=YY-Y	SUB0013
	DO 40 I4=NO3,N3	SUB0014
	Z=VK(I4,Q)	SUB0015
	IF(T.NE.0.) Z=T-Z	SUB0016
	IF(ZL.NE.0.) Z=Z-ZL	SUB0017
	IF(D3.NE.0.) GOTO 43	SUB0018
	AB(I3,I4)=X*Z*EA(I3,I4)/UB1(X,Y1,Z)	SUB0019
	GOTO 40	SUB0020
43	AB(I4,I3)=X*Z*EA(I4,I3)/UB1(X,Y1,Z)	SUB0021
40	CONTINUE	SUB0022
30	CONTINUE	SUB0023
	DO 50 I4=NO3,N3	SUB0024

IF(D3.NE.0.) GOTO 51	SUB0025
DO 52 I3=N022,N22	SUB0026
AB1(I3)=AB(I3,I4)	SUB0027
52 CONTINUE	SUB0028
GOTO 53	SUB0029
51 DO 54 I3=N022,N22	SUB0030
AB1(I3)=AB(I4,I3)	SUB0031
54 CONTINUE	SUB0032
53 CALL SIM2(N022,N22,M2,AB1,S1,T1,Q,NM)	SUB0033
AY(I4)=S1+T1	SUB0034
50 CONTINUE	SUB0035
CALL SIM2(N03,N3,M3,AY,SS,TT,Q,NM)	SUB0036
IF(D4.NE.0.) GOTO 21	SUB0037
EAB(I2,I1)=(SS+TT)*R0/PI	SUB0038
GOTO 20	SUB0039
21 EAB(I1,I2)=(SS+TT)*R0/PI	SUB0040
20 CONTINUE	SUB0041
10 CONTINUE	SUB0042
RETURN	SUB0043
END	SUB0044
C	SUB0045
FUNCTION VK(M,Q)	SUB0046
V1=FLOAT(M)	SUB0047
VK=V1*Q	SUB0048
RETURN	SUB0049
END	SUB0050
C	SUB0051
FUNCTION UB1(X,Y,Z)	SUB0052
UB1=(X*X+Y*Y+Z*Z)**2	SUB0053
RETURN	SUB0054
END	SUB0055
<u>Alt program : SUB2</u>	
C PARALEL DUZLEMLERDE YANSIMA HESAPLAR.	SUB0001
SUBROUTINE SUB2(N1,N2,M1,M2,S,EA,Q,R0,EAB,	SUB0002
NI,NJ,NM,AY, AB1,AB)	
DIMENSION AB(NM,NM),AB1(NM),AY(NM),	SUB0003
EA(NI,NJ),EAB(NM,NM)	SUB0004
PI=3.141592654	SUB0005
DO 10 I1=1,N1	SUB0006
XX=VH(I1,Q)	SUB0007
DO 20 I2=1,N2	SUB0008
YY=VH(I2,Q)	SUB0009
DO 30 I3=1,N2	SUB0010
Y=VH(I3,Q)	SUB0011
Y1=YY-Y	SUB0012
DO 40 I4=1,N1	SUB0013
X=VH(I4,Q)	SUB0014
X1=XX-X	SUB0015
AB(I3,I4)=S*S*EA(I3,I4)/UB2(X1,Y1,Z)	SUB0016
40 CONTINUE	SUB0017
30 CONTINUE	SUB0018
DO 50 I4=1,N1	SUB0019
DO 60 I3=1,N2	SUB0020
AB1(I3)=AB(I3,I4)	SUB0021
60 CONTINUE	SUB0022
CALL SIM2(1,N2,M2,AB1,S1,T1,Q,NM)	

AY(I4)=S1+T1	SUB0023
50 CONTINUE	SUB0024
CALL SIM2(1,N1,M1,AY,SS,TT,Q,NM)	SUB0025
EAB(I2,I1)=(SS+TT)*RO/PI	SUB0026
20 CONTINUE	SUB0027
10 CONTINUE	SUB0028
RETURN	SUB0029
END	SUB0030
C	SUB0031
FUNCTION VH(M,Q)	SUB0032
V1=FLOAT(M)	SUB0033
VH=V1*Q	SUB0034
RETURN	SUB0035
END	SUB0036
C	SUB0037
FUNCTION UB2(X,Y,Z)	SUB0038
UB2=(X*X+Y*Y+Z*Z)**2	SUB0039
RETURN	SUB0040
END	SUB0041

Alt program : SUB3

C	IKI MATRISI TOPLAR, GEREKIYORSA IKINCISINI	
	SIFIRLAR	SUB0001
	SUBROUTINE SUB3(ABC,FX,Y,N,M,N1,N3,N4,D7)	SUB0002
	DIMENSION ABC(N1,N1),FX(N3,N4)	SUB0003
	DO 10 I=1,N	SUB0004
	DO 20 J=1,M	SUB0005
	ABC(I,J)=ABC(I,J)+FX(I,J)	SUB0006
	IF(D7.NE.0.) GOTO 20	SUB0007
	FX(I,J)=0.	SUB0008
20	CONTINUE	SUB0009
10	CONTINUE	SUB0010
	RETURN	SUB0011
	END	SUB0012

Alt program : SUB4

	SUBROUTINE SUB4(D6,A,B,D,E,ZL,NAQ,NBQ,NDQ,	
	NEQ,MEQ,MBQ,Q)	SUB0001
	AQ=A/Q	SUB0002
	IF(D6.NE.0.) GOTO 650	SUB0003
	IF(ZL.GE.A) AQ=ZL/Q	SUB0004
650	IAQ=IFIX(AQ)	SUB0005
	NAQ=IAQ+1	SUB0006
	BQ=B/Q	SUB0007
	NBQ=IFIX(BQ)	SUB0008
	DQ=D/Q	SUB0009
	IDQ=IFIX(DQ)	SUB0010
	NDQ=IDQ+1	SUB0011
	ED=E+D	SUB0012
	EDQ=ED/Q	SUB0013
	NEQ=IFIX(EDQ)	SUB0014
	N=NEQ-NDQ+1	SUB0015
	CALL TEKMI(N,MEQ)	SUB0016
	N=NBQ-NAQ+1	SUB0017
	CALL TEKMI(N,MBQ)	SUB0018
	RETURN	SUB0019
	END	SUB0020

Alt program : TEKMI

C	N'	NIN TEK MI, CIFT MI OLDUGUNU BULUR.	TEK0001
		SUBROUTINE TEKMI(N,M)	TEK0002
		E=N/2.	TEK0003
		IE=IFIX(E)	TEK0004
		EK=IE*2.	TEK0005
		M=1	TEK0006
		IF(N.NE.EK) M=0	TEK0007
		RETURN	TEK0008
		END	TEK0009

Alt program : TEM

		SUBROUTINE TEM(X,N)	TEM0001
		DIMENSION X(N,N)	TEM0002
		DO 10 I=1,N	TEM0003
		DO 20 J=1,N	TEM0004
		X(I,J)=0.	TEM0005
20		CONTINUE	TEM0006
10		CONTINUE	TEM0007
		RETURN	TEM0008
		END	TEM0009

Alt program : W5

		SUBROUTINE W5(NA,NX,NY,ZD,NM)	W5 0001
		DIMENSION NA(NM,NM),ZD(NM)	W5 0002
		WRITE(6,10) (ZD(I),I=1,NY)	W5 0003
		WRITE(6,20)	W5 0004
		WRITE(6,30)	W5 0005
		DO 80 I=1,NX	W5 0006
		WRITE(6,40)	W5 0007
		WRITE(6,50) (NA(I,J),J=1,NY)	W5 0008
		WRITE(6,60) ZD(I)	W5 0009
80		CONTINUE	W5 0010
		WRITE(6,40)	W5 0011
		WRITE(6,70)	W5 0012
C			W5 0013
10		FORMAT(6X,3X,13(1X,1F4.2))	W5 0014
20		FORMAT(6X,1X,13(" "))	W5 0015
30		FORMAT(6X,71("-"),"YYY")	W5 0016
40		FORMAT(2(6X," ",69X," ",/),6X," ",69X," ")	W5 0017
50		FORMAT(6X," ",2X,13(1X,1I4),2X," ")	W5 0018
60		FORMAT(1X,1F4.2,"- ",13(4X,"."),4X," ")	W5 0019
70		FORMAT(6X," ",69X," ",/ ,6X,71("-"),/ ,	
		2(6X,"X",/),6X,"X")	W5 0020
		RETURN	W5 0021
		END	W5 0022

Alt program : W5B

		SUBROUTINE W5B(NB,NX,NZ,ZD,NM)	W5B0001
		DIMENSION NB(NM,NM),ZD(NM)	W5B0002
		WRITE(6,5)	W5B0003
		WRITE(6,30)	W5B0004
		DO 80 L=1,NZ	W5B0005
		J=NZ+1-L	W5B0006
		WRITE(6,40)	W5B0007
		WRITE(6,50) (NB(I,J),I=1,NX)	W5B0008

	WRITE(6,60) ZD(J)	W5B0009
80	CONTINUE	W5B0010
	WRITE(6,40)	W5B0011
	WRITE(6,70)	W5B0012
	WRITE(6,90)	W5B0013
	WRITE(6,100) (ZD(I),I=1,NX)	W5B0014
C		W5B0015
	5 FORMAT(2(6X,"Z",/),6X,"Z")	W5B0016
	30 FORMAT(6X,106("-"))	W5B0017
	40 FORMAT(2(6X," ",104X," ",/),6X," ",104X," ")	W5B0018
	50 FORMAT(6X," ",2X,20(1X,1I4),2X," ")	W5B0019
	60 FORMAT(1X,1F4.2,"- ",20(4X,"."),4X," ")	W5B0020
	70 FORMAT(6X," ",104X," ",/,6X,106("-"),/, "XXX")	W5B0021
	90 FORMAT(6X,1X,20(" "))	W5B0022
100	FORMAT(6X,3X,20(1X,1F4.2))	W5B0023
	RETURN	W5B0024
	END	W5B0025
	<u>Alt program : W5C</u>	
	SUBROUTINE W5C(NC,NY,NZ,ZD,NM)	W5C0001
	DIMENSION NC(NM,NM),ZD(NM)	W5C0002
	WRITE(6,5)	W5C0003
	WRITE(6,30)	W5C0004
	DO 80 L=1,NZ	W5C0005
	J=NZ+1-L	W5C0006
	WRITE(6,40)	W5C0007
	WRITE(6,50) (NC(I,J),I=1,NY)	W5C0008
	WRITE(6,60) ZD(J)	W5C0009
80	CONTINUE	W5C0010
	WRITE(6,40)	W5C0011
	WRITE(6,70)	W5C0012
	WRITE(6,90)	W5C0013
	WRITE(6,100) (ZD(I),I=1,NY)	W5C0014
C		W5C0015
	5 FORMAT(2(6X,"Z",/),6X,"Z")	W5C0016
	30 FORMAT(6X,71("-"))	W5C0017
	40 FORMAT(2(6X," ",69X," ",/),6X," ",69X," ")	W5C0018
	50 FORMAT(6X," ",2X,13(1X,1I4),2X," ")	W5C0019
	60 FORMAT(1X,1F4.2,"- ",13(4X,"."),4X," ")	W5C0020
	70 FORMAT(6X," ",69X," ",/,6X,71("-"),/, "YYY")	W5C0021
	90 FORMAT(6X,1X,13(" "))	W5C0022
100	FORMAT(6X,3X,13(1X,1F4.2))	W5C0023
	RETURN	W5C0024
	END	W5C0025

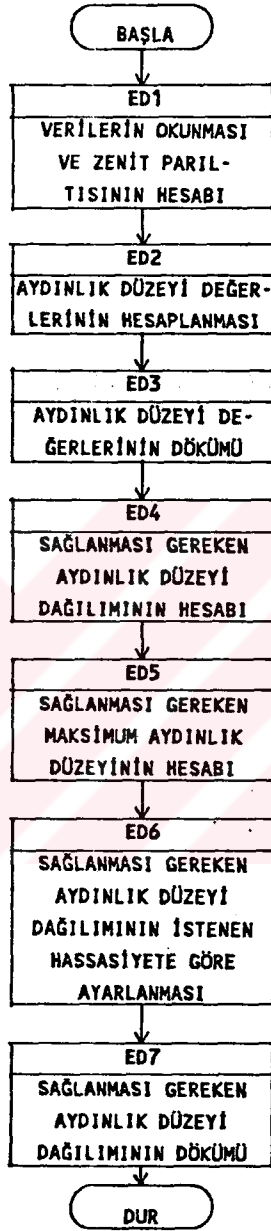
EK H

EDEG PROGRAMININ AKIŞ DİYAGRAMI

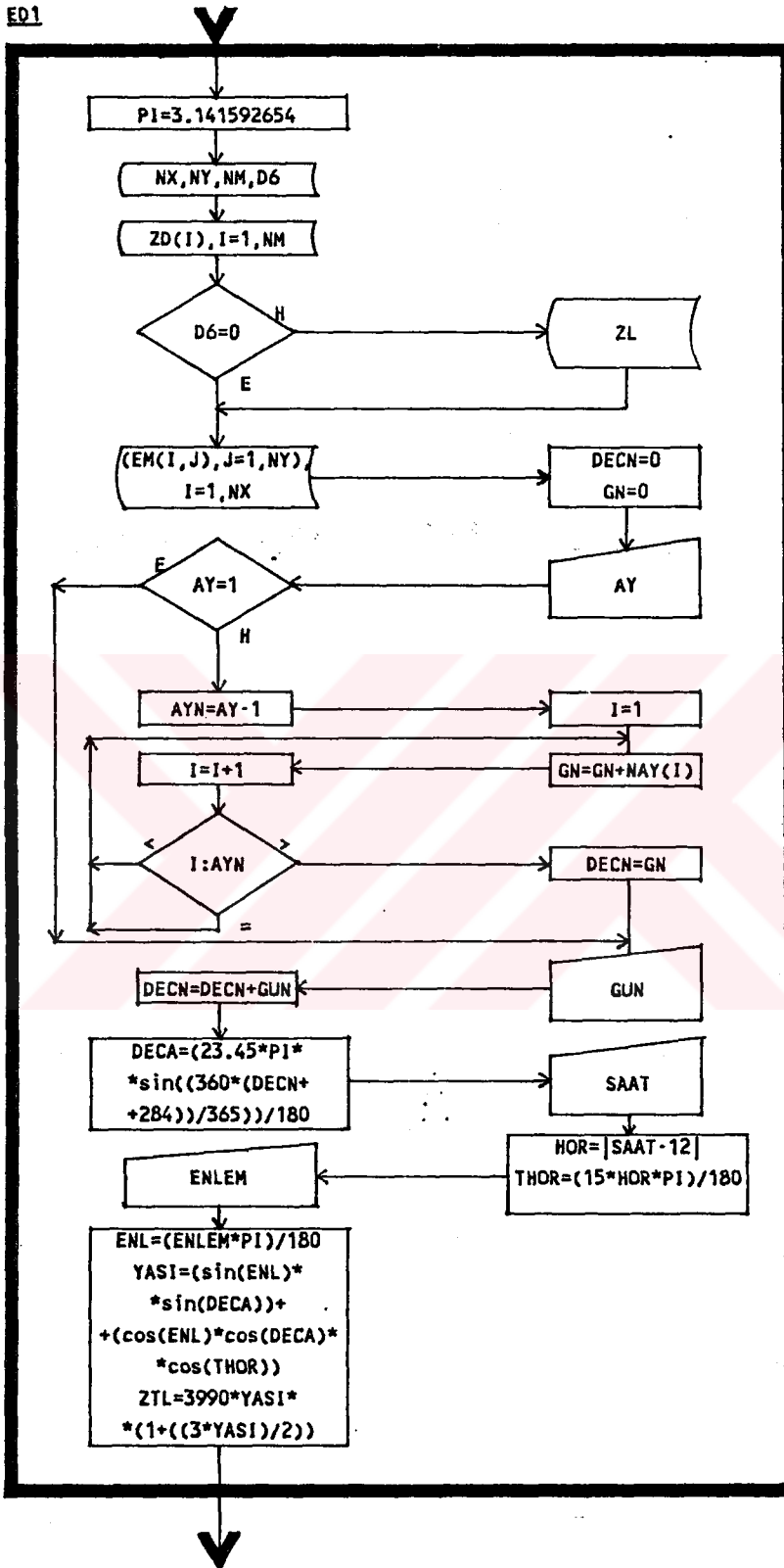
EDEG programının akış diyagramı için de EK F' de ELZET programının akış diyagramı için anlatılanlar geçerlidir. Programın akış diyagramı, yine ANSI standartlarına göre ve bloklar halinde verilmiş, program parçalarının detayları ayrı ayrı bloklarda akış diyagramları halinde belirtilmiş ve açıklamalar bu ekin sonunda gösterilmişlerdir.



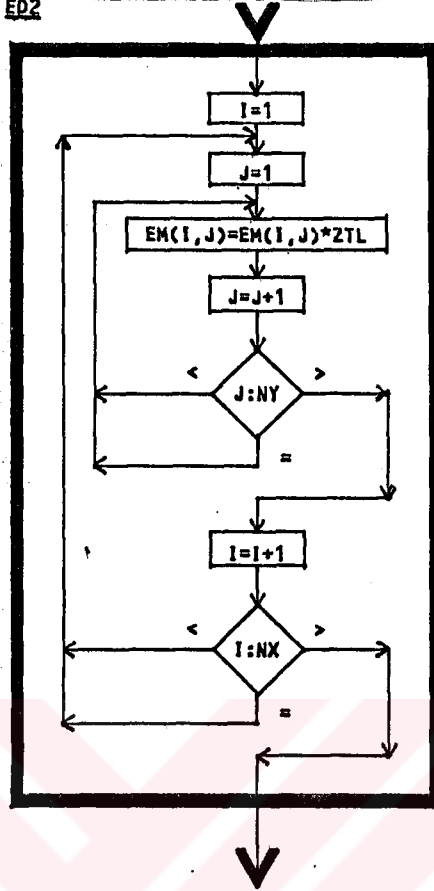
EDEG



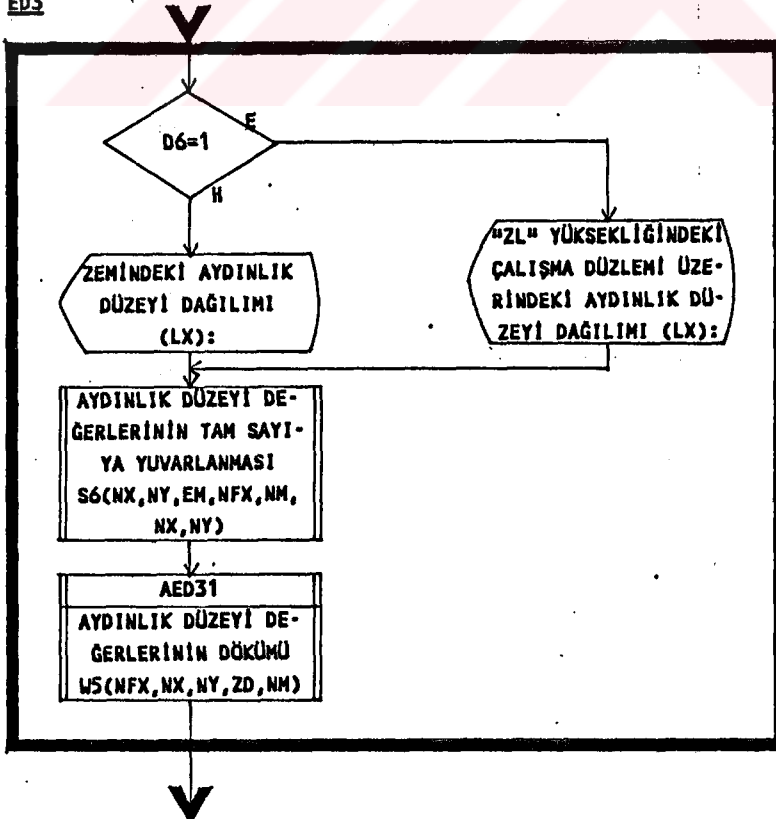
ED1



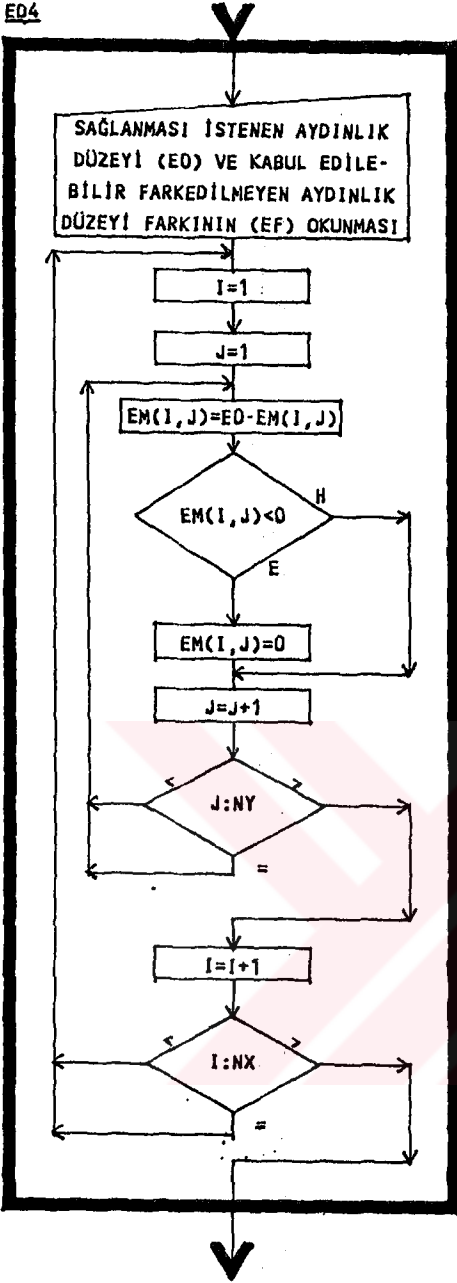
ED2



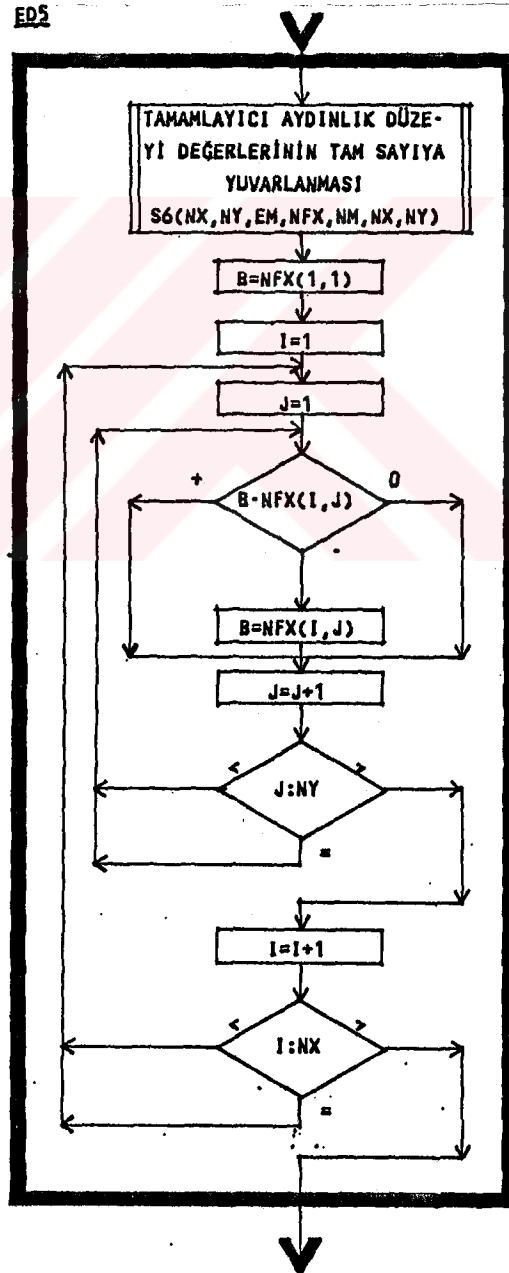
ED3



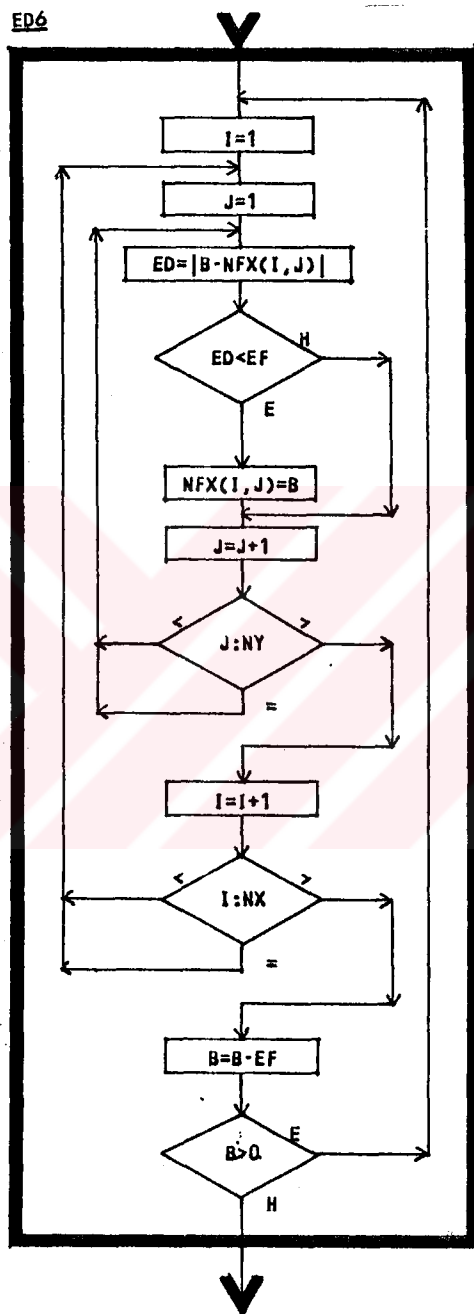
ED4



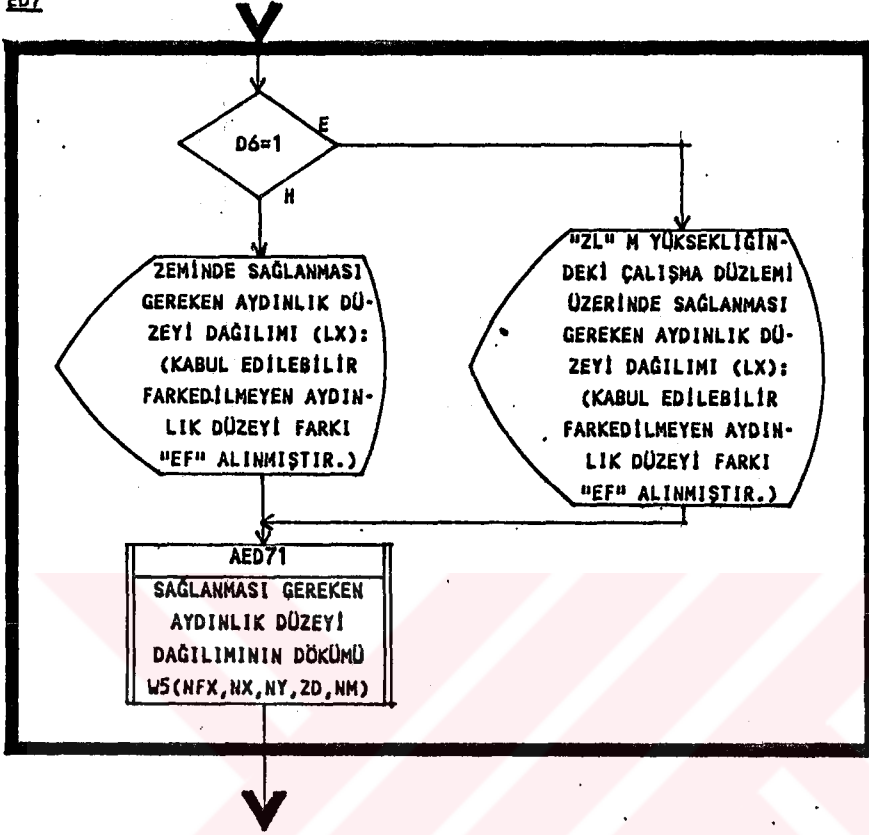
ED5



ED6



ED7



AED31 : Aydınlik düzeyi değerlerinin dökümü

W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)

(W5 alt programı, odanın planını çizip, çalışma düzleminde bulunan aydınlık düzeyi değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)

AED71 : Sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerlerinin dökümü

W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)

(W5 alt programı, odanın planını çizip, çalışma düzleminde bulunan, yapay ışık tarafından sağlanması gereken aydınlık düzeyi değerlerini, Q tarama aralığı ile, bu çizim içerisine yerleştirir.)

EK I
EDEG PROGRAMI DÖKÜMÜ

Ana program :EDEG

	DIMENSION EM(20,13),NFX(20,20),NAY(11),	
	ZD(20)	EDE0001
	DATA (NAY(I),I=1,11)/31,28,31,30,31,30,31,	
	31,30,31,30/	EDE0002
	PI=3.141592654	EDE0003
	READ(5,2001)NX,NY,NM,D6	EDE0004
	READ(5,2002)(ZD(I),I=1,NM)	EDE0005
	IF(D6.EQ.0.) GOTO 10	EDE0006
	READ(5,2003) ZL	EDE0007
	10 READ(5,2004)((EM(I,J),J=1,NY),I=1,NX)	EDE0008
C		EDE0009
C	ZENIT PARILTISINI HESAPLAR.	EDE0010
	DECN=0.	EDE0011
	GN=0.	EDE0012
	WRITE(15,2015)	EDE0013
	READ(15,*) AY	EDE0014
	IF(AY.EQ.1.) GOTO 20	EDE0015
	AYN=AY-1	EDE0016
	DO 30 I=1,AYN	EDE0017
	GN=GN+NAY(I)	EDE0018
30	CONTINUE	EDE0019
	DECN=GN	EDE0020
20	WRITE(15,2016)	EDE0021
	READ(15,*) GUN	EDE0022
	DECN=DECN+GUN	EDE0023
	DECA=23.45*PI/180.*SIN(2*PI/365*(DECN+284))	EDE0024
	WRITE(15,2017)	EDE0025
	READ(15,*) SAAT	EDE0026
	HOR=ABS(SAAT-12.)	EDE0027
	THOR=15.*HOR*PI/180.	EDE0028
	WRITE(15,2018)	EDE0029
	READ(15,*) ENLEM	EDE0030
	ENL=ENLEM*PI/180.	EDE0031
	YASI=SIN(ENL)*SIN(DECA)+COS(ENL)*COS(DECA)*	
	COS(THOR)	EDE0032
	ZTL=3990.*YASI*(1.+3.*YASI/2.)	EDE0033
	IF(ZTL.LT.0.) ZTL=0.	EDE0034
	IAY=IFIX(AY)	EDE0035
	IGUN=IFIX(GUN)	EDE0036
	WRITE(15,2013) IAY,IGUN,SAAT,ZTL	EDE0037

C		EDE0038
C	AYDINLIK DUZEYI DEGERLERINI HESAPLAR.	EDE0039
	DO 40 I=1,NX	EDE0040
	DO 50 J=1,NY	EDE0041
	EM(I,J)=EM(I,J)*ZTL	EDE0042
	50 CONTINUE	EDE0043
	40 CONTINUE	EDE0044
C		EDE0045
C	AYDINLIK DUZEYI DEGERLERINI YAZDIRIR.	EDE0046
	IF(D6.EQ.1.) GOTO 60	EDE0047
	WRITE(6,2009)	EDE0048
	GOTO 70	EDE0049
	60 WRITE(6,2010) ZL	EDE0050
	70 CALL S6(NX,NY,EM,NFX,NM,NX,NY)	EDE0051
	CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	EDE0052
C		EDE0053
C	SAGLANMASI GEREKEN AYDINLIK DUZEYI DAGILIMINI HESAPLAR.	EDE0054
	WRITE(15,2019)	EDE0055
	READ(15,*) EO,EF	EDE0056
	DO 80 I=1,NX	EDE0057
	DO 90 J=1,NY	EDE0058
	EM(I,J)=EO-EM(I,J)	EDE0059
	IF(EM(I,J).LT.0.) EM(I,J)=0.	EDE0060
	90 CONTINUE	EDE0061
	80 CONTINUE	EDE0062
C		EDE0063
C	SAGLANMASI GEREKEN MAKSIMUM AYDINLIK DUZEYI DEGERINI BULUR.	EDE0064
	CALL S6(NX,NY,EM,NFX,NM,NX,NY)	EDE0065
	B=NFX(1,1)	EDE0066
	DO 100 I=1,NX	EDE0067
	DO 110 J=1,NY	EDE0068
	IF(B-NFX(I,J))120,110,110	EDE0069
	120 B=NFX(I,J)	EDE0070
	110 CONTINUE	EDE0071
	100 CONTINUE	EDE0072
C		EDE0073
C	SAGLANMASI GEREKEN AYDINLIK DUZEYI DAGILIMINI EF YE GORE DUZENLER.	EDE0074
	150 DO 130 I=1,NX	EDE0075
	DO 140 J=1,NY	EDE0076
	IF(NFX(I,J).EQ.0.) GOTO 140	EDE0077
	ED=ABS(B-NFX(I,J))	EDE0078
	IF(ED.LT.EF) NFX(I,J)=B	EDE0079
	140 CONTINUE	EDE0080
	130 CONTINUE	EDE0081
	B=B-EF	EDE0082
	IF(B.GT.0.) GOTO 150	EDE0083
C		EDE0084
C	SAGLANMASI GEREKEN AYDINLIK DUZEYI DAGILIMINI YAZDIRIR.	EDE0085
	IF(D6.EQ.1.) GOTO 160	EDE0086
	WRITE(6,2012) EF	EDE0087
	GOTO 170	EDE0088
	160 WRITE(6,2020) ZL,EF	EDE0089
	170 CALL W5(NFX,NX,NY,ZD,NM)	EDE0090

GOTO 2000	EDE0091
C	EDE0092
2001 FORMAT(3I10,1F10.0)	EDE0093
2002 FORMAT(8F10.3)	EDE0094
2003 FORMAT(1F10.4)	EDE0095
2004 FORMAT(10F12.8)	EDE0096
2005 FORMAT(1F10.0)	EDE0097
2006 FORMAT(1F10.0)	EDE0098
2007 FORMAT(1F10.4)	EDE0099
2008 FORMAT(1F10.4)	EDE0100
2009 FORMAT(" ZEMINDEKI AYDINLIK DUZEYI DAGILIMI (LX):")	EDE0101
2010 FORMAT(1H1,1X,1F6.2,"M YUKSEKLIGINDEKI CALISMA DUZLEMI UZERINDE AY 1DINLIK DUZEYI DAGILIMI (LX):")	EDE0102 EDE0103
2011 FORMAT(2F10.2)	EDE0104
2012 FORMAT(1H1," ZEMINDE SAGLANMASI GEREKEN AYDINLIK DUZEYI DAGILIMI (1LX):",/,," (KABUL EDILEBILIR RAHATSIZ ETMEYEN AYDINLIK DUZEYI FARKI 1:",1F6.2," ALINMISTIR.)")	EDE0105 EDE0106 EDE0107
2013 FORMAT(1X,1I2,"INCI AYIN ",1I2,"INCI GUNUNDE, SAAT ",1F5.2," DE", 1/,," ZENIT PARILTISI= ",1F10.2)	EDE0112 EDE0113
2015 FORMAT(" AYDINLIK DUZEYI DAGILIMLARINI HANGI AY ICIN GORMEK ISTIYO 1RSUNUZ?",/,," OCAK 1. AY OLMAK UZERE, SAYISAL OLARAK YAZINIZ.")	EDE0114 EDE0115
2016 FORMAT(" AYDINLIK DUZEYI DAGILIMLARINI SOZ KONUSU AYIN HANGI GUNU 1ICIN",/,," GORMEK ISTIYORSUNUZ?")	EDE0116 EDE0117
2017 FORMAT(" AYDINLIK DUZEYI DAGILIMLARINI SOZ KONUSU GUNUN HANGI SAAT 1I ICIN",/,," GORMEK ISTIYORSUNUZ?",/,," 1.00 ILE 24.00 ARASINDA BIR 1SAATI SECINIZ.")	EDE0118 EDE0119 EDE0120
2018 FORMAT(" ICERISINDE AYDINLIK DUZEYI DAGILIMLARI HESAPLANAN BINANIN 1 BULUNDUGU",/,," SEHIRIN ENLEM DERECESINI YAZINIZ.")	EDE0121 EDE0122
2019 FORMAT(" TASARIM KONUSU OLAN HACIMDE SAGLANMASI ISTENEN ORTALAMA A 1YDINLIK DUZEYINI (EO)",/,," VE BU AYDINLIK DUZEYI ALTINDA, KABUL ED 1ILEBILIR RAHATSIZ ETMEYEN AYDINLIK DUZEYI", /,," FARKINI (EF) YAZINI 1Z.")	EDE0123 EDE0124 EDE0125 EDE0126
2020 FORMAT(1H1,1X,1F6.2,"M YUKSEKLIGINDEKI CALISMA DUZLEMI UZERINDE SA 1GLANMASI GEREKEN",/,," AYDINLIK DUZEYI DAGILIMI (LX) :/,," (KABUL 1EDILEBILIR RAHATSIZ ETMEYEN AYDINLIK DUZEYI FARKI:",1F6.2," ALINMI 1STIR.)")	EDE0108 EDE0109 EDE0110 EDE0111
2000 STOP	EDE0127
END	EDE0128

ÖZGEÇMİŞ

1956 yılının Ocak ayında İstanbul' da doğdu. İlk öğrenimini aynı yerde yaptıktan sonra girdiği İstanbul Alman Lisesinden 1974' de mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Temel Bilimler Fakültesi Matematik Mühendisliği Bölümüne girdi. 1975' de İ.T.Ü. Elektrik Fakültesine geçti. 1979' da enerji bölümünden mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Elektrik Fakültesinde lisans üstü eğitime başladı. 1981 yılında İ.T.Ü. Elektrik Fakültesi Elektrik Tesisleri Kürsüsüne teknisyen mühendis olarak girdi. Aynı yıl Şubat döneminde elektrik yüksek mühendisi olarak lisans üstü eğitimini tamamladı ve aynı kürsüde asistan yüksek mühendis kadrosuna geçti. Halen İ.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Bölümü Elektrik Tesisleri Biriminde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.