

57474

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERİÇ HAVZASININ HİDROLOJİK YÖNDEM
İNCELENMESİ**

İnşaat Müh. Taner Mustafa CENGİZ

**F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Su Programında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Mustafa ERSİN (YTÜ)

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	I
KISALTMALAR	IV
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
BÖLÜM 1	
1. Meriç-Ergene Su Toplama Havzasının Genel Durumu	1
1.1. Konum ve Coğrafya	1
1.2. Havza Topoğrafyası	2
1.3. Drenaj	3
1.4. Genel Jeoloji	5
1.5. İklim	5
1.6. Meteoroloji İstasyonları	5
1.7. Yağışlar	6
1.8. Sıcaklık	6
1.9. Rüzgar	7
1.10. Buharlaşma	7
1.11. Tabii Bitki Örtüsü	7
1.12. Meriç-Ergene Havzasının Su Kaynakları	8
1.12.1. Yüzey Suları	8
1.12.1.1. Akarsular	8
1.12.1.1.1. Meriç Nehri	8
1.12.1.1.2. Ergene Nehri	9
1.12.1.2. Göller	11
1.13. Yeraltı Suları	11
BÖLÜM 2	
2.1. Meriç-Ergene Havzasının Hidrolojik Durumu	12
2.2. Yağışların Oluşum ve Ölçümleri	15
2.2.1. Yoğunlaşma	16
2.2.2. Yağışların Oluşumu, Sınıflandırılması ve Yağış Tipleri	17
2.2.3. Yağışların Ölçülmesi	20
2.2.4. Yağış İstasyonları Ağı	21
2.2.5. Türkiye’de Yağış Ölçümleri	21
2.2.6. Yağışın Yersel Dağılımı	21
2.2.7. Yağışın Zaman İçinde Dağılımı	21
2.2.8. Yağışın Alan İçerisinde Dağılımı	22

2.3. Bölgesel Ortalama Yağış Yüksekliğinin Bulunması	22
2.3.1. Aritmetik Ortalama	23
2.3.2. Thiessen Metodu	23
2.3.3. Ek Yağış (İzohiyet) Metodu	25
2.3.4. Yüzde Ağırlıklı (YA) Poligon Yöntemi	27
2.3.4.1. YA Metodunun Analitik Çözümü	29
2.4. Yüzeysel Akışı Etkileyen Etmenler	36
2.4.1. Yüzeysel Akışı Etkileyen İklim Etmenleri	36
2.4.1.1. Yağış Tipi	36
2.4.1.2. Yağış Şiddeti	36
2.4.1.3. Yağışın Süresi	36
2.4.1.4. Havza Üzerinde Yağışın Dağılışı	36
2.4.1.5. Yağışın Havza Üzerindeki Hareket Yönü	37
2.4.1.6. İki Yağış Arasındaki Toprak Nemi	37
2.4.2. Yüzeysel Akışı Etkileyen Fiziksel Etmenler	37
2.4.2.1. Havzadaki Arazi Kullanma Şekli	37
2.4.2.2. Toprak Tipi	37
2.4.2.3. Yağış Havzasının Büyüklüğü ve Şekli	38
2.4.2.4. Yağış Havzasının Ortalama Yüksekliği	38
2.4.2.5. Yağış Havzasının Ortalama Eğimi	38
2.4.2.6. Yağış Havzasının Genel Bakışı	39
2.5. Yağış Havzasının Drenaj Durumu	39
2.5.1. Drenaj Yoğunluğu	40
2.6. Meriç-Ergene Havzası Drenaj Karakteristiklerinin Hesaplanması	40
BÖLÜM 3	
3.1. Meriç-Ergene Su Toplama Havzasına Düşen Yağış Miktarının Hesaplanması	42
3.1.1. Aritmetik Ortalama	42
3.1.2. Eş Yağış (İzohiyet) Metodu	45
3.1.3. Thiessen Poligon Metodu	46
3.1.4. Yüzde Alansal Poligon Yöntemi	49
3.2. Meriç-Ergene Havzasında Alan -Yağış İlişkileri	53
3.3. Meriç-Ergene Havzasında Erozyon	58
3.3.1. Meriç-Ergene Havzasında Erozyonu Etkileyen Faktörler	58
3.3.2. Meriç-Ergene Havzasında Erozyonun Sebepleri	60
3.3.3. Meriç-Ergene Havzasında Erozyon Miktarı	62
BÖLÜM 4	
4.1. Sonuç ve Tavsiyeler	63
KAYNAKLAR	71

EK-1. Meriç-Ergene Havzası, Eş Yağış Metodu ile Yıllık Yağış Verilerinin Haritası	73
EK-2. Meriç-Ergene Havzası, Thiessen Metodu ile Çizilen Poligon Planı	74
EK-3. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Ocak ayı Yağışları Poligonları Planı	75
EK-4. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Şubat ayı Yağışları Poligonları Planı	76
EK-5. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Mart ayı Yağışları Poligonları Planı	77
EK-6. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Nisan ayı Yağışları Poligonları Planı	78
EK-7. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Mayıs ayı Yağışları Poligonları Planı	79
EK-8. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Haziran ayı Yağışları Poligonları Planı	80
EK-9. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Temmuz ayı Yağışları Poligonları Planı	81
EK-10. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Ağustos ayı Yağışları Poligonları Planı	82
EK-11. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Eylül ayı Yağışları Poligonları Planı	83
EK-12. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Ekim ayı Yağışları Poligonları Planı	84
EK-13. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Kasım ayı Yağışları Poligonları Planı	85
EK-14. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Aralık ayı Yağışları Poligonları Planı	86
EK-15. Meriç-Ergene Havzası, YA Metodu ile Yıllık Yağışları Poligonları Planı	87
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

AO	: Aritmetik Ortalama
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
YA	: Yüzde Alansal Poligon Yöntemi
TP	: Thiessen Poligon Yöntemi
EY	: Eş Yükselti (İzohiyet) Metodu

ÖLÇÜ KISALTMALARI

mm	: milimetre
m	: metre
km	: kilometre
km ²	: kilometre kare
ha	: hektar
m ²	: metre kare
km ³	: kilometre küp

KISALTMALAR

AO	: Aritmetik Ortalama
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
YA	: Yüzde Alansal Poligon Yöntemi
TP	: Thiessen Poligon Yöntemi
EY	: Eş Yükselti (Izohiyet) Metodu

ÖLÇÜ KISALTMALARI

mm	: milimetre
m	: metre
km	: kilometre
km ²	: kilometre kare
ha	: hektar
m ²	: metre kare
km ³	: kilometre küp

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans tez çalışmalarımın her aşamasında, çalışmalarına yön verip izleyen, teknik ve idari konularda yardımlarını esirgemeyen, tez hocam Sayın Prof. Mustafa Ersin'e sonsuz teşekkürler ederim.

Bana, çalışmalarım sırasında gerekli bilgileri, yoğun çalışmalarım sırasında bile vermekten çekinmeyen Sayın Öğretim Görevlisi Dr. Bayram Çepniler'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu tezin oluşması için gerekli verilerin temininde, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü'nde görevli Planlama Müdürü Sayın Bahattin Yılmaz'a, Hidroloji Müdürü Sayın Sadettin Malkaralı'ya, DMİ Tekirdağ Müdürlüğü'nün tüm çalışanlarına teşekkür ederim .

Taner Mustafa Cengiz

ÖZET

Bu çalışmada, Trakya Bölgemizde bulunan Meriç havzası olarak anılan, Meriç-Ergene nehirleri, su toplama havzasının, hidrolojik yönden irdelenmesi amaçlanmıştır .

Meriç-Ergene havzasının, taban ve yeraltı jeolojisi ile jeofiziğini hesaba katmadan, 1994 yılına kadar elde edilen meteorolojik yağış verileri ile bölgenin su potansiyeli belirlenmiştir.

Su mühendisliği kapsamına giren yapı ve tesislerin tasarımı için yapılan hidrolojik çalışmalarda amaç, yapılacak proje kesitinde beklenen hidrolojik değerlerin tahminini en doğru bir şekilde belirlemektir. Bunun sağlanması için güvenilir verilere, çeşitli metodların denenmesine ve gerektiğinde yeni yöntemlerin ortaya konması için tüm dünyada sürekli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar için harcanacak zaman, daima topluma kazanç olarak geri dönecektir.

Son yıllarda, bölgesel ortalama yağış miktarı tespitinde geliştirilmiş olan, Yüzde Alansal Poligon Yöntemi (YA) ile Meriç-Ergene havzasının su potansiyeli hesaplanmıştır. Ülkemizde, bölgesel su miktarı tespitinde kullanılan üç metod olan; Aritmetik Ortalama (AO), Eş yükselti (izohiyet) ve Thiessen Poligonu yöntemi (TP) bu çalışmada irdelenerek, havzanın su miktarı, bu yöntemlerle de hesaplanmıştır. Yeni geliştirilmiş bir metod olan YA, diğer metodlardan daha hassas olduğu ve su kaynaklarının miktarını daha az hesapladığı, yapılan bu çalışmayla görülmüştür.

Giriş bölümü olarak hazırlanan birinci bölümde, bölgenin; konum ve coğrafyası, topografik özellikleri, havza drenajı, havzanın su kaynakları açıklanmıştır.

İkinci bölümde, Türkiye'nin hidrolojik çevresi ile çalışan bölgedeki hidrolojik ilişkiler verilmiş. Suyu temin ettiğimiz tek kaynak olan yağışların, oluşumu, ölçülmesi konularında bilgiler verilmiştir. Bölgenin fizyografik özellikleri hakkında bilgi ve hesaplamalar yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, Meriç-Ergene havzasına düşen yağış miktarları, tüm metodlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Havzada yağış-olan ilişkileri, oluşan erozyonun sebepleri ve miktarları izah edilmiştir.

Sonuç ve öneriler bölümü olan dördüncü bölümde, bölgede dört ayrı yöntemle hesaplanan su potansiyeli miktarları, mukayese edilmiştir. Ayrıca bölgenin şimdiki ve gelecekteki hidrolojik değerlerinin korunması ve geliştirilemesi için önerilerde bulunulmuştur .

ABSTRACT

This study is aimed to deal with the Meriç and Ergene Rivers water collection area which is considered as a Meriç basin from point view of hydrology.

The total water potential of the region was measured according to meteorological rainfall figures observed until 1994 without taking the geological and geophysical texture of the Meriç-Ergene basin into account.

The aim of the hydrological works which covers the field of water engineering is to determine the predicted hydrological values of buildings with an utmost accuracy in order to reach the objectives of the project.

In order to reach these objectives, reliable data and the need of trying new methods and techniques when necessary are required. Thus continuous researches in this field are required throughout the world. The time spent meanwhile these researches will return as a profit to the humankind.

The water potential of the Meriç-Ergene basin has been figured out according to the (YA) system that is to say the system of the Areal Weighted Percentage Polygon System which has been developed during the recent years in the measurement of regional rainfall amount. The water deposit of the basin has also been measured according to three systems; arithmetic average (AO), the same altitude (called isohyetal) and Thiessen polygon system which are used as regional water measurement systems in our country. By using the (YA) method which has been developed recently it has been observed that the potential of the water deposit has been measured less than it really is since this method is less sensitive than others.

In the first chapter the geographical position of the region, its topographic features and its drainage as well as water sources are explained.

In the second chapter region's hydrologic relationships are dealt in proportion to Turkey's hydrologic transformation. Some knowledge about the measurement of the rainfall which is the only source that provides us with water and its natural development process are given some calculations about the region's physiographic features have been done.

In the third chapter the rainfall amount for the Meriç-Ergene region has been figured out according to each method separately. Also, the rainfall and region relationships, the reasons for erosion have been explained together with their total amounts.

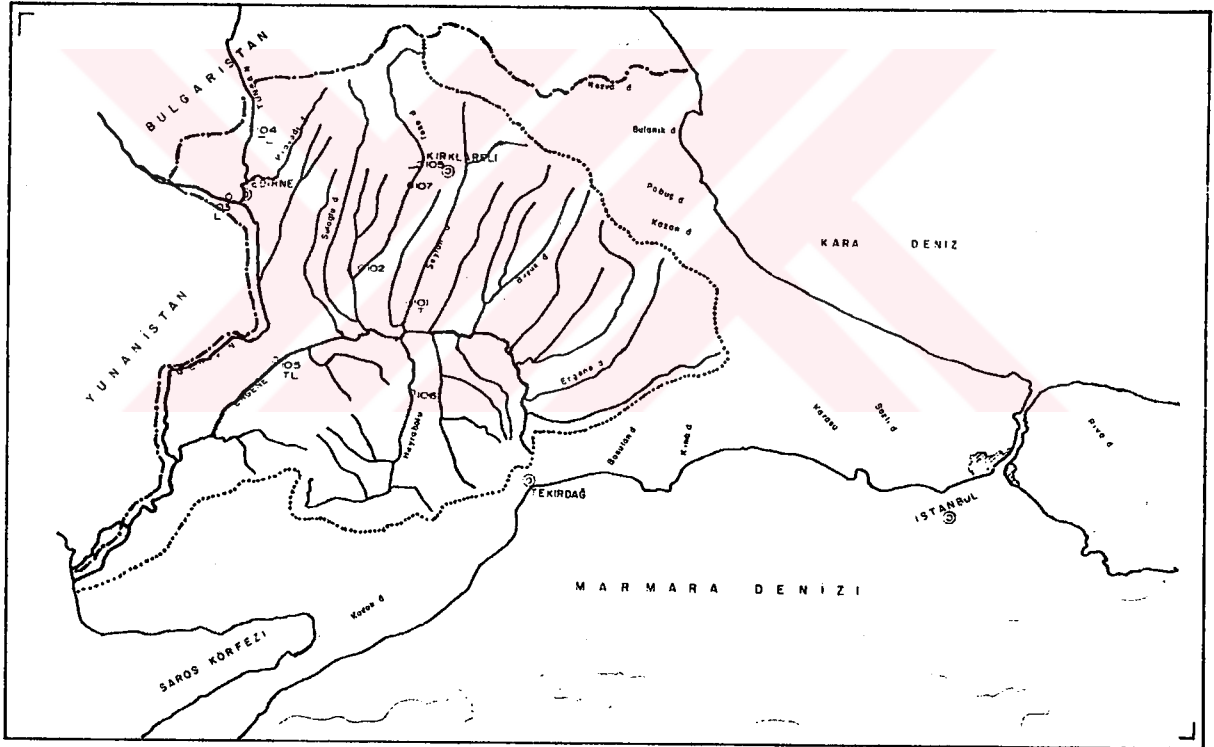
In the fourth chapter which is the conclusion and suggestion chapter the water potential amounts which have been figured out using four different methods are compared. In addition to this some suggestions are made in order to protect and develop the present and future hydrological values of the region.

BÖLÜM 1

1. MERİÇ-ERGENE SU TOPLAMA HAVZASININ GENEL DURUMU

1.1. Konum ve Coğrafya

Meriç-Ergene su toplama havzası, Türkiye'nin Trakya Bölgesinde, coğrafi bakımdan kuzey yarımküresinde $40^{\circ} 34' - 47^{\circ} 07'$ kuzey enlemleri ile $20^{\circ} 02' - 28^{\circ} 10'$ doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havza, kuzeyde, Bulgaristan ve Istranca Dağlarının su bölümü hattına dayanmakta, doğuda Vize, Saray, Çerkezköy ilçelerini içine almakta, güneyde Çorlu ilçesi ve Tekirdağ ilinin kuzeyinden geçerek Saros körfezine kadar ulaşmakta, batı da ise Yunanistan ve Bulgaristan sınırlarına kadar uzanmaktadır.



Şekil 1.1. Meriç-Ergene su toplama havzası.

Türkiye'nin Avrupa kesiminde bulunan Trakya Bölgesi, 23.721 km^2 'lik alan kaplamakta olup, Türkiye genel yüzölçümünün $\%3,04$ 'ünü oluşturmaktadır. Trakya Bölgesinde Meriç-Ergene havzası olarak anılan drenaj alanı, 14.560 km^2 'dir. (DSİ, 1991) Bu rakam, Trakyanın $\%61,4$ 'ünü tüm Türkiye'nin ise $\%1,87$ 'sini oluşturmaktadır.

Havza, ulaşım yönünden iyi imkanlara sahiptir. Meriç-Ergene havzası topraklarının potansiyel verim güçleri oldukça yüksektir. Topraklarının sürülerek tarım yapma imkanları ise Türkiye'nin diğer bölgelerine nazaran daha fazladır. Bunun başlıca sebebi, topografik durumunun hafif tepelik oluşudur. Tarım yapmaya uygun araziler, havzanın yaklaşık %80'nini teşkil etmektedir. Eski göl veya deniz depozitlerinden meydana gelen toprakların bünyeleri oldukça incedir, içerdikleri kil oranı oldukça fazladır. Bu sebeple de toprak işlenmesi fazla enerjiye ihtiyaç gösterdiği gibi toprağa su, hava ve bitki köklerinin nüfuziyeti de yavaştır.

Tarımı yapılan başlıca ürünler arasında buğday, arpa, mısır, çeltik, ayçiçeği, şeker pancarı, bağ, karpuz, bazı meyva ve sebze çeşitleri ile birlikte sukam, keten, tütün gibi endüstri bitkileri de yer almaktadır. Havza endüstri yönünden çok fazla bir gelişme göstermiş ve hergeçen gün yeni bir endüstriyel fabrika kurulmaktadır.

Maden olarak Enez ovasında kurşun, Edirne'nin kuzeyinde Mangan Lalapaşa civarında fosfat tuzları yatakları, Uzunköprü ve Keşan arasında linyit yatakları vardır. (Köy İşleri Bakanlığı Yay. 122)

1.2. Havza Topoğrafyası

Balkan yarımadasının güneydoğu kesiminde yer alan Trakya Bölgesi, engebe bakımından çeşitlilik gösterir. Bu çeşitliliği farklı yükseltiler gösteren dağ ve tepeler ile daha az yükseltide olan platolar ve farklı büyüklükteki ovalar meydana getirmektedir. Fizyografik olarak dağlık üniteler, kuzey ve kuzeydoğuda ki Istranca kütlesi ile, güney ve güneydoğudaki Canos ve Kuru dağlarıdır. Bu iki dağlık arazi arasında, Ergene Irmağının kolları ile yarılmış bulunan tatlı meyilli ve hafif tepelik araziler, Trakya Penepleninin esasını teşkil ederler.

Meriç havzası, bütünü ile fazla bir yüksekliğe sahip değildir. Yapılan hesaplamalara göre Trakya'nın ortalama yükseltisi 180 metredir. Bu değer Türkiye'nin ortalama yükseltisinin çok altındadır. Trakya'da yükseltisi 0-25 metre arasında olan yerler, bölge genel yüzölçümünün %83,1'ini teşkil eder. Meriç havzasında ise bu oran daha da yüksektir. Zira Trakya peneplen arazisinin büyük bir kısmı Meriç havzası içerisinde yer almaktadır. Kuzeybatı-güneybatı doğrultusunda uzanan Istranca dağlarının en yüksek kısmını, Kırklareli ile Demirköy arasında kalan 1.035 metre yüksekliğinde Mahya Dağı teşkil eder. Istranca dağlık kütlesi güneyde Ergene havzasına inen akarsularla derince parçalanmıştır. Genellikle granik veya gnays ana kayaları üzerinde yer alan ve arızalı bir topoğrafyaya sahip olan bu arazilerde orman örtüsü altında, sık karakterde kalkersiz kahverengi orman topraklarına rastlanır. Şiddetli erozyona uğrayan tepelerde bir örtü seyrekleşmiş veya tamamen kaybolmuştur.

Meriç havzasını kuzey ve güneyden sınırlayan dağ kütleleri arasında kalan ve bir çanağı andıran araziler, genellikle hafif tepelerden ve bunların tatlı meyilli yamaçlarından ibarettir. Ergene vadisine dikey olarak uzanan vadi, tabanlarında, çeşitli genişlikte Alüviyal ovalar yer almaktadır. Havzanın batı kısmında kuzeyden güneye doğru uzanır. Meriç nehrinin geniş Alüviyal Vadisi yer alır. Bu vadinin en geniş yeri Meriç ve Engenenin birleştiği kısma yani İpsala'nın kuzeyine rastlar. Buradan mansaba kadar uzanan kısım, Aşağı Meriç Vadisini meydana getirir. Aşağı Meriç Vadisinde nehir geniş menderesler yaparak taşkın ovası içinde akmaktadır. Eski dolgu sahası olan bu kısımda, bir takım göller ve geniş bataklık sahalara yer almaktadır. Bu göllerin başlıcaları Sığırcılı, Pamuklu, Dalyan, Taşaltı, Gala gölleridir. Gala gölünden güneye doğru Meriç nehrinin deltası başlamaktadır. Ergene'nin Meriç'e karıştığı noktadan mansaba kadar uzanan taşkın ovalarında meyilin az olması sebe ile drenajı bozuk sahalara görülmektedir. Bu bozuk drenajlı sahalarda çeltik ekimi yapılmaktadır. Türk-Yunan hududu üzerinde Meriç Nehri'ne dört önemli kol katılır. Bunlar; Arda, Tunca, Kokina ve Ergene nehirleridir. Havzanın 2/3'si yurdumuz dışındadır. Meriç havzasında birbirinden fiziki bakımdan farklı, Balkan dağları, Kırklareli Platosu ve Meriç-Ergene Ovaları olmak üzere üç saha vardır.

Kırklareli platosu 300-400 metre yükseklikindedir. Balkan dağları havzanın en yüksek yerini oluşturmakta ve yurdumuz dışında bulunmaktadır. Sadece Istranca Dağları Balkan dağlarının uzantısı olarak Trakya'nın kuzeyinde uzanmaktadır. Havzanın güneyinde 10-30 metre yüksekliğinde Meriç-Ergene Ovaları yer almaktadır.

Meriç nehri ve kollarınının taban meyilleri oldukça fazladır. Denizden menba tarafına doğru 200 km'lik kısmında Meriç, 0,00025'lik tatlı bir meyile sahiptir. İlerlerde bu değer, önce 0,0010 olacak şekilde artar, sonra 0,00015 değerine iner ve membada tekrar artarak 0,00070 olur. Ergene Nehri, Meriç Nehrine nazaran daha yavaş olup, ortalama meyli 0,00048 dir. (DSİ, 1990)

1.3. Drenaj

Havzanın suları Meriç, Ergene, Tunca Nehirleri ve bunlara karışan yan dereler vasıtasıyla Ege Denizi'ne boşalmaktadır. Tabii drenaj bakımından özellikle nehir ve derelerin aşağı kesimlerinde tahliye imkansızlıkları nedeniyle yüksek taban suyuna rastlanmaktadır.

Taşkın zararlarına, kısa süre içerisinde düşen sağnak yağışları sebep olmaktadır. Meriç havzası taşkınlarını; Meriç nehri ve Ergene nehri ile kolları olmak üzere iki gurupta toplamak mümkündür. Son yıllarda taşkın kontrolü için nehir kıyı seddeleri, drenaj kanalları ve sel kapanları yapılmıştır. Yukarı havzalarda tabii örtünün tahrip edilmesi, mer'aların aşırı otlatılması, sürülerek tarım yapılan meyilli arazilerde ters sürüm ve teraslama gibi tedbirlerin alınmaması, yüzey akışı

dolayısı ile taşkını her geçen yıl daha da artırmaktadır. Taşkın önlenmesi için aşağı havzada gerekli tedbirler alınırken, yukarı havzada da tabii örtü korunmalı, tarım arazilerinde kontrollü ve bilgili bir toprak idaresine mutlaka geçilmelidir. Bu sağlanmadığı takdirde, yalnız aşağı havzada alınan tedbirler taşkını önlemeye yetmeyecektir.

Havzada taşkınlar genel olarak sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında meydana gelmektedir. Taşkınlar daha çok Ergene nehrine dökülen yan derelerin meyillerinin azaldığı yerlerde zararlı olmaktadır. Çorlu Deresi Muratlı civarında, Ergene Deresi Aşağı Sevindikli'de, Paşaköy deresi Büyükkarıştıran ile Çiftlikköy arasında Sulucak Deresi Evrensekiz'de, Burgaz Deresi Lüleburgaz civarında Kavaklıköy Deresi Muhacirköy civarında, Hayrabolu Deresi Hayrabolu Ovasında taşkın ve sediment zararlarına sebep olmaktadır. Buralarda taşkınlar, dahili drenaj problemlerinden çok yüzeysel drenaj problemleri doğurmaktadır. Bunun neticesi olarak sürüm, ekim ve hasat zamanları gecikmekte, hasattan önce mahsül, taşkınlardan zarar görmektedir.

Meriç ve Tunca nehirlerinin taşkın zararları, nehir boyunca çekilen seddelerle büyük ölçüde önlenmiştir. Havzada çeşitli kolları olan Ergene ise kış ve ilkbahar aylarında gelen fazla suları tahliye edemiyerek yatağından taşmakta ve etrafındaki arazileri su altında bırakmaktadır. (DSİ, 1990)

Trakya'nın en büyük nehri olan Meriç yağışlı mevsimlerde taşarak, Türkiye Yunanistan topraklarına yayılmaktadır. Bunun neticesinde, ekili arazinin tahribatı, can ve mal emniyetini tehdit etmesi, havza ve yatağında erozyon ve aşındırma ile taşıma gücünün düşük olduğu bu bölgede sedimentasyon doğurması gibi taşkın zararları meydana getirir.

Göllerin buldukları yerler ovanın en çukur yerleridir. Yağışlardan sonra gelen suların şiddetine göre şişen bu göller, etrafındaki araziye uzunca sürelerle basmaktadır. Yılın büyük bir kısmında yaş ve bataklık olan bu sahalarda, drenaj probleminin yanında yer yer çoraklığa da rastlanır. Havzalarda taşkın ve drenaj zararlarının meydana gelmesinde başlıca sebepler şunlardır;

- a- Yukarı havzalarda tabii örtünün tahribi,
- b- Arazilerin kabiliyetlerine uygun tarzda kullanılması,
- c- Sürülen meyilli arazilerde ters sürüm ve teraslamanın yapılmaması,
- d- Rezervuar yapılması müsait olan havzada yeteri kadar rezervuar bulunmaması,
- e- Tabii meyilin ve tahliye imkanlarının yeterli olmaması

Meriç nehri, Edirne-Kapıkule'den denize dökülene kadar kış seddeleri ile çevrilidir. Kış seddeleri ile Meriç Nehri arasında tarıma elverişli yerler ekilmektedir. Bu yerler, yaz taşkınlarından korunmak için yaz seddeleri ile çevrelidir. (DSİ, 1990)

1.4. Genel Jeoloji

Havzada tortul, volkanik ve metamorfik küteller dağınık şekilde mevcuttur. Genel olarak tortul arazi Trakya'nın orta ve güneyinde metamorfik arazi kuzeyde volkanik arazi ise serbest üniteler halinde tersiyer arazi içinde görülür. Satış örtüsü toprak zarfı ve alüvyondan ibarettir.

Meriç, Tuna ve Ergene vadi dolguları eski alüvyonlardır. Nehir meralarının zamanla yer değiştirmelerinden meydana gelmiştirlerdir. Meriç'in alüvyon platformu mansapta 100-150 metre derinliğine varır. Tunca'da ise Meriç ile birleştiği kısımlarda 50-70 metre kalınlığa yaklaşan bir alüvyon dolgu vardır. (DSİ, 1990)

1.5. İklim

Meriç-Ergene havzası üzerindeki yağışların büyük bir kısmını depresyonik yağışlar teşkil eder. Bu depresyonlar, kuzeybatıda Balkanlar üzerinden, batı ve güneyden Akdeniz üzerinden girerek bölge yağışlarını önemli derecede etkilemektedir. İzlanda ve Adriyatik Denizi menşeli bu depresyonlar, güney Avrupa üzerinden geldikleri zaman bölge yağışına daha fazla tesir ederler ve şartlar uygun olduğu takdirde yurdumuz üzerinde de teşekkül eder.

Havzanın Karadeniz ve Ege Denizine bakan yakın kısımları, iç kısımlara nazaran maksimum yağış değerleri daha yüksektir. denizden uzak kalmış olan iç kısımlarda konvektif hareketlere ve yağışlara bilhassa Edirne ve Kırklareli civarında rastlanmaktadır. Havzanın güneyinde, Meriç Nehri'nin geniş vadisi ve yükseltilerinin az olması dolayısıyla Ege Denizi iklim üzerine kısmen tesir etmektedir.

Havzada genellikle kara iklimi hüküm sürmekte olup, kışları soğuk ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Gece-gündüz sıcaklık farkları oldukça çoktur. Maksimum yağışların genellikle tamamı kış aylarına isabet etmektedir. Kısa süreli yağışlar daha ziyade Nisan ve Mayıs aylarında tespit edilmiştir. (DSİ, 1990)

1.6. Meteoroloji İstasyonları

Meriç nehri havzasının yurdumuz dışında kalan bölümündeki meteoroloji istasyonları hakkında bilgimiz yoktur. Yapılan çalışmada havzada bulunan DMİ ve DSİ tarafından işletilen meteoroloji istasyonlarından yararlanılmıştır. Bu istasyonların rakımları 10 metre ile 400 metre arasında değişmektedir.

1.7. Yağışlar

Meriç-Ergene havzasındaki yağışların etkili ve sürekli olanları cephesel yağışlardır. Bunun dışında konvektif yağışlar da görülmektedir. Havzada yağışlı günler ortalaması 73-87 gün arasında değişmektedir. Havzada yağışın farklı dağılışı üzerinde bilhassa kabartılar rol oynamaktadır. Güneydeki Ganos ve Kuru dağları kütleleri ile kuzeydeki Istranca dağlık kütlelerinin Ergene Havzasına olan geçit sahalaları, Meriç havzasının en yağışlı kısımlarını teşkil ederler. Meriç havzasının en az yağış alan kısmı havzanın takriben ortasında yer alan ve kara ikliminin hüküm sürdüğü Ergene Alçak Peneplen arazisidir. Kış, aylık yağışın %34'ünü, sonbahar %27'sini, ilkbahar %24'ünü, yaz ise %15'ini almaktadır. Havzanın en yağışlı ayları Kasım, Aralık ve Ocak, en kurak ayları ise Temmuz ve Ağustos'tur. Kar yağışları genel olarak Kasım ayında başlayıp Mart ayına kadar devam etmektedir. Kar yağışları en fazla Ocak ve Şubat aylarında olmaktadır. Yılda ortalama olarak 10-20 gün karla örtülü geçmektedir. havzanın yurdumuzdaki kısmında yağın taşkınlara etkisi pek olmamaktadır. Daha ziyade, taşkınlara etkili kar örtüsü 1200. metre katları üzerindeki yerlerde olup, bu da havzanın yurdumuz dışındaki kısmındadır. Havzadaki taşkınlar incelendiğinde; taşkına sebebiyet veren kritik yağışlar 18 ve 24 saatlik yağışlar olduğu sonucuna varılır. (DSİ, 1990)

1.8. Sıcaklık

Marmara bölgesinin diğer kısımlarına göre Meriç havzası daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Havzada sıcaklık rasatı yapan 20 adet meteoroloji istasyonu vardır. Bunlardan, Kırklareli, Çorlu, Lüleburgaz, Pınarhisar, suloğlu, Muratlı, Alpullu, Hayrabolu, Edirne, Uzunköprü ve Ipsala DMİ tarafından; Ayavalık, Beyazköy, Kayalıköy Barajı, Suloğlu Barajı, Ömeroba, Kurtdere, Doğanköy, Altınyazı, Karaidemir Barajı DSİ tarafından işletilmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklık 12,6 °C ile 13,8 °C arasında değişmektedir. Senenin en sıcak ayları Temmuz ve Ağustos, en soğuk ayı ise Ocak'tır. Rasat süresi boyunca kaydedilen en yüksek sıcaklık; Ağustos ayında Alpullu'da 42,9 °C, Lüleburgaz'da 42,8 °C ve Temmuz ayında Edirne'de 41.5 °C'dir. En düşük sıcaklık, Ocak ayında Alpullu'da -20,4 °C, Edirne'de -22,2 °C ve Lüleburgaz'da -24 °C olarak rasat edilmiştir. Havzada don olayı Kasım ayında başlamakta ve Mart ayı ortalarına kadar devam etmektedir. Yılda ortalama 45-50 gün don olmaktadır. Kışın bütün havzada nem yüksektir. Ortalama nispi nem kuzeyde %70, güneyde %76 civarındadır. Ortalama nisbi nem oranı artmaktadır. Havzanın iç kısımlarında karasal iklim sürdüğünden, yılın en sıcak ve en soğuk ayı arasındaki sıcaklık farkı ortalaması -21 °C'dir. (DSİ, 1990)

1.9. Rüzgar

Havzada rüzgarlar oldukça düzenlidir. Rüzgarlar sonbahar ve kış aylarında daha fazla görülebilmektedir. İç kısımlarda hakim rüzgar yönü kuzey, kıyı kesimlerde ve güneye inildikçe hakim rüzgar yönü güneydendir. Rasat merkezlerinde en hızlı esen rüzgâr yönleri değişiklik göstermektedir. Havzada hakim rüzgarlar, kuzeydeki Istranca dağlık kütlelerinde hızları kırılmış ve Karadeniz'den aldıkları nemi bırakmış olarak iç kısımlara ulaşmaktadırlar.

1.10. Buharlaşma

Havzanın Trakya'da kalan bölümünde buharlaşma rasatı yapan 16 adet meteoroloji istasyonu vardır. Yıllık ortalama buharlaşma 1000-1400 mm arasında değişmektedir. Buharlaşmanın en yüksek olduğu ay Temmuz, en düşük olduğu ay Ocak'dır.

1.11. Tabii Bitki Örtüsü

Tabii bitki örtüsü havzanın iklim, toprak ve kabartılar gibi çevre şartlarına uymaktadır. Havzanın hemen her tarafında minimum yağış yaz aylarına, uymaktadır. Havzanın hemen her tarafına rastlamaktadır. Bu suretle tabii bitkilerin gelişim devrelerinin ilk aylardaki su noksanlığı, kış aylarındaki toprakta birikmiş bulunan nemden karşılanmaktadır. Havzada nispi nem oldukça yüksektir. Bu durum havza etki örtüsü üzerinde olumlu etki yapmaktadır.

Meriç havzasında tesbit edilen altı büyük toprak grubu içerisinde en yaygın olanlar; kalkersiz kahverengi toprakları ve kalkersiz kahverengi orman topraklarıdır. Bunlardan sonra Alüvyaller, kahverengi orman toprakları ve hidromorfik alüvyal topraklar gelmektedir.

Havzanın kuzey ve güneyindeki yüksek arazilerde dağınık olarak yer alan kahverengi orman toprakları, su tutma kapasitelerinin orta derecede olmasına rağmen tabii bitki türlerinin birçoklarının gelişimi için uygun nitelik göstermektedir. Trakya bitki örtüsü beş grupta incelenebilir; Nemli ormanlar, Kuru ormanlar, Antopojen step, maki ve kıyı bitkileridir.

Meriç nehri taban arazilerindeki akarsu, boylarında söğüt ve kavak türlerine rastlanır. Havzanın diğer tabii bitki örtüsü arasında yer alan yem bitkilerinden, daha çok buğdaygil ve baklagil bitki türleri yaygındır.

1.12. MERİÇ-ERGENE HAVZASININ SU KAYNAKLARI

1.12.1. Yüzey Suları

Havzada 2.441 hektarlık bir alan kaplıyan yüzey sularını akarsular ve göller olarak iki kısımda inceleyebiliriz.

1.12.1.1. Akarsular

Havzada esas olarak Meriç nehridir. Bu nehrin Arda, Tunca, Ergene ırmakları ve Doğanca, İskenderköy dereleri olmak üzere beş ana kolu ve birçok yan kolları vardır. Havzanın sularını boşaltan esas ırmak, Ergene ve bunun kollarıdır, bundan sonra Doğanca ve İskenderköy dereleri gelir. Arda Yunanistan, Tunca da Bulgaristan'dan gelerek topraklarımızda Meriç'e karışan sulardır. Tunca'ya batıdan karışan kollar ile, Arda ve bunun yanında Meriç'e batıdan karışan bütün kollar komşu ülkelerin sularını boşaltmaktadır.

1.12.1.1.1. Meriç Nehri

Meriç nehri havzasının büyük bir kısmı, Yunanistan ve Bulgaristan toprakları içerisindedir. Havzanın en önemli akarsuyu Meriç nehri ile başlıca kolları olan Arda, Tunca, Kakina ve Ergene nehirleridir. Meriç nehri ayrıca Yunanistan'dan Berdemeno dere, Sulucadere ve Mangazi dere kollarını da alarak Saros Körfezi'nde Ege Denizi'ne dökülmektedir.

Meriç nehrinin, kolları olan Tunca ve Arda, Edirne ilinin Elçili köyü yakınlarında; İskenderköy deresi Meriç ilçesinin batısında; Ergene ırmağı İpsala ilçesinin kuzeyinde; Doğanca deresinde Pamuklu, Gala ve Dalyan gölleri kanalı ile Meriç nehrine karışmaktadır.

Meriç nehri su toplama alanının %27,3'ü Türkiye'de, %7,5'u Yunanistan'da ve %5,2'si Bulgaristan'da kalmaktadır.

Meriç Nehri, Bulgaristan'ın batı tarafından Rila Dağı ve Koca Balkan Dağlarından çıkar. Genellikle doğu istikametinde ilerleyerek Sivilengrad 'ın 15 km. doğusunda Türkiye topraklarına girer. Bir müddet Türk-Yunan hududunu teşkil ettikten sonra Arda köprüsü mevkiinde sağdan, Yunanistan'dan Arda kolunu alır. Daha sonra Edirne içinde soldan Tunca Nehri ile birleşir ve güney istikamete yönelir. Paşa çayırı mevkiinden sonra Ege Denizi'ne dökülünceye kadar. Türk-Yunan sınırı olarak akar. Edirne'den sonra Meriç Nehri, ovada Menderesler ve yer yer tali kollar meydana getirerek ilerler Uzunköprü civarında Yunanistan'dan gelen Kızıl Nehir ile birleşerek tekrar güney istikametini alır. İpsala'nın kuzeyinde, soldan gelen Ergene Nehri ile birleştikten

sonra birkaç irili ufaklı kol alır ve İpsala güneyinde göller ve bataklıklar meydana getirerek Enez civarında Ege Denizine döktür.

Meriç Nehri'nin suyu tuzluluk bakımından ikinci, alkalilik bakımından birinci sınıf bir sulama suyu niteliğindedir. Bu su ile yapılan sulamalarda bilhassa drenaj bozukluğu olan kesimlerde, toprakta tuzun birikmesini önlemek için kontrollü sulama yapılması gerekir. Taşkınlar sırasında İpsala'da su seviyesi, 7.00 metreyi bulmuş ve nehir 2350m³/sn su akıtmıştır. (DSİ, 1990)

Meriç Nehri'nin Kolları

Tunca Nehri: Meriç'e karışan büyük akarsulardan biridir. Bulgaristan'ın Koca Balkan Dağları eteklerinden doğar. Doğu istikametinde dağlık bölgelerde ilerler. Yanbolu kasabası civarında güney istikametini alır. Uzunbayır Köyü civarında Türk topraklarına girer. 10 km kadar Türk-Bulgar hududunda akar. Bu esnada soldan kayalı, sağdan Mangara derelerini aldıktan sonra düzlüğe iner. Daha sonra sağdan Kışra ve Köy ile soldan Çömlek, Pravadi derelerini aldıktan sonra Edirne içinde Meriç nehri ile birleşir.

Tunca'nın ortalama debisi yıllık 14.500 m³/sn civarındadır. Tunca'nın suyu tuzluluk bakımından ikinci, alkalilik bakımından birinci sınıf sulama suyu niteliğindedir.

Doğanca Deresi: Malkara yöreleri ve Koru dağından doğmakta, Pamuklu gölü sazlığına dökülmektedir. Doğanca deresine kuzeyden Muzali deresi ile birkaç küçük dere karışmaktadır. Doğanca Deresinin su toplama havzasının uzunluğu yaklaşık 50 km., genişliği 26 km. dir. Doğanca Deresinin ortalama debisi 0,60 m³/sn. dir.

İskender Deresi: Meriç'e doğrudan doğruya karışan yan derelerdendir. Kuzeyde Bulgarhududu yakınlarından doğan Karakoçan ve Bostan derelerini alır ve Elçili köyü yakınlarında Meriç'e karışır.

1.12.1.1.2. Ergene Nehri

Ergene Nehri'nin tamamı kendi topraklarımızda olup, Meriç'e doğrudan karışan koldur. Ergene'ye kuzey ve güneyden pekçok yan dereler karışmaktadır. Bu kolların karışımı ile Ergene hemen hemen bütün havzayı içine almaktadır. Su toplama alanı 11.100 km² dir. Saray ilçesinden, Meriç'e döktüldüğü yere kadar uzunluğu takriben 200 km. dir. Ergene, Saray ilçesinin kuzey yörelerinden doğarak kuzey ve güneyden birçok yan dereleri aldıktan sonra, İpsala'nın kuzey batı kesiminde Meriç nehrine karışır. (DSİ 1990)

Ergene Nehri'nin Kolları

Çorlu Deresi: Çerkezköy'ün doğusundaki dağlardan doğan bu dere, Çerkezköy'e kadar olan kısımda Boyacıçatağı, Lefka, Paşa Deresi ve diğer birçok kuru dereyi alır. Çorlu'nun kuzeyinden geçtikten sonra Marmaracık deresini güneyden de Kütüklü deresini alır ve Muratlı'nın kuzey yörelerinden Ergene'ye karışır. Su toplama havzası alanı 1.319 km². Uzunluğu 62 km. en geniş yeri 12 km.dir. Velimeşe ve Muratlı rasat istasyonlarının sonuçlarına göre, Çorlu deresi Velimeşe civarında Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında kurumakta, Haziran ve Ekim aylarında da yatağında çok az su bulunmaktadır.

Paşaköy Deresi: Vize'nin kuzeyinde Istranca dağlarından doğmaktadır. İnanlı'nın kuzeyinde Çiftlik köyü yakınlarında Ergene'ye karışır.

Sulucak Deresi: Istranca dağlarının güney yamaçlarında Sergen Bucağı yakınlarından doğmakta, Kunsayı köyünde Ergene'ye karışmaktadır. Bu toplama havzası dar, fakat uzundur 55 km.

Lüleburgaz Deresi: Istranca Dağlarının güney yamaçlarından doğmakta Poyralı, Celaliye, Kaynarca Dereleri ile Lüleburgaz'ın kuzeyinde birleştikten sonra Ergene'ye karışmaktadır. Temmuz sonundan Eylül başına kadar kurur. Toplama havzası alanı 633 km² uzunluğu 58 km. en geniş yeri 17 km'dir.

Babaeski (Şeytan) Deresi: Istrancalardan doğmakta, Babaeski'den geçtikten sonra Kuştepe köyünün güneydoğusunda Ergene'ye dökülmektedir. Su toplama alanı 762 km² uzunluğu 60 km. genişliği 16 km'dir.

Teke Deresi: Büyük bir su toplama havzasına sahiptir. Alanı 2459 km², uzunluğu 80 km, genişliği en geniş yerinde 8 km. kadardır. Istranca dağlarının batısında doğan Teke Deresi, birkaç yan dere ile birleşerek, Pehlivan köy'ün doğusunda Ergeneye dökülmektedir.

Ova Deresi: Bulgaristan hududu yakınlarındaki Varsal köyünün kuzeyinden doğmaktadır. su toplama havzası uzunluğu 55 km., genişliği 11 km.'dir.

Basamaklar Deresi: Şahin bucağı ile Haramitepe batısından doğmakta, Harala, Erikli, Çamaşır dereleri ile daha birkaç dereyi de aldıktan sonra, Balaban köyünün batısında Ergene'ye karışmaktadır. Su toplama havzasının uzunluğu 28 km., genişliği en geniş yerinde 22 km.'dir.

Hayrabolu Deresi: Ergene'nin en geniş su toplama havzasına sahip olan bir koludur. Bu kola pek çok sulu ve kuru dereler karışmaktadır. Su toplama havzasının alanı 1.485 km², uzunluğu 52 km., genişliği en açık yerinde 50 km.dir. Hayrabolu deresi bütün yıl boyunca hiç kurumaz.

Beşiktepe Deresi: Banarlı bucağının güneyinden doğmakta, ve Sinanlı'da Ergene'ye karışmaktadır. Su toplama havzasının alanı 428 km² uzunluğu 54 km., genişliği en geniş yerinde 17 km.dir.

1.12.1.2. Göller

Yüzey sularının ikinci kısmını havzadaki tabii göller ile insan emeğiyle meydana getirilmiş barajlar, rezervuarlar ve göletler tepki eder. Tabii göllerin başlıcaları Meriç'in denize döküldüğü Enez yakınlarında yer alan Gala, Pamuklu, Sığırcı ve Dalyan gölleridir. Bunlardan başka Çömlek deresi, yakınında ve İğneci köyü yakınında iki küçük göl daha bulunmaktadır.

Havzada halen yapılmış ve bitmek üzere olan baraj sayısı yirmidir. (DSİ, 1991)

Meriç ve Ergene havzasının jeolojik ve topografik durumu, rezervuar ve göletler inşasına uygundur. Toprak ve su kaynaklarını korumak, taşkın zararlarını da önlemek veya asgariye indirmek için; havzada daha pek çok baraj veya gölet inşasına ihtiyaç vardır. (DSİ, 1990)

1.13. Yeraltı Suları

Havzada belli başlı üç yeraltı suyu rezerv sahası vardır. Bunlar Havsa-Pehlivanköy, Malkara-Hayrabolu, Çorlu-Saray-Muratlı-Çerkezköy sahalarıdır.

Havsa-Pehlivanköy Sahası: Bu saha Havsa ile Dombay arasında 447 km² lik bir yer kaplar. Uzunköprü, Kırçasalih, Pehlivanköy yörelerine hatta Alpullu'ya kadar uzanır.

Malkara-Hayrabolu Sahası: Oligosen kum taşlarının dağılmasından meydana gelen besleme sahasıdır. Buradaki yeraltı suları genellikle tuzludur.

Çorlu-Saray-Muratlı-Çerkezköy Sahası: Bu sahada su tablasının deniz seviyesine göre yüksekliği 180 km.'dir. Buradaki kuyuların çoğunun artezyen olması bu nitelikten dolayıdır. Meriç-Ergene havzası'nda, yeraltı suyu potansiyeli 300 hm³/yıl arasında olup, yeraltından çekilip kullanılan kısmı yaklaşık 200 hm³/yıl'dır. Bu kullanılan suyun 133 m³/yıl'ı sulama kooperatiflerince, 65 hm³/yıl'ı sulama kooperatiflerince, 65 hm³/yıl'ı içme-kullanma-sanayi tarafından 2 km³/yıl'ı sulama suyu olarak tüketilmektedir. (Candeğer O., 1996)

BÖLÜM 2

2.1. MERİÇ-ERGENE HAVZASININ HİDROLOJİK DURUMU

Hayat için gerekli olduğuna inanılan 20'den element, ekosisteminde devamlı olarak devretmekte ve bunların teşkil ettiği maddeler bir halden diğerine dönüşerek kaynakları yenilemektedir. Su da bunlar arasındadır. Yağış, akış ve sızma, hidrolojik çevriminin başlangıcı ve sonu olmayan dönüşümleri oluşturur. Yeryüzüne yağın yağmurun bir kısmı, doğrudan doğruya su yüzeylerine düşer, bir kısmı zemin yüzeyinden akararak, dere, nehir, göl ve doğal haznelere veya denize ulaşır. Bir kısmı da zemin içlerine sızar; su yüzeylerinden, araziden ve bitki örtüsünden buharlaşarak hemen atmosfere döner.

Zemine sızan suyun bir kısmı, yüzeye yakın olan yerlerde kapilarite yoluyla tutulur. Kapiler suyun bir kısmı ise doğrudan doğruya buharlaşarak atmosfere döner. Diğer bir kısmı ise terleme yoluyla büyük ölçüde atmosfere geri verilmek üzere bitki örtüsü tarafından alı konulur. Zemin içine sörülen suyun geri kalan kısmı, daha aşağıda bulunan yeraltı suyuna kavuşup onun bir parçasını teşkil edinceye kadar zemin yüzünden, pınarlar veya sızıntı suları halinde dışarı çıkar veya su seviyesinin üstünden veya altından akar, durgun sulara ve denizlere karışır. Suların dere ve nehirlerde akmasına hidrolojide akış denir. Akış, ya doğrudan doğruya yağışlardan yüzeysel akış olarak meydana gelir; ya dolaylı olarak göllerin, doğal havuz ve haznelerin su seviyelerinin alçalması veya yeraltı sularının sızmasından oluşur. (Muslu, 1993)

Su, son derece değerli doğal kaynaklardan birisidir. Su olmadan yaşamın hiçbir şekli mümkün değildir. Su, bitkiler ve hayvanlar alemi ve bu alemin sürekliliği için vazgeçilmez bir ögedir. Bu kaynak, hidroelektrik enerjisi üreten bir güç, bazen bir taşıma hizmetine olanak sağlayan yararlı bir ortam, bazen de sel ve taşkınlar halinde toprakları taşıyarak zararlı olan bir öge olabilmektedir. (Wisler and Brater, 1959)

Dünyanın nüfusu hızla artmakta ve içme, kullanma ve endüstri için suya olan gereksinim de büyük ölçüde artmaktadır. Hidroloji bilimi yalnız mühendislik uğraşları için gerekli olmayıp, ormancılık, tarım ve doğal bilimlerin tüm kolları için gereklidir.

Ülkemizde su kaynaklarımızın potansiyeli ve bunlarla ilgili çalışmalar Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nce yapılmaktadır. Su kaynaklarımızın gelişmesi ile ilgili sorunları geniş çapta incelemek üzere Türkiye, yağış alanları yönünden 26 havzaya ayrılmıştır. (Tablo 2.1.)

Tablo 2.1. Türkiye'nin su potansiyeli (1991 D.S.I.)

H A V Z A				HAVZADAKİ ORTALAMA SU			HAVZADA SU DEPOSU	
NO	ADI	NÜFUS 1990	Y.ÖLÇÜMÜ (Km ²)	YIL. ORT. YAĞIŞ (mm)	YIL.HAVZA VERİMİ (l/s/Km ²)	YIL.TOP. AKIŞ (Km ³)	BARAJ ADET	DEPO EDİLEN SU (hm ³)
1	MERİÇ ERGENE	1002635	14560	604,0	2,9	1,33	20	947,4
2	MARMARA	9392354	24100	728,7	11,0	8,33	54	2191,3
3	SUSURLUK	1882366	22399	711,6	7,2	5,43	20	3121,7
4	KUZEY EGE	575234	10003	624,2	7,4	2,09	13	765,3
5	GEDİZ	2103941	18000	603,0	3,6	1,95	13	3355,6
6	K. MENDERES	1672677	6907	727,4	5,3	1,19	10	811,4
7	B. MENDERES	1809770	24976	664,3	3,9	3,03	13	2403,6
8	BATI AKDENİZ	780244	20953	875,8	12,4	8,93	18	1685,9
9	ANTALYA	1287999	19577	1000,4	24,2	10,06	11	2780,6
10	BURDUR GÖLLER	205788	6374	446,3	1,8	0,5	11	196,0
11	AKARÇAY	535478	7605	451,8	1,9	0,49	3	172,0
12	SAKARYA	5189644	58160	524,7	3,6	6,40	40	7069,9
13	BATI KARADENİZ	2036589	29598	811,0	10,6	9,93	23	2447,8
14	YEŞİLIRMAK	2427117	36114	496,5	5,1	5,8	41	4876,5
15	KIZILIRMAK	3833053	78180	446,1	2,6	6,48	82	23069,5
16	KONYA KAPALI	2424286	53850	416,8	2,5	4,52	25	2884,8
17	DOĞU AKDENİZ	1634036	22048	745,0	15,6	11,07	12	9213,5
18	SEYHAN	2424286	20450	624,0	12,3	8,01	18	6192,9
19	ASI	1634036	7796	815,6	3,4	1,17	8	850,9
20	CEYHAN	1586621	21982	731,6	10,7	7,18	24	7658,8
21	FIRAT	1303741	127304	540,1	8,3	31,81	80	109947,7
22	DOĞU KARADENİZ	859002	24077	1192,2	19,5	14,90	45	1517,0
23	ÇORUH	6478772	19672	629,4	10,1	9,30	17	7467,6
24	ARAS	2507257	27548	432,4	5,3	4,63	18	3555,3
25	VAN KAPALI	508719	19405	474,3	5,0	2,39	7	567,9
26	DICLE	1234532	57814	867,2	13,1	21,33	36	30330,5
T O P L A M		56473035	* 779452	** 642,8	209,3	186,05	652	236101,4

NOT: * Akarsu havzalarının Türkiye dışındaki alanları dahil edilmemiştir.

** Ortalama değer

Yurdumuzda yıllık yağış ortalaması 642,6 mm. buna karşı gelen su potansiyeli 501 milyar m³'dir. Bu miktarın akış durumuna geçen kısmı 186,05 milyar m³'tür. Yağış ve akışa geçen miktarlara göre, Türkiye için ortalama akış katsayısı 0,37 olmaktadır. Diğer bir anlatımla yağışlarla yeryüzüne düşen suyun %63'ü buharlaşma ve transpirasyon (evapotranspirasyon) gibi nedenlerle yer üstü akımı haline geçememektedir.

Tablo 2.2.'de Türkiye'nin su potansiyeli ile bilgiler görülmektedir. Bu tablo (DSİ Haritalı İst. Bülteni) incelenirse, Akış katsayısının (1967'deki değeri olan %32'den, 1993'de %37'ye çıktığı görülür ki bu bizim potansiyelimizin arttığını ifade eder ve yine yeraltı sularımızın artışı gözüküyor ki burada akış katsayısının artarken, yeraltısularımızın artması çelişki yaratıyor ki bu konuda incelenmeye değer ayrı bir çalışma yapılabilir. Yine görüldüğü gibi yapılan çalışmalar belirli ve

Tablo2.2. Türkiye Su Potansiyeli (DSİ, Haritalı İst. Bülteni)

	1993 yılı	1991 yılı	1967 yılı
Türkiye yağış ortalaması (aritmetik Metod) (mm)	642.6	642.6	670
Türkiye'ye düşen ortalama yıllık yağış hacmi (km ³)	501.0	501.0	518
- Yer üstü suları;			
Akış Halindeki Miktar (km ³)	186.05	186.05	166
Yıllık Akış Yağış Oranı	0.37	0.37	0.32
Tüketilecek yıllık su miktarı (km ³)	95	95	86
Fiili yıllık su tüketimi	25.9	25.6	-
- Yeraltı Suları;			
Çekilebilir yıllık su potansiyeli (km ³)	12.0	11.6	6
Tahsis edilen su miktarı (km ³)	7.6	6.6	5.8
Fiili yıllık su tüketimi (km ³)	5.7	5.4	-

daha kısalı periyotlarla verilerin ve uygulanan metotların da daha hassaslaşması ile optimum sonuçlar ile projelendirme çalışmalarına gidilmesi insanlarımız yararına olacaktır. Bu tez çalışmamın amaçlarından biri de yeni bir metot YA ile Meriç-Ergene havzasında su potansiyelini tesbit etmektir. DSİ'nin yaptığı ortalama yağış yüksekliği hesapları aritmetik ortalama ile yapılmaktadır. Aritmetik ortalama, düz topografyası az alanlarda ve istasyon verileri de birbirine yakın değerler için uygun sonuçlar veren bir yöntem olup Türkiye'nin çok engebeli topografyası için uygun değildir.

Türkiye su potansiyeli bakımından oldukça zengindir. Ancak faydalanma bakımından iyi değildir. Biz sularımıza müdahale etmedikçe, ya komşu ülkelere akıp gitmekte (Çoruh, Arpaçay,

Aras Rusya'ya, Sarısu İran'a, Dicle Irak'a, Fırat Suriye'ye ve Irak'a) ya da sınırlarımız içinde deniz, göl ve bataklıklarda son bulmaktadır. Türkiye su kaynaklarının %15'ini kullanmaktadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %30 ile %95 arasında değişmektedir ki ülkemizde sudan yararlanmak için, gereksinime bağlı olarak sularımıza düzen vermek ve bu amaçla depolama tesisleri yeni barajlar yapmanın gerekli olduğu açıktır. Türkiye'mizde 26.712.113 ha ova arazi sahasının 1.381.229 ha'ı Meriç-Ergene havzasındadır. Bu Türkiye genelinde oranı %5,2'dir. Yine sulanabilir arazi bakımından, tüm Türkiye'nin 16.222.122 ha'lık sulanabilir arazi bakımından, tüm Türkiye'nin 16.222.122 ha'lık sulanabilir alanın 1.223.263 ha'lık kısmı Meriç-Ergene havzasındadır. Türkiye içindeki oranı %7.54 olmaktadır. Meriç-Ergene nehirleri yıllık ortalama 1,33 km³ su taşımaktadır. Bu değer tüm Türkiye'nin %0,72'si kadardır. Diğer havzalara ilişkin bilgiler Tablo 2.1.'de görülebilir.

Türkiye'de nehir havzalarında su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi konusunda olanakları belirlemek üzere yapılan etüdlere göre Türkiye'nin su rejimini düzeltmek için 473 baraj, inşası düşünülmektedir. Bu barajların aracılığı ile akarsularımız düzenlendiğinde 5.541.263 Ha alanın sulanması, 444.403 Ha alanın taşkından korunması, 165.367 ha alanın kurutulması, 2358 milyon m³ suyun içmesuyu olarak kent ve kasabalara ulaştırılması konuları çözümlenmiş olacaktır.

Ülkemizde halen yerüstü ve yeraltı su kaynakları ile sulanmakta olan 4.2 milyon ha'dır. Bugünkü koşullarda büyük ve küçük sulamalar, yerüstü ve yeraltı sulamaları ile ekonomik olarak sulanması olanaklı görülen tarım arazisi 8.5 milyon ha civarındadır. Buna ek olarak 4.3 milyon Ha arazinin ilerdeki yıllarda sulanması için gerekli tesislerin inşası söz konusudur. (DSİ, 1982)

Diğer taraftan, ülkemizin 2000 yılındaki su gereksinimi içme ve kullanma suyu 9,07 milyar m³, sulama suyu 57,60 milyar m³, endüstride kullanılacak su 7.30 milyar m³ olmak üzere toplam 73,97 milyar m³ olarak tahlin edilmektedir. (DPT, 1985)

2.2. YAĞIŞLARIN OLUŞUM VE ÖLÇÜMLERİ

Atmosferdeki su buharı başlıca yağmur, kar, dolu, yağmurla karışık dolu ve kurağı şeklinde yeryüzüne düşer. Bütün bunlar hidrolofide yağış deyimi ile ifade edilir. Yağmur ve kar hidrolojik bakımdan en önemli iki yağış şekli olup hidrolojik açıdan aralarındaki fark yağmur halinde yeryüzüne düşen sular derhal akış haline geçtikleri halde karın genellikle uzun süre sonra erimesidir. Yağışlar, ısı, nem, hava hareketleri ve rüzgarlar gibi atmosferik olaylardan birini oluşturmakta olup, meteoroloji ikminin konusu içine girmektedir. Atmosferik olaylarla ilgili bu bilim dalı, toprak ve su kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanılması için gerekli bir bilgileri

kapsar. Hava halleri ve özellikle yağışlar toprakların çözünüp taşınmasında, bir yerde sulamaya gereksinme olup olmamasında veya topraktaki fazla suyun drenajla alınıp, alınmamasında olup olmamasında veya topraktaki fazla suyun drenajla alınıp, alınmamasında etkili etmenlerdir. Hidroloji bilimi, hidrolejik devrede yağışlardan başlayarak evapotranspirasyona su kaybına kadar olan kısım ile uğraşmaktadır. Yağışların bir kısmı, daha yeryüzüne ulaşmadan buharlaşmakta ve bazı yağışlar da bir şekilde diğerine dönüşmektedir. Dünya yüzeyine ulaşan yağışın bir kısmı vefasyonun yaprak ve dal gibi toprak üstü kısımları tarafından tutulmakta (intersepsiyon) ve toprak yüzeyine ulaşmadan buharlaşmaktadır. Toprak yüzeyine ulaşan yağış sularının bir kısmı toprağın yüzeyinden içeri sızmakta (infiltrasyon), bir kısmı da buna fırsat bulamadan buharlaşmaktadır. Böylece toprak ve yüzeyinden buharlaşma ile yağış sularının bir kısmı tekrar atmosfere dönmektedir. Diğer yönden intersepsiyonla, tutulan sudan ayrı olarak, transpirasyon (terleme) olayı ile de bitki yapraklarından, bir kısım su atmosfere yitilmektedir. (1994)

İnfiltrasyonla toprağa giremeyen su, toprak yüzeyinden yüzeysel akış halinde akmakta ve derelere, ırmaklara, göllere ve denizlere ulaşmaktadır.

Toprak yüzeyinden içeriye sızan su ise, kısmen yüzeyaltı akışları halinde toprak kök zonunda hareket etmektedir. Diğer bir kısmı da, yer çekimi ile daha derinlere perkolasyon'la sızmakta, bunlar da yeraltı sularını taban suyunu beslemekte ve kaynaklar şeklinde tekrar yeryüzüne çıkmaktadır. Kısaca bu ön bilgilerden anlaşılacağı gibi, hidrolojik devrenin a-Yağışlar, b-intersepsiyon, c-İnfiltrasyon, d-Evaporasyon, e-Transpirasyon, f-Yüzey akışları, g-Yüzeyaltı akışları olmak üzere yedi ögesi vardır. Yerden 25 km. yüksekliğe kadar atmosferin gaz bileşimi, hacim olarak %78,9 Azot, %20,95 oksijen, %0,93 Argon, %0,03 Karbondioksitten oluşmaktadır. Diğer yönden su buharı ise atmosferin diğer gaz ögeleri, gaz formunu korudukları halde, gaz halindeki su buharı yoğunlaşarak sıvı hale gelmekte, donarak kar ve buz gibi katı forma girmektedir. Bu değişimlerde, atmosferin sıcaklığında doğal yollarla meydana gelen değişikliklerle olmaktadır. (Peterson, 1958) Yağışlarda da böylece su buharının sıvı ve katı halde yeryüzüne düşmesi ile meydana gelmektedir. Atmosferdeki su buharı, büyük ölçüde okyanuslar, göller, nehirler ve nemli toprak yüzeyinden olan buharlaşma ile oluşmaktadır. Okyanuslardan olan buharlaşma, atmosferik nemin asıl kaynağıdır. (Wisler and Brater 1959)

2.2.1. Yoğunlaşma

Belli bir sıcaklık ve hacimdeki hava içerisinde, belli miktarda su buharı bulunur. Eğer bu özellikteki hava içerisine su buharı eklenirse, katı yüzeyler üzerinde yoğunlaşma meydana gelir.

Havadaki su buharının sıvı veya katı haldeki suya dönüşmesine yoğunlaşma denir. Yoğunlaşmaya iki noktadan erişilmektedir. (1) Havadaki nem miktarının artması, (2) Hava sıcaklığının düşmesi. Atmosferdeki su buharının yoğunlaşması ile genellikle bulutlar oluşur. Fakat her bulut hemen yağışa dönüşmez. Yoğunlaşma belli başlı dört nedenden ötürü meydana gelir: Bir hava kitlesinin bulunduğu düzeyden aşağıya ya da yukarı doğru hareketli sonunda, basıncın yükselmesi ya da yukarı doğru hareketi sonunda, basıncın yükselmesi yada alçalması ile bu hava kitlesinin hacmi küçülür veya büyür. Küçülme ile sıkışma işi ısı enerjisine dönüşür ve hava kitlesinin sıcaklığı artar, büyümesi ile ısı enerjisi dış basınca karşı yapılan işe harcanır ve hava kitlesi soğur. Eğer yukarıdaki hava kitlesi daha soğuksa, aşağı tabakalarda bulunan daha nemli ve sıcak olan hava kitlesi yükselir. Bu hava kitlesi yükselirken etrafındaki atmosferik basınç düşer ve böylece genişleme olur. Bünyesindeki ısı enerjisi bu genişleme olayında kullanılır. Bunun sonucu olarak da sıcaklığı düşer ve bağıl nem artar. Bu yükselme sonucu olarak da sıcaklığı düşer ve bağıl nem artar. Bu yükselme sürdüğü takdirde sonuç olarak nem ve sıcaklık ilişkileri doyma noktasına erişir ve yoğunlaşma olur.

Eğer belli bir hava kitlesi nem ile doymuş halde değilse ve çevresiyle doymuş halde değilse ve çevresi ile bir ısı alışverişi de yoksa, bu hava kitlesi yükseldiği takdirde genişleyecek ve bu genişleme için bir miktar ısı enerjisi harcanacağı için kendi sıcaklığı düşecektir. Bu olaya “kuru adyabatik soğuma” denir. Bu şekilde yükselen bir hava kitlesinin sıcaklığı kuru adyabatik soğuma ile her 100 m.de 1 °C düşer.

Doymuşluk derecesine erişildikten sonra hava kitlesi yine yükselir. Bu halde hava kitlesi soğumaya devam eder ve yoğunlaşma olduğu zaman su damlacıkları oluşur. Bu olaya “nemli adyabatik soğuma” denir.

Hemen hemen yağışların büyük bir kısmının oluşumuna neden olan olay adyabatik soğumadır. (Muslu, 1994)

Yoğunlaşmaya neden olan diğer olaylar ise, farklı sıcaklıktaki hava kitlelerinin karışımı, daha soğuk bir yüzeyle temas sonucu olan soğuma ve radyasyonla ısı kaybederek soğuma suretiyle meydana gelen yoğunlaşmalardır. Temas ve radyasyonel soğuma ile oluşan yoğunlaşma, çay, kırağı ve sis oluşumuna neden olur.

2.2.2. Yağışların Oluşumu, Sınıflandırılması ve Yağış Tipleri

Bir hava tabakası içinde toplam su buharı miktarı, tabanı 1 m² olan hava sütununun içindeki su buharının 1 m² taban alanında bir su sütunu şeklinde yoğunlaşması halinde, bu suyun yüksekliği

cinsinden ifade edilir. Su buharı ile tamamen doymuş haldeki havanın içindeki su buharı hacmi bu sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı ile, o andaki atmosfer basıncı arasındaki oranla, hava hacminin çarpımına eşittir. Atmosfer basıncı yükseldikçe azaldığından, yükseldikçe hava kütlelerinin doymuş halde ihtiva edecekleri su buharı miktarı azalır.

Atmosferdeki su buharının yoğunlaşması (kondensasyonu) genel olarak bulut şeklinde kendini gösterir. Sıcak bir günde bulutların gözlenmesi bunların yavaş yavaş çoğaldığını ve neticede buharlaşma sebebi ile ortadan kaybolduklarını gösterir. Sıcak bir günde bulutların gözlenmesi bunların yavaş yavaş çoğaldığını ve neticede buharlaşma sebebi ile ortadan kaybolduklarını gösterir. Bütün bulutlar yağış meydana getirmezler. en önemli yoğunlaşma olayı Adyabatik soğumadır, bunun izahı şöyledir; Yeryüzünde veya yeryüzüne yakın noktalarda bulunan su buharına doymamış hava, konveksiyon veya başka yollarla yükseltilen zaman, yüksek noktalarda basıncın azalması sebebiyle genişler. Yeryüzüne yakın noktalar hariç bu genişleme adyabatiktir. Yani havaya dış kaynaklardan hiç ısı ilave edilmez veya havanın kendini ısısından hiç bir kısmı çekilmez. Bununla beraber genişleme sırasında, ısı enerjisinin bir kısmı iş haline dönüşmesi sebebiyle sıcaklığı düşer. Sıcaklıktaki bu azalmaya dinamik ve adyabatik soğuma denir. Bu yoğunlaşma olayının esas kaynağıdır ve pratik olarak bütün yağışların doğrudan doğruya sebebinin teşkil eder.

Yağmur doğrudan doğruya çapları 500 ila 4000 mikron arasında değişir. Buradan, yağış başlamadan önce, damlaların çaplarını artıracak bazı hadiselerin gerekli olduğu neticesi çıkar. Yani, sis ve bulut içinde yoğunlaşma çekirdekleri üzerine tekasüf etmiş çok küçük damlaların büyüyerek yeryüzüne düşebilecek iriliğe erişmesi gerekir. Bu durumun meydana gelebilmesi için donma noktasının altına kadar soğumuş buz taneleri ve su damlacıklarının bir bulut içinde birbiri ile karışması gereklidir; yahut da küçük damlacıkların çarpışarak birleşmesi lazımdır. Son yıllarda bu şartı gerçekleştirerek sun'i yağmur yağdırmak için havaya kuru buz veya gümüş iyodür serpmek yolunda çalışmalar yapılmaktadır. (Erkek, 1993)

Yağış hava kitesinin herhangi bir şekilde yükselmesi ve soğuması sonucu içindeki nemin yoğunlaşması yağmur, kar ve dolu gibi, sıvı veya katı olarak yeryüzüne düşmesidir. Yağışa dönüşecek yoğunlaşmanın meydana gelmesi için "yoğunlaşma çekirdeği" denilen ve çapları 10^{-3} ila 10^{-10} mikron olan duman, toz, buz gibi parçacıkların hava içinde yeterli sayıda bulunması gereklidir.

Hangi nedenle olursa olsun yükselen bir hava kitesinin nem kapsamı yeterli ve uygun ise sonuçta genellikle bir yağış oluşmaktadır. Yağışların 3 grupta toplanabilir: (a) Konveksiyonel yağışlar, (b) Orografik yağışlar, (c) Depresyonik (siklonik) yağışlar veya cephesel yağışlar.

a) Konveksiyonl Yağışlar: Sıcak günlerde yeryüzü ısınır ve yeryüzüne yakın olan hava tabakalarının da ısınmasına sebep olur. Bu durum havanın yükselmesine, genişlemesine, dinamik olarak soğuyarak yoğunlaşmasına ve yağış teşekkülüne yol açar. Konvektif (yağışlar diye de isimlendirilen bu yağışlar tropikal bölgelerde çok görülür. Etrafı dağlarla çevrili bölgelerde daha ziyade yaz aylarında bu tip yağışlara rastlanır.

b) Orografik Yağışlar: Su buharı ile yüklü hava kitlelerinin topografik engeller üzerinden aşmaya zorlanmasından ileri gelen yağışlardır. Geometrik yüksekliğin, orografik yağışların oluşumu üzerindeki etkisini açıklamak için, bu esnada meydana gelen fiziksel olayları iyi kavramak lazımdır. Bilindiği gibi suya doymamış olan hava yeryüzünden yükseklerle konveksiyon veya başka sebeplerle taşınırken, yüksek noktalarda basıncın azalması sebebiyle genişler. Yeryüzüne yakın kısımlar hariç, bu genişleme adyabatiktir. Yani havaya dış kaynaklardan ne ısı girer, ne de bu hava kitesinden dışarıya ısı enerjisi çekilir. Bununla beraber, genişleme olayı sırasında iş haline dönüşen bir kısım ısı enerjisi sebebiyle sıcaklık düşer. Sıcaklıktaki bu azalmaya "dinamik veya adyabatik soğuma" adı verilir. Adyabatik genişlemede yoğunlaşma olmaması halinde yükselen hava tabakası her 305 m'de 3,06 °C veya takriben her 1000 m'de 10 °C soğur. buna kuru adyabatik genişleme denir. Fakat tersine, yoğunlaşma noktasına ulaşırsa, buharlaşma ısı ortaya çıkar. Yani geri verilir, bu halde ıslak adyabatik genişleme meydana gelir. ıslak adyabatik genişlemede açığa çıkan ısı sebebiyle soğuma hızı düşer, her 1000 m'de yaklaşık 5,82 °C. Ülkemizde Karadeniz'de kuzeyden esen sürekli rüzgarlar, birlikte getirdikleri nemli hava kitlelerini Kuzey Anadolu Dağlarının kuzey yamaçlarından yağışa dönüştürürler. Memleketimizin sahil bölgelerindeki yüksek yağışlar çoğu zaman böyle meydana gelir.

c) Depresyonik (Siklonik) Yağışlar: Kuzey yarım küresinde, hava alçak basınç merkezine, saat yekkovanının aski yönde dönerek helezon şeklinde hareket ederek girer. Alçak basınç merkezinde hava kitesi bir baca gibi yükselir, genişler ve dinamik olarak soğur ve bünyesindeki nem yoğunlaşarak yağışlar meydana gelir. Bu yağışlara depresyonik (cephesel) yağışlar ismi verilmektedir. Meteorolojik bakımdan farklı iki hava kitesinin karşılaşması ile oluşan cephe boyunca yoğunluğu az olan hava kitesinin yoğunluğu fazla olan hava kitesi üzerinde yükselmesi ile adyabatik olarak soğuma, dolayısıyla "yoğunlaşma" ve yağışlar meydana gelmektedir. (Erkek, 1993)

Genellikle Türkiye üzerinde meydana gelen şiddetli yağışların depresyonik olduğu görülmüştür. Sahil bölgelerinde ve engebelerin bulunduğu diğer bölgelerde orografik sağnaklar, İç ve Doğu Anadolu'nun etrafı dağlarla çevrili kısımlarında konveksiyonel sağnaklar oluşur.

2.2.3. Yağışların Ölçülmesi

Yağışın bütün şekilleri düştükleri yerde kaldıkları zaman biriken suyun derinliği olarak ölçülür ve mm olarak ifade edilir. Yatay bir düzlem üzerinde toplanan yağmur suyu yüksekliğini ölçmek için kaydedici olan ve olmayan ölçükler kullanılır. Yağışlar yağış ölçer deen meteoroloji aletleri ile ölçülür. (Bayazit, 1991)

a) **Kaydedici Yağmur Ölçekleri (Plüviograf):** Bir ölçekler, yatay bir düzlem üzerinde toplanan yağmur suyu yüksekliğini zamana bağlı olarak bir kağıt üzerinde gösterirler. Dolayısıyla bu eğriler yardımıyla, yağış şiddetlerini ve bunun zamanla değişimini bulmak mümkündür. Bu bilgiler özellikle yağmur suyu kanal sisteminin hesap ve projelendirilmesinde ve akarsularda feyezan seviyelerinin önceden bilinmesinde lüzumludur. Kaydedici ölçeklerin çeşitli tipleri vardır; bunlar; devrilen kovalı yağmur ölçeği, terazili yağmur ölçeği ve yüzgeçli yağmur ölçeği. Türkiye'de en çok kullanılan terazili tipte olanıdır. Bu tipte bir terazi üzerine oturtulmuş standart kesitli bir kaba düşen yağış devamlı olarak tartılıp bir kaydedici ile bir silindir etrafına sarılmış özel kağıda çizilir. Silindirin dönme hızına bağlı olarak bir günlük veya bir haftalık özel grafik kağıtları kullanılarak, bir günlük veya bir haftalık toplam yağış eğrileri elde edilir.

b) **Kaydedici Olmayan Ölçekler (Plüviometre):** Düşey kenarlı herhangi bir kap yağış ölçmekte kullanılabilir. Ancak, ölçüm sonuçlarını birbiriyle karşılaştırabilmek ve hataların aynı mertebede kalmasını sağlamak için standart kaplar kullanılmalıdır. Çok kullanılan bir plüvyometre tipi (U.S.Weather-Bureau) 20 cm. çaplı bir silindir şeklindedir. Okuma prezisyonunu artırmak ve buharlaşmayı azaltmak için bu kabın içine alanı silindirin 1/10'u kadar olan bir iç kap yerleştirebilir. İç kaptaki toplanan yağış bölmeli bir çubukla ölçülür, okuma 10'a bölünerek yağış yüksekliği elde edilir. Yağış yüksekliği 50 mm.yi geçince toplanan su taşmaya başlar, iç kap çıkarılarak toplamaya devam edilebilir.

Plüvyometreler yağış yüksekliğinin zamanla değişimini kaydedemezler, ancak belli bir zaman aralığında toplam yağışa verirler. Okumalar genellikle günde bir defa yapılır. Erişilmesi zor yerlerde uzun süre içindeki yağışı toplamak için totalizatör denen daha büyük kaplar da kullanılır.

2.2.4. Yağış İstasyonları Ağı

Yağış ölçme istasyonlarının yoğunluğu, yani birim alana düşen istasyon sayısı, ölçümlerin kullanılacağı amaca göre değişir. Ayrıca arazinin topoğrafik durumu da yoğunluğa etki eden bir faktördür. Engembeli bir arazide, düz araziye göre daha sık istasyona ihtiyaç olacağı açıktır. Genel olarak yoğun bir ölçüm ağı hatayı azaltır, diğer taraftan gözlem masraflarını artırır. Dolayısıyla amaca göre optimum bir ölçüm ağının bulunması gerekir. Genellikle düzlük geniş alanlarda yıllık ortalama yağış bulunmasında veya büyük ve yaygın sağanakların çalışmasında seyrek bir ağ yeterli olduğ u hâlde, kısa süreli sağanakların dağılımının incelenmesi için çok yoğun bir ağa ihtiyaç vardır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı optimum ölçek sıklığı olarak düz bölgelerde 600-900 km² de dağlık bölgelerde 100-250 km² de bir ölçek tavsiye etmektedir. Dağlık bölgelerde ölçekler en fazla 500m. kat farkıyla yerleştirilmelidir. Yağışın zaman içinde dağılımını belirleyebilmek için ölçeklerin bir kısmının (%10-20) yazıcı olması gerekirken. Türkiye’de 450 kadarı kaydedici yağmur ölçeği olmak üzere 1500 kadar yağış ölçeği vardır. Buna göre 500 km²’ye bir ölçek düşmektedir. (Özer, 1990)

2.2.5. Türkiye’de Yağış Ölçümleri

Ülkemizde yağış ölçümleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. D.S.İ.de bazı ölçümler yapmaktadır. Çeşitli meteoroloji istasyonlarına ait sağnak halindeki yağışlar için süre-şiddet-frekans bağıntıları eğriler halinde yayınlanmıştır.

Ülkemizde yağışların çoğu siklonik karakterlidir. Toros ve Kuzey Anadolu sıradağları’nda orognafik yağışlar, İç Anadolu’da yaz akşamları konvektif yağış sağnakları görülür. Çeşitli meteoroloji istasyonlarında uzun süreli ölçümlere dayanan aylık ve yıllık ortalama yağışlar ve extrem değerler için Meteoroloji Bültenleri yayınlanmaktadır.

2.2.6. Yağışın Yerel Dağılımı

Yağışın yersel dağılımını incelemek için eşyağış çizgilerini çizmek gerekir. Bu çizgiler yağış yüksekliğinin maximum olduğu bir yağış merkezini çevreleyen kapalı eğriler şeklindedir, bu bakımdan bir tepenin çevresindeki tesviye eğrilerine benzerler. Yağış merkezinin çevresinde belli bir alandaki ortalama yağış yüksekliği alan büyüdükçe azalır. Yağış merkezinden uzaklaştıkça yağış yüksekliğinde meydana gelen azalma, yağış süresi arttıkça daha yavaş olur. (Özer, 1990)

2.2.7. Yağışın Zaman İçinde Dağılımı

Bir yağış istasyonda ölçülen yağış yüksekliği zaman içinde önemli değişimler gösterebilir. Bazı bölgelerde yağışların aydan aya büyük değişiklikler gösterdiği, bazılarında ise yıl boyunca

oldukça üniform bir dağılım bulunduğu görülmektedir. Yağışın yıl boyunca değişimi bölgenin su bütçesini etkiler.

Yağışın zaman içindeki dağılımı, süresi boyunca şiddetinin ne şekilde değiştiğinin ifadesidir. Yağış şiddetinin zaman içerisindeki dağılımı, genel olarak birim zaman büyüdükçe azdır. Aynı zaman aralığındaki değişim yıllık yağışlarda aylık yağışlardan daha az, noktasal yağış havza yağışından daha çoktur. Ayların %60'ında normalin altında, %40'ında ise üstünde yağış gelir.

2.2.8. Yağışın Alan İçerisinde Dağılımı

Genel olarak yağışın 25 km² lik alana kadar aynı şiddeti gösterdiği ve bunun üzerindeki alanlar için, yağış merkezindeki şiddetin alanlarda tayini, seçilmiş tek merkezli en az 8-10 sağanağın analizi ile yapılmakta, çok merkezli yağışların olduğu daha büyük alanlarda ise derinlik süre eğrileri çizilmektedir. Noktasal yağış 25 km² ye kadar drenaj alanlarda aynen kullanılmakta, daha büyük alanlarda ise, yağışın alan içerisindeki dağılımın tayini gerekmektedir. (Bayazit, 1991)

2.3. BÖLGESEL ORTALAMA YAĞIŞ YÜKSEKLİĞİNİN BULUNMASI

Ölçme istasyonlarında ölçülen yağış değerleri nokta değerleridir. Hidrolojik çalışmalarda ise bir alan, ya da bir havza için ortalama yağış veya belli sürede düşen toplam yağış değerleri gereklidir. Dolayısıyla nokta değerlerinden alansal ortalamalara geçilmesi gerekir. Bunun için üç metod ve bu tez çalışmasının temel konusunu teşkil eden yüzde alan metodu incelenecektir.

Bir bölgedeki ortalama yağış yüksekliği:

$$P_{ort} = \frac{\int P.dA}{A} \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlar. Burada dA birim havza alanını, A bölgenin toplam alanını, P dA birim alanına düşen yağışı, Port ise A alanına düşen ortalama yağış yüksekliğini göstermektedir. (Beyazit, 1991) A havzanın her dA alanında bir ölçek yerleştirmek mümkün olamayacağına göre mevcut ölçeklerden faydalanarak hesaplanan yaklaşık bir değerle yetinmek gerekir. Ölçekler ne kadar sık olursa elde edilen sonucun doğruluğu o kadar artar, çünkü topografya, bitki örtüsü, göller ve yapılar gibi etkenler yağışın üniform dağılmasına engel olurlar.

Bizim çalışmalarda amacımız verileri en iyi şekilde değerlendirerek her bir istasyonun etrafında o ölçekteki okumayla temsil edebilecek alanı tespit etmemiz gerekir. Böylelikle ölçme istasyonunu temsil edebilecek alanı doğru bulmaktır.

2.3.1. Aritmetik Ortalama

Bir alandaki yağışın ortalama değerini bulmak için en basit metod, alandaki istasyasyonlarda belli sürede gözlenen değerlerin aritmetik ortalamasını almaktır. Eğer yağış ölçekleri bölge üzerinde üniform olarak dağılmış bulunuyor ve her bir istasyonun ölçmesi ortalamasından çok farketmiyorsa bu metod düz yerlerde iyi netice verir. En basit ve kaba metod olan aritmetik ortalama, arazi durumunun değişik ve karmaşık olması halinde yağış yüksekliği çabuk değişmesinden dolayı bu metotla doğru sonuç bulmak mümkün değildir. Bu metotta havza dışındaki istasyonlar alana ne kadar yakın olursa olsun kullanılmazlar.

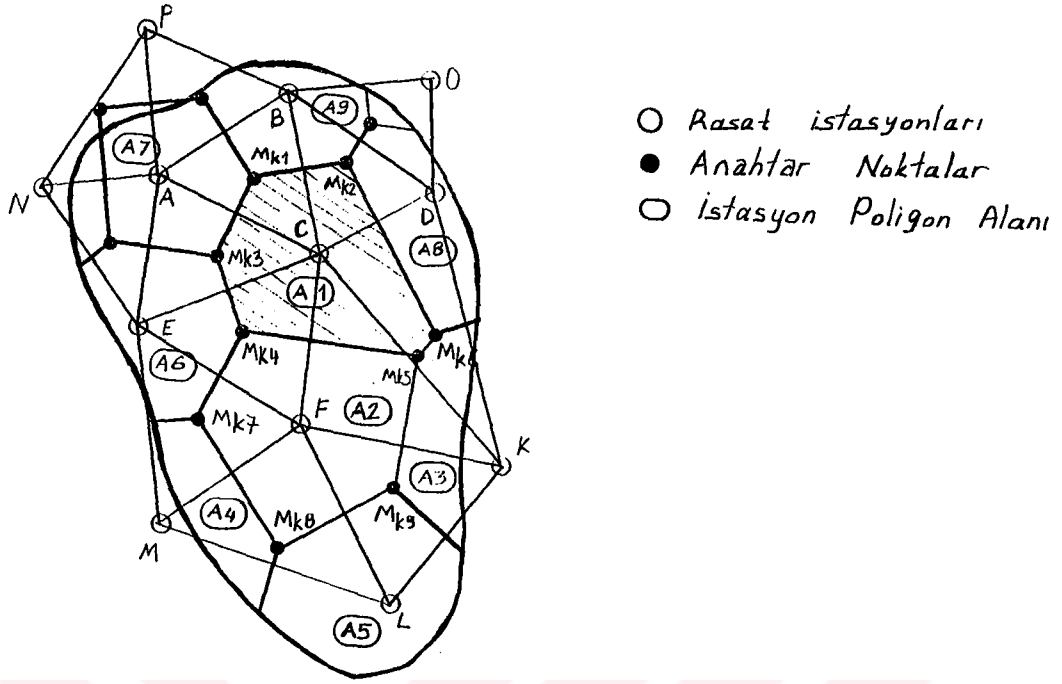
$$P_{ort} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \quad (2.2)$$

Havzadaki her bir istasyona ait meteorolojik değişkenin toplamı, istasyon sayısına bölünür. Bu metod yağış ölçeklerinin oldukça üniform dağıldığı 500 km² den küçük alanlarda kullanılabilir (Bayazıt, 1991 ve Diğerleri)

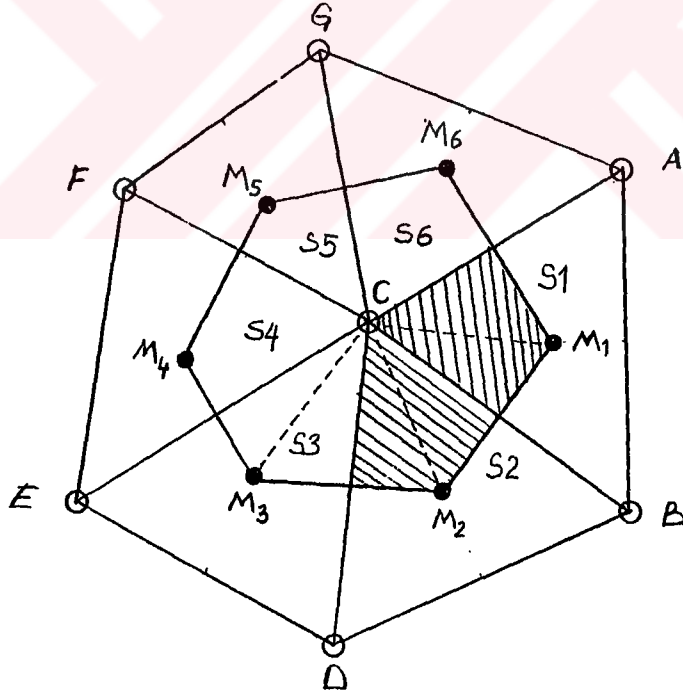
2.3.2. Thiessen Metodu

Bu metod ölçme istasyonlarının alanda dağılımına ağırlık verir. Thiessen Metodu; kullanılma alanı çok geniş olan kaba bir methoddur. Thiessen ağı bir harita üzerinde istasyonları birleştiren doğru parçalarına orta dikmeler çizilerek elde edilir. İstasyonlar birleştirilerek elde edilen üçgenlerin mümkün olduğu kadar eşkanar üçgene yakın olmaları uygun olur. Böylece orta dikmelerin meydana getireceği çokgenler daha düzgün ve kolay elde edilir. Her istasyon etrafında bu şekilde meydana getirilen çokgene o istasyonda gözlenen değer tesir ettiği kabul edilir.

Şekil 2.1.'deki gibi, havzada oluşturulan üçgenlerden örneğin ABC üçgeninin, AB kenarının orta dikmesi çizilir. Sonra BC ve AC kenarlarının orta dikmeleri de çizilir. Bu üç dikme aynı noktada keşisir. Bu noktaya anahtar nokta denir. İstasyonların oluşumundan kaynaklanan bu kesişim noktası, istasyonların koordinatları sabit kaldığından, sabit olacaktır. Thiessen Metodunun eksik yada hassas olmıyan tarafı bu yönüdür. Gerçekte yağış fiziksel olarak bu noktanın aylık veriler için 12 kez, günlük veriler için 365 kez değişmesi gerekliliği düşünülürse bu metodun hassasiyetinin zayıflığı iyice görülür.



Şekil 2.1. Thiessen üçgeni ve anahtar noktanın tesbiti



- Rasat İstasyonları
● Anahtar Noktalar

C istasyonunun Poligon Alanı S
 $S = S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6$

Şekil 2.2. Thiessen Poligonunun Tesbiti ve Alan Hesabı

Kenar orta dikmelerinin kesiştiği bu anahtar noktaya M denirse, benzer biçimde Şekil 2.2. deki gibi M_1, M_2, M_3, M_4, M_5 noktaları sabit olduğundan bunların oluşturacağı çokgenin alanı da sabit kalacaktır. Fakat gerçekte durum böyle değildir. Bu çokgenin içindeki C yağış istasyonunun yağış değeri yıl içinde artar veya azalır, oysa alanın sabit kaldığı kabul edilmektedir. (Şen 1994)'e göre yağış ile alan ters orantılı olmaktadır. Bu durum Thiessen metodunun hatasını ortaya koymaktadır.

Thiessen metodunda, anahtar noktalarının meydana getirdiği çokgenlerin veya poligonların alanları A_1, A_2, \dots, A_n bunlara yağış değerleri, çokgen içinde kalan yağış verileri olmakta bunlar P_1, P_2, \dots, P_n ise, havzaya ait ortalama yağış yüksekliği P_{ort} şöyle bulunur;

$$P_{ort} = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \dots + P_n \cdot A_n}{A} \quad (2.3)$$

Burada;

A = Toplam havza Alanı (m^2)

A_i = i-inci istasyona ait çokgenin alanı

P_i = i-inci istasyonun yağış değeri (yada başka bir parametre)

Herbir A_i poligon alanı, planimetre kullanılarak yağışla temsil edildiği kabul edilir. Poligon çizilirken havza dışında kalan, veri karakterleri bakımından havza içi ile ilişkisi olduğu düşünülen istasyonlar da gözönüne alınır. Böylelikle ağırlıklı bir ortalama ile alansal ortalama yağış hesaplanmış olur. Herbir istasyonun çevresinde kalan alanın yüzdesi, o istasyondaki yağışa ağırlık olarak hesaba girer.

Bu metod 500-5000 km^2 arasındaki bölgelerde kullanılır. Bu metod ile elde edilen sonuçlar aritmetik ortalama ile elde edilen sonuçtan daha iyidir. Bu metodun kolay yanı Thiessen çokgeninin değişmemesidir. İstenilen her yağış değeri için kolayca hesaplama yapılabilir. Mahzurlu taraflarından birisi de istasyonların yerinin değiştiği her hal için, yeni bir Thiessen diyagramının çizilmesi gerekir. Yine arazi topografyasının yağışlar üzerindeki etkisini dikkate almaması da başka bir sakınca oluşturur.

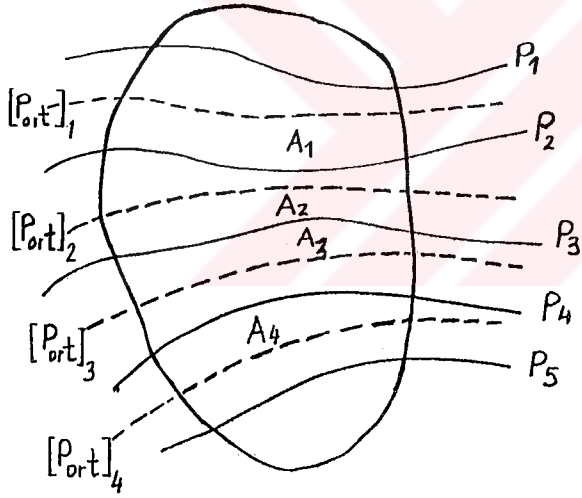
2.3.3. Eş Yağış (İzahiyet) Metodu

Bir bölge üzerindeki yağışın ortalamasının alınmasında hassa metod, izahiyet metodudur. Eşyağış haritası, aynı sürede aynı miktarda yağış alan noktalar birleştirilerek elde edilir. Eşyağış

eğrileri arasındaki alanların havza içinde kalan kısımları ölçülüp, her alana tekabül eden ortalama yağış değeriyle (genel olarak iki eşyağış eğrisine ait değerlerin aritmetik ortalamasıdır) çarpılarak bütün havza için toplanır. Elde edilen toplam, tüm havza alanına bölünerek ortalama yağış miktarı bulunur. Bu metotta da havzanın içinde ve dışında ki bütün yağış istasyonları kullanılır.

Eş yağış metodu, elde mevcut bütün bilgilerin kullanılmasını ve yorumlanmasını da mümkün kılar. Eş yağış çizgileri çizilirken bölgenin topografyasına ve yağışın dağılımına ait bilgileri de dikkate alıp bunları kullanmak uygun olur.

Bu metod daha çok istasyonların temsil ettiği alanları kullanarak, alansal ağırlıklı ortalama yağışın hesaplanmasını sağlar. Bu metoda ilişkin hesaplama şekil 2.3'de gösterilmiştir.



$$\begin{aligned} [P_1 + P_2] / 2 &= \bar{P}_1 \\ [P_2 + P_3] / 2 &= \bar{P}_2 \end{aligned}$$

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n \text{ Havza Alanı}$$

$$V = \bar{P}_1 \cdot A_1 + \bar{P}_2 \cdot A_2 + \dots + \bar{P}_n \cdot A_n$$

Havzaya Düşen Yağış Hacmi

$$P_{ort} = \frac{V}{A}$$

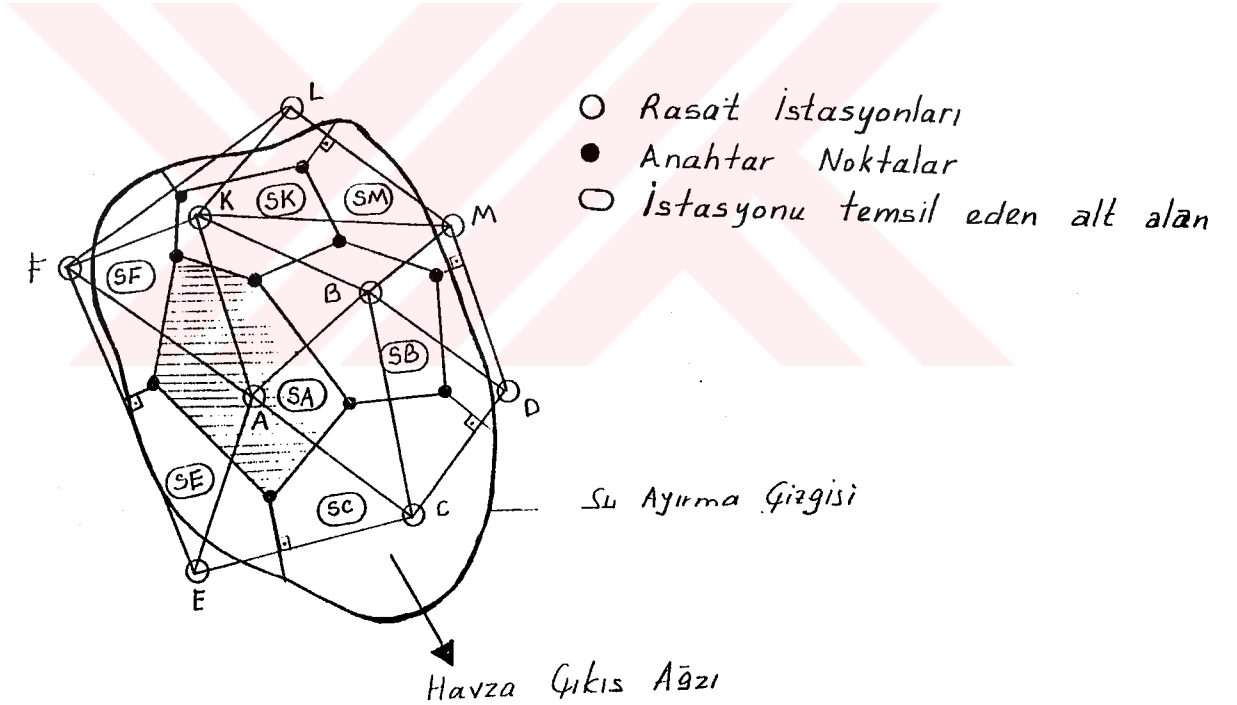
Havzaya düşen ortalama yağış yüksekliği

Şekil 2.3. İzohiyet Metodu

2.3.4. Yüzde Ağırlık (YA) Poligon Yöntemi

Birçok araştırmacı, yağışın bölgesel davranışının önemli alansal değişimler gösterdiğini tespit etmişlerdir. Wilson ve diğerlerinin izah ettiği gibi bu değişimler, yağışı oluşturan süreçlerin gelişme hızı ile tipine, bölgesel yüzey şekilleri ve rüzgar yönüne bağlıdır. Meteorolojik istasyonlar, dünyanın birçok yerinde, istasyonun etrafında oldukça sınırlı bir alanı temsil ederler.

Yüzde Ağırlıklı (YA) Poligon Yöntemi, pratik, basit ve hassasiyetle sonuca ulaşmayı amaçlayarak geliştirilmiş bir yöntemdir. YA yöntemi, istasyonların birer doğru ile birleştirilerek üçgenlerin oluşturulması bakımından Thiessen yöntemine benzer ancak klasik Thiessen poligon yöntemine hareketlilik kazandırarak, yağış ile alan arasında ters orantılı olduğu gerçeğini de vurguluyor. Böylece en fazla yağış alan istasyona en küçük alan tekabül eder. Şekil 2.4. Dolayısıyla daha sağlıklı yöntemleri kullanarak daha gerçekçi sonuçlara ulaşabiliriz.



Şekil 2.4. YA metoduna göre poligonların bir havza alanında gösterilmesi ve tesbiti

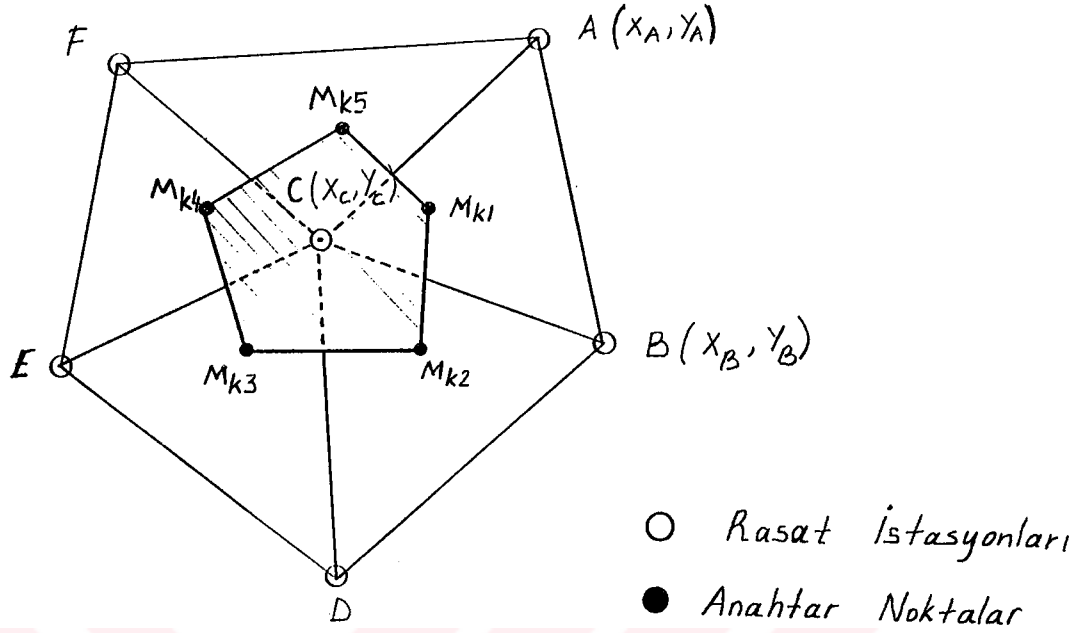
Thiessen poligon yönteminde, yağışların ortalamaları alınmadan herbir yağış miktarı, o üçgen köşesinin temsil ettiği alan için geçerli sayılır. Diğer alanların bulunmasında kenarların orta dikmelerinin kesiştiği nokta, aslında poligonlara ayırma işleminde anahtar olarak kontrol noktası vazifesini görmektedir. İşte Thiessen Yöntemi, komşu üçgenlerde bu anahtar noktalar bulunduktan

sonra, birleştirilmesi esasına dayanmaktadır. İşte bu anahtar noktaların statik kalması, YA yönteminin üretimine temel teşkil ederek, bu anahtar noktaların sabit kalmasının izahı yapılarak yeni yöntem kurulmuştur. Thiessen yönteminde bu anahtar noktaların aynı veya sabit kalması mantıklı mıdır? Yağışın değişmesiyle bu anahtar noktalar neden değişmektedir? Bu anahtar noktaların konumlarını, yağış miktarlarını da göz önüne alarak değiştirmek yanlış mı olur? Aslında bu noktaların konumlarını sadece arazinin topografyası ve özellikle yağışın alansal değişkenliğinin göz önünde tutularak belirlenmesi gerekir. Böylelikle poligon alanlarının oluşmasında, istasyonların konumlarına ilâve olarak yağışların etkisi de katılmış olacaktır. Yalnız burada yağış yerine diğer hidrolojik parametrelerden buharlaşma, nem veya başka bir parametre de olabilir. (B.Çepniler, 1994)

Anahtar noktaların yağışı da bağlı tespit edilebilmesi Thiessen poligonuna esneklik kazandıracaktır. Bir istasyonda yağış fazlası olması, bu istasyonu temsil eden alanın küçük olması da göstermektedir. Yani yağış ile alan arasında ters bir ilişki vardır. Hidroloji ile ilgili yapılan teorik ve pratik çalışmalarda görülmüştür ki yağış yüksekliği ile yağışın yağdığı alan arasında ters bir bağıntı vardır. Doğal olarak her istasyonda ölçülen miktarlar birbirlerinden farklıdır. Üçgenlerin üç köşesindeki bu farklı değerler, kendi aralarında yüzde olarak ifade edilebilir bu şekilde, Thiessen Poligonu oluşumundaki alan yüzdeleri yerine, yağış yüzdeleri esas olur. Çünkü Thiessen metodunda anahtar noktanın tespiti istasyonların sadece konumuna bağlı idi. YA'da durum farklı olup anahtar nokta aynı zamanda yağış değerine de bağlıdır.

İstasyonları temsil eden poligonları bulmak için komşu üçgenlerin anahtar noktaları birleştirilir ve istasyonu temsil eden poligon tesbit edilir. Eğer, sadece üç istasyon var ise o zaman sadece anahtar noktadan kenarlara dikler çıkarılır. Şekildeki 2.4. deki gibi bu dikmeler ile havza sınırları (ya da çalışma alanı sınırları) içinde kalan alanlar bulunmuş olur. Şekil 2.5'de görüldüğü gibi, çalışma havzasında bulunan üçgen sayısı kadar anahtar nokta bulunmaktadır. Bu tespitlerden sonra Thiessen poligonu yönteminin, herbir istasyondaki yağışların tamamen birbirine eşit olması halinde sunulan yöntemin pratikte ve tabiatta rastlanılmayacak kadar özel bir hali olduğu anlaşılır.

Y.A. yöntemi ile yağış yüksekliği ve alan arasındaki ters orantı göz önünde tutulmuş olur. İstasyonlardaki yağışlar esas alınarak onların herbir üçgen için yüzdelerinden faydalanarak bulunan alansal yağış yüksekliği yağışın değişimini göz önüne alması bakımından diğer yöntemlere bir üstünlük sağlar. (Şen, 1994)



2.5. YA metorunda anahtar noktaların birleştirilip istasyon poligonunun belirtilmesi

2.3.4.1. Yüze Alansal Metodunun Analitik Çözümü

YA Metodunun analitik çözümü için yapılacak işlemler kısaca aşağıda anlatılmıştır, ilgili Şekil 2.6. dır.

a- Su toplama havzasında koordinatları belirli olan üç adet meteorolojik istasyon üzerine bir üçgen kurulur.

b- ABC üçgeninin köşelerinin koordinatlarından faydalanarak üçgenin kenarlarının eğimleri bulunur. Bunlar M_{AB} , M_{BC} , M_{CA} dır.

c- Üçgenin köşelerinden karşı kenarlara çıkılan diklerin denklemleri belirlenir.

d- A, B, C istasyonlarının hidrolojik parametre (yağış, nem, buharlaşma vb.) değerlerini kullanarak, bu doğruları belli oranlarda bölen λ_1 , λ_2 , λ_3 sayıları belirlenir.

e- Bulunan λ sayılarından faydalanarak dikler üzerinde A", B", C" noktaları belirlenir.

f- A" den geçip üçgenin BC kenarına paralel geçen D₁ doğrusu, B" den geçip üçgenin AC kenarına paralel geçen D₂ doğrusu belirlenir.

- g- D_1 ve D_2 doğrularının kesim noktası bulunur ve buna anahtar nokta denir.
- h- Anahtar nokta bulunduktan sonra üçgen alanlara bölünmüş olur.
- i- Eğer su toplama havzasında birden çok üçgen var ise, her üçgen için bir işlem yapılır.
- k- Tüm havzayı taramak için istasyonların etrafında poligonlar oluşturulur.
- l- Poligonların alanları, üçgenlere ayrılarak hesaplanır.
- m- Poligon alanlarının değerleri poligon ortasındaki değeri ile çarpılarak, her poligona düşen yağışın hacmi bulunur.
- n- Bu hacimler toplanarak havzaya düşen yağmur hacmi bulunur.
- p- Havzaya düşen su hacmini kullanarak havzaya düşen ortalama su yüksekliği bulunur.

Anahtar nokta koordinatlarının $C_k (X_k, Y_k)$ hesabı ile Şekil 2.6. daki üçgen gözönüne alınabilir. Çalışma sahası, mevcut istasyonlardan faydalanarak üçgenlere ayrılır. Üçgenlerin köşe koordinatları sabit olduğundan oluşturulan üçgenlerin konumu da sabit olur. X eksenini boylam olarak ve dereceden metrik sisteme döndürülerek alınabilir. Ancak Z eksenini (hidrolojik parametrik değerler) değişken kabul edilerek üçgen alanlara ayrılır. A $[X_a, Y_a, Z_a]$, B $[X_b, Y_b, Z_b]$, C $[X_c, Y_c, Z_c]$ şeklinde ifade olunursa A, B ve C meteorolojik istasyonları (X,Y) meteorolojik istasyonun enlem ve boylamının koordinatlarını, Z ise meteorolojik istasyonda ölçülmüş olan veriyi (yağış, nem, buharlaşma v.b.) ifade eder.

A' (X_1', Y_1') Noktasının Koordinat Hesabı:

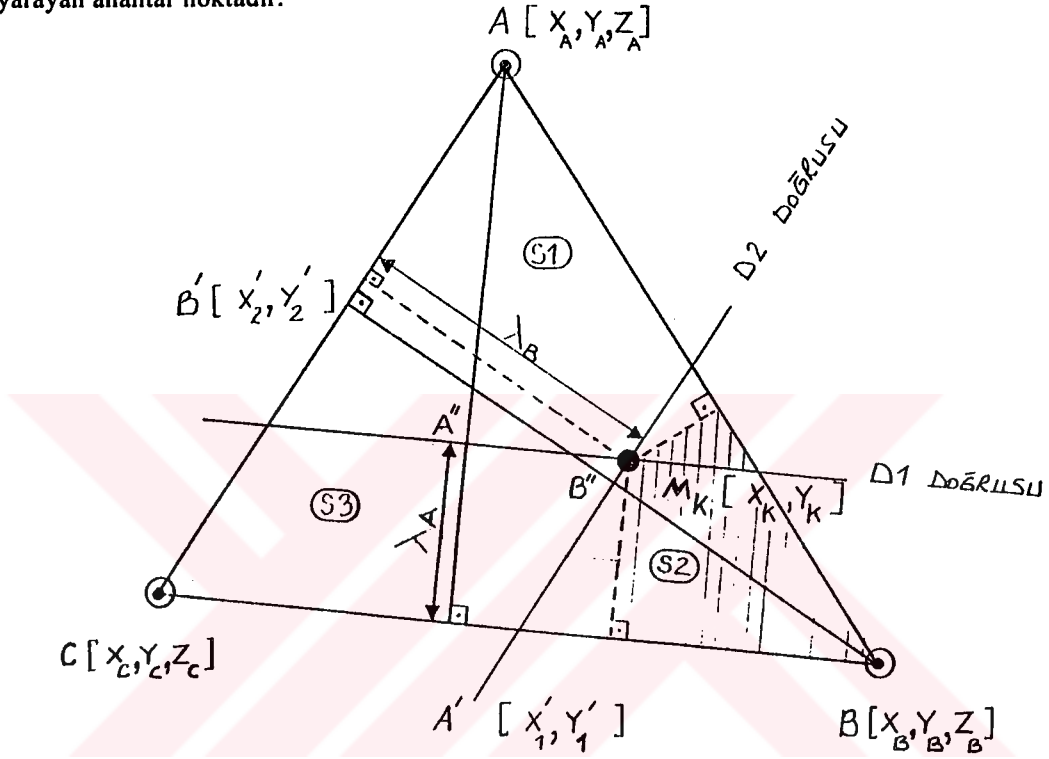
A (X_A, Y_A) noktasından BC doğrusuna dik olarak inen doğrunun BC'yi kestiği A' noktasının koordinatları şöyle bulunur;

$$X_1' = \frac{1}{m_{BC}^2 + 1} \cdot [m_{BC}^2 (X_B) + M_{BC} (Y_A - Y_B) + X_A] \quad (2.4)$$

$$Y_1' = \frac{1}{M_{BC}} (X_A - X_1') + Y_A \quad (2.5)$$

Burada
$$M_{BC} = \frac{Y_B - Y_C}{X_B - X_C} \quad (2.6)$$

dir. Şekil 2.6. incelendiğinde, A köşesinden BC kenarına dik iniliyor. Dikin kenarı kestiği noktanın koordinatlı yukarıda bulunmuştur. AA' dikmesini belli oranda bölen (dik ayağından yukarı doğru) nokta, Z değerinden faydalanılarak bulunacaktır. Bu nokta A''(X₁'', Y₁'') dir. A'' den geçen BC kenarına paralel olan D₁ doğrusu bulunmuş olur. Aynı işlemler B köşesi için yapılırsa o zamanda D₂ doğrusu belirlenir. D₁ ve D₂ nin kesim noktası olan M_k, ABC üçgenini alanlara bölmeye yarayan anahtar noktadır.



- Rasat İstasyonları
- Anahtar Nokta
- ⊙ Alt Alanlar

Şekil 2.6. YA metodunda anahtar nokta tesbiti ve alt alanlar

B' (X₂'', Y₂'') Noktasının Koordinat Hesabı

B (X_B, Y_B) noktasından geçen ve CA doğrusunu dik olarak kesen doğrunun CA'yı kestiği B' noktasının koordinatı için;

$$X_2' = \frac{1}{m_{CA}^2 + 1} [m_{CA}^2 (X_C) + m_{CA} (Y_B - Y_C) + X_B] \quad (2.7)$$

$$Y_2' = \frac{1}{M_{CA}} (X_B - X_2') + Y_b \quad (2.8)$$

yazılabilir. Burada

$$M_{CA} = \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A} \quad (2.9)$$

dır.

A" (X₁" , Y₁") Noktasının Hesabı:

AA' doğrusunu, üçgenin köşelerine ait Z değerlerinden faydalanılarak bulunan λ_1 oranında bölen A" noktasının koordinatlı şöyle olur:

$$X_1'' = X_1' + \lambda_1 (X_A - X_1') \quad (2.10)$$

$$Y_1'' = Y_1' + \lambda_1 (Y_A - Y_1') \quad (2.11)$$

Diğer taraftan A, B, C köşelerine ait (z) değerleri için

$$Z_a + Z_b + Z_c = T \quad (2.12)$$

veya

$$\frac{Z_a}{T} + \frac{Z_b}{T} + \frac{Z_c}{T} = 1 \quad (2.13)$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$$

$$\lambda_1 = \frac{Z_a}{T}; \quad \lambda_2 = \frac{Z_b}{T}; \quad \lambda_3 = \frac{Z_c}{T}$$

yazılabilir.

Üçgenin köşe istasyonlarına düşen meteorolojik değişkenlerin herhangi bir periyot için toplamlarını sabit almak mümkündür. Böylece, yukarıdaki bağıntılar vasıtasıyla λ değerleri meteorolojik parametrelerle açıklanabilir.

Z_a , Z_b , Z_c değerleri istasyonlara ait yağış, nem, buharlaşma, radyasyon, sıcaklık gibi değerlerdir. YA metodunun üstünlüğü bu noktadır. Anahtar noktanın değişmesi üçgenin alt alanlarının değişmesine ve istasyon etrafında oluşacak çokgen veya poligonun alanının değişmesine sebep olacaktır. Bu durum, bu metodun Thiessen metodundan üstün yanıdır. Thiessen metodunda istasyonların sabit olması gibi, anahtar noktasında sabit olması istasyon etrafında oluşacak çokgen veya poligonun alanında sabit olmasına sebep olmaktadır. Bu hassaslıktan uzaktır. Aslında yağış ile alan arasında ter bir orantı vardır ve YA metodu bu prensibi de sağlamaktadır. (B.Çepniler 1994)

B" (X_2'' , Y_2'') Noktasının Koordinat Hesabı:

Aynı şekilde BB' doğrusunu, üçgenin köşelerine ait (z) değerlerinden faydalanarak λ_2 oranında bölen B" noktasının koordinatları şöyle olur:

$$X_2'' = X_2' + \lambda_2 (X_B - X_2') \quad (2.14)$$

$$Y_2'' = Y_2' + \lambda_2 (Y_B - Y_2') \quad (2.15)$$

Burada λ_2 için

$$\lambda_2 = \frac{Z_b}{Z_a + Z_b + Z_c} \quad (2.16)$$

yazılabilir. Ayrıca şekildeki C" (X_3'' , Y_3'') noktası da λ_3 'ten faydalanılarak bulunabilir.

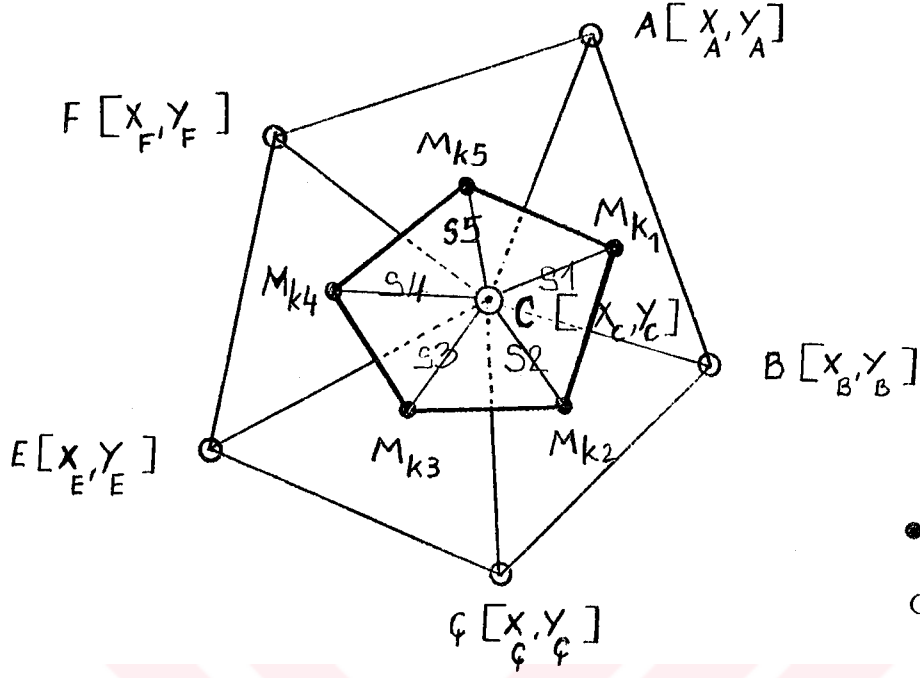
Anahtar noktasının (X_k , Y_k) koordinatının hesabı:

A" den geçen BC'ye paralel D₁ doğrusunun ve B" den geçen AC 'ye paralel D₂ doğrusunun denklemleri aşağıdaki gibi belirlenir:

$$D_1 = M_{BC} X + (Y_{A'}'' - M_{BC} X_{A'}'') \quad (2.17)$$

$$D_2 = M_{CA} X + (Y_{B''}'' - M_{CA} X_{B''}'') \quad (2.18)$$

Bunların ortak çözümünden anahtar nokta M (X_k , Y_k) bulunur. Şekil 2.7. de görülen A,B,C,D,E ve F istasyonlarından oluşan bir çalışma sahasında bulunan M_{k1} , M_{k2} , M_{k3} , M_{k4} ve M_{k5} anahtar noktaları Denklem 2.19 ve 2.20 vasıtası ile belirtilebilir. Böylece şekilde C istasyonuna ait poligon sınırları belirlenmiş olur. M (X_k , Y_k) : Anahtar noktasının koordinatları.



- Anahtar Nokta
- Rasat İstasyonları

Şekil 2.7. Poligon Alanı hesabında kullanılan üçgen bağlantısı

$$X_k = \frac{1}{M_{CA} - M_{BC}} [(M_{CA} X_2'' - M_{BC} X_1'') - (Y_2'' - Y_1'')] \quad (2.19)$$

$$Y_k = M_{BC} (X_k - X_1'') + Y_1'' \quad (2.20)$$

dir. Böylece anahtar noktalar M_{k1} , M_{k2} , M_{k3} , M_{k4} ve M_{k5} M_{kn} belirlendikten sonra bu noktalara ait poligonun alanı üçgenlere Şekil 2.7'den görüleceği üzere poligonun toplam alanı S,

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_n$$

dır. Burada

S = Anahtar noktalarının oluşturduğu poligonun alanı

$S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ = Poligonu oluşturan üçgenlerin alanı

Poligon köşeleri aynı zamanda anahtar noktalardan oluşmaktadır. Bu köşelerin koordinatları da 2.19 ve 2.20 denklemleri ile ayrı ayrı belirtilebilmektedir. Poligon alanının analitik yoldan çözümünde, bu anahtar noktalarının ve C istasyonunun koordinatları kullanılarak aşağıdaki gibi bulmak mümkündür.

Herhangi bir ABC üçgenin A(X_1, Y_1), B (X_2, Y_2) ve C (X_3, Y_3) köşelerinin koordinatları belirli ise bu ABC üçgeninin alanı analitik olarak

$$S = \frac{1}{2} [Y_1(X_3 - X_2) + Y_2(X_1 - X_3) + Y_3(X_2 - X_1)] \quad (2.21)$$

veya

$$S = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & 1 \end{vmatrix} \quad (2.22)$$

formülleri ile bulunabilir.

Böylece 2.21 ve 2.22 denklemlerinden herhangi biri kullanılarak Şekil 2.7'deki S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 alanları ayrı ayrı bulunup toplanırsa C istasyonuna ait poligon alanı S bulunmuş olur. Bu işlemler havzadaöki rasat istasyonlarının etrafında oluşturulan poligonların etrafında yapılarak havza taranmış olur.

Havza alanlarının hudut kısımlarındaki şekiller planimetre ile ölçülüp ilave edilebilir. Bu problemi çözmek aslında mümkündür. Üçgenler oluşturulurken, havza hudut çizgileri araya gelecek üçgenin kenarı ile çakıştırılabilir. Hudutlarda istasyon değerlerinin çokluğu bu problemi çözecektir. Yin ehangi alana ait ortalama su yüksekliği bulunuyor ise, onu havza alanına ait su yüksekliği saymakta mümkündür. YA metodu kullanılarak ortalama yağış değeri (P_{ort}) poligonların alanları toplamından faydalanarak;

$$P_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot h_i}{A} \quad (2.23)$$

A_i = i- inci poligon alanı

A = Poligon alanları toplamıdır

h = i'inci istasyonun yağış yüksekliği

İşte bu poligon alanları toplamı ile havzanın tüm alanının en aza indirmek harita planlaması ile olur. Ayrıca P_{ort} değerini havza alanı için kullanmak da mümkündür.

2.4. YÜZEYSEL AKIŞI ETKİLEYEN ETMENLER

Dere akımlarını etkileyen etmenler iki genel grupta toplanmaktadır. Bunlardan birinci iklim etmenleri, ikincisi fiziksel etmenlerdir.

2.4.1. Yüzeysel Akışı Etkileyen İklim Etmenleri

2.4.1.1. Yağış Tipi

Hidrograf üzerinde etkili bir etmendir. Yazın yağmur halinde düşen sürekli ve yeterli derecede şiddetli yağışlar dere akımında yükselmeler meydana getirirken, kışın sıfır decenin altındaki sıcaklıklarda kar şeklinde düşen yağışlar akışı etkilemezler. Ancak, ülkemizde görüldüğü gibi, kışın yağın ve yüksek dağlarda fazla miktarda birikim yapan karların ilbahar ve yaz başlangıcında havaların ısınmasıyla birdenbire erimesi ile taşkın akımları meydana gelmektedir.

2.4.1.2. Yağış Şiddeti

Hidrografın şekli üzerinde etkilidir. Eğer yağışın şiddeti infiltrasyon kapasitesini aşıyor ve yüzeysel akış oluşturuyorsa, bu durumda yağış şiddetindeki bir artış dere düzeyinde hızlı bir artışa yol açacaktır.

2.4.1.3. Yağışın Süresi

Her yağış için yağış süresi ile yüzeysel akış arasındaki ilişkiler yönünden kritik bir periyod vardır. Buna göre yağışın şiddeti farklı bile olsa, aynı süreli yağışlardan oluşan yüzeysel akışların süreleri de benzer olmaktadır. Böylece yağışın süresi artınca yüzeysel akışın da süresi artmaktadır. Yağış süresinin diğer bir etkisi de infiltrasyon kapasitesinin yağış süresince azalmasıdır. Bunun sonucu olarak, yağışlar orta şiddette de olsa uzun süreli olması halinde büyük ölçüde yüzeysel akış meydana gelmektedir. Eğer yağışlar uzun süre devam ederse, özellikle taban arazide taban suyu düzeyi yükselmekte, infiltrasyon kapasitesi "sıfır" olmakta, taşkın akımları oluşmaktadır.

2.4.1.4. Havza Üzerinde Yağışın Dağılışı

Bir yağış havzasında, aynı miktar yağış suyu bırakan ve yapış şiddetleri aynı olan, iki ayrı yağışın oluşturdukları akım hidrografları birbirinden farklı olmaktadır. Zira, aynı miktarda olmalarına karşın yağışın birisi havzanın memba kısmındaki bir alana tekdüze olarak düşer ve çok az bir arış oluştururken aynı miktar bir yağış havzanın aşağı ve çıkış ağzına yakın küçük bir alana düştüğü için yüksek taşkın akımlarına yol açabilir. Birinci yağmur havzanın yukarı kısmına az çok homojen bir şekilde düştüğü ve belkide infiltrasyon kapasitesini büyük ölçüde aşmadığı için, akış üzerinede etkili olmamıştır. Halbuki ikinci yağışta infiltrasyon kapasitesi çok fazla aşıldığı ve

infiltrasyon için vakit kalmadan dereye ulaştığı için bu yağış yüksek akıslara neden olmuştur. Yağış dağılışı “dağılış katsayısı” ile ifade edilir. Herhangi bir yağışa ilişkin dağılış katsayısı, herhangi bir noktadaki en yüksek yağış miktarının havzanın ortalama yağış miktarına bölünmesiyle bulunur.

2.4.1.5. Yağışın Hava Üzerindeki Hareket Yönü

Havza üzerindeki yağışın dere akış yönüne göre hareketi, deredeki yüksek akımlar veya bunun süresi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Kısa süreli fakat yüksek düzeyli bir akım meydana gelir. Aynı yağış aksi yönde hareket ederse, bu kez de uzun süreli fakat alçak düzeyli bir akım meydana gelir.

2.4.1.6. İki Yağış Arasındaki Toprak Nemi

Eğer toprak nemi yüksek ise, infiltrasyon kapasitesi az ve havzada bir taşkın olma olasılığı fazladır. Eğer toprak tarla kapasitesinde ise, infiltrasyonla toprağa giren su tabansuyunu ve bundan oluşan akımı artırır. Yaz sonları ve sonbahar başlarında topraktaki su, evapotranspirasyon aracılığı ile harcanır ve yağış suları toprak rezervinin dolması için kullanılır ve dere akımına önemli bir katkısı olmaz. Fakat toprağı doyuran uzun süreli bir yağıştan sonra düşen yağmurların, yüksek akımların oluşmasına neden olduğu çok görülmüştür.

2.4.2. Yüzeysel Akışı Etkileyen Fiziksel Etmenler

2.4.2.1. Havzadaki Arazi Kullanma Şekli

Dere akımını etkileyen en önemli etmendir. Tamamen sık ve boylu bir ormanla kaplı bir yağış havzasında yağışın büyük bir kısmı çeşitli şekillerde tutulur veya depolanır ve yüzeysel akışa geçmez. Bunda ormanın tepe örtüsü ve toprak florasının olduğu kadar ve daha önemli olarak orman ölü örtüsünün rolü vardır. Çünkü orman ölü örtüsü kendi ağırlığının 4-5 misli ağırlıktaki suyu bünyesinde bir süre tutmaktadır. Ormanın kaldırılması halinde derenin hidrografi, aynı miktar ve şiddette yağışlardan sonra tümüyle değişmekte ve kısa süre sonra nehirlerde yüksek taşkın akımları oluşmaktadır.

2.4.2.2. Toprak Tipi

İnfiltrasyon ve yüzeysel akışı etkileyen çeşitli fiziksel özellikleri ile önemli bir etmendir. Toprağın tekstürü, stürüktürü, gözenek hacmi ve gözeneklerin dağılışı, derinliği, kolloidlerin cinsi, şişme ve büzülme özellikleri, ıslanma yeteneğı ve agregatlaşma gibi nitelikleri infiltrasyon ve yüzeyle akış üzerinde etkili olmakta ve bu nedenle de dere akımlarında önemli bir rol oynamaktadır.

2.4.2.3. Yağış Havzasının Büyüklüğü ve Şekli

Bir yağış su ayırım çizgisi ile sınırlıdır. Bu çizgi boyunca yüzeysel sular iki komşu havza arasında bölünür. Birde yeraltı suyu ayırım çizgisi vardır. Bu iki çizgi çakışır ise bir havzadan komyu diğer havzaya su kaçağı yoktur. Yağış miktarı ve şiddeti aynı ise, “cm” derinlik olarak ifade edilen akım, havzanın büyüklüğüne bağlı olmaksızın aynıdır. Buna karşılık, büyük yağış havzasına ait hidrografın tabanı daha geniş olacak ya da hidrografın temsil ettiği taşkın akımı daha uzun süreli olacaktır. Aynı şekilde km² den oluşan toplam akım miktarı da aynı kalacak fakat havzanın alanı büyüdükçe yüksek akımda azalacaktır.

Yağış havzasının şekli, havza şekli, düşen yağışın derelere ulaşma hızı ve zamanını etkilemektedir. Havza şeklini ifade etmek için kullanılan “Form Sayısı” F, havzanın ortalama genişliğinin b, havzanın uzunluğuna L, oranı ile bulunur.

$$F = \frac{b}{L} \quad (2.25)$$

Burada

b = Havzanın ortalama genişliği (km)

L = Havzanın uzunluğu (km)dir.

Havzanın ortalama genişliği ise havza alanının, havza uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. Bazı havzaların genişlikleri, akış yönlerindeki uzunluklarından büyük olabilir. Böyle durumlarda form sayısı l’den büyük çıkar. Küçük form sayısına sahip olan havzalarda şiddetli bir yağışın havzadaki uzun eksenin tümünü kapsamı olasılığı, yüzölçümü aynı fakat büyük form sayısına sahip olan havzaya oranla daha azdır.

2.4.2.4. Yağış Havzasının Ortalama Yüksekliği

Sıcaklık ve yağış yönünden önemli bir etmendir. Sıcaklık da yağışların kar ya da yağmur halinde düşmesinde etkilidir. Ayrıca su kayıplarının miktarı, şekli ve seyri yönünden sıcaklık önemlidir. Kış aylarında kar yağışları ve birikimi, göllerin ve ırmakların donması ile toprak içinde donmuş tabakanın derinliğini belirleyen sıcaklık etmeni, havzanın yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir.

2.4.2.5. Yağış Havzasının Ortalama Eğimi

Bir yağış havzasında eğim ilişkileri daha karmaşık olup, infiltrasyon yüzeysel akış, toprak nemi ve tabansuyu tarafından dere akımına yapılan katkılar yönünden önemli bir etmendir. Bu nedenle yüzeysel yapılan katkılar yönünden önemli bir etmendir. Bu nedenle yüzeysel akışın

zamanı ve derelere ulaşarak yüksek akımlar meydana getirmesi üzerinde en etkili etkenlerden birisidir. Havzanın ortalama eğimi şu formülle bulunur. (Balcı, 1987)

$$S = \frac{D.L}{A} \quad (2.26)$$

veya

$$S = \frac{D}{A} [I_1 + I_2 + \dots + I_n] \quad (2.27)$$

dir. Burada

S = Havzanın ortalama eğimi (%).

$I_1 = , \dots, I_n$ = Eş yükselti eğrilerin uzunluğu (m)

D = Eş yükselti eğrileri arasındaki yükseklik farkı (m)

L = Eş yükselti eğrilerinin toplam uzunluğu (m)

A = Havzanın alanı (ha) dır.

2.4.2.6. Yağış Havzasının Genel Bakışı

Baki güneşten alınan ısı enerjisi miktarına ve dolayısıyla de transpirasyon ve evaporasyonla su kaybına etki etmektedir.

2.5. Yağış Havzasının Drenaj Durumu

Bir havzanın drenaj durumunu göstermek için bazı deyim ve yöntemler kullanılmaktadır.

“Dere sıklığı” havzanın sularını boşaltan derelerin sayısına denir. Diğer bir deyişle kilometrekaredeki dere sayısıdır. Şu formülle hesaplanır.

$$D_s = \frac{N_s}{A} \quad (2.28)$$

Bu formülde;

D_s = Dere sıklığı,

N_s = Havzadaki toplam dere sayısı,

A = Yağış havzasının alan (km^2) dir.

Formülde görüldüğü gibi, dere sıklığı dere sayısının yağış havzasına bölünmesi ile bulunur. Bu anlatımın tersi kullanılarak, dere başına düşen alan miktarı da hesaplanabilir. Dere sayısı belirlenirken sürekli ve periyodik dereler göz önüne alınır. (Balcı ve diğerleri, 1987)

2.5.1. Drenaj Yoğunluğu

Dere sıklığı çoğu zaman yalnız başına havzanın drenaj durumunu göstermekte her zaman yeterli olmamaktadır. Bu eksiklik “drenaj yoğunluğu” adı verilen bir indeks daha kullanılmaktadır. Drenaj yoğunluğu birim alandaki dere uzunluğu olarak ifade edilir. Formülü şöyledir. (Balcı ve diğerleri, 1987)

$$D_d = \frac{L}{A} \quad (2.29)$$

Burada

D_d = Drenaj yoğunluğu

L = Toplam dere uzunluğu (sürekli ve periyodik dereler)

A = Yağış havzasının alanıdır.

Bir havzanın dere sıklığı ve drenaj yoğunluğu ne kadar yüksekse, o havzada mevcut dere ve akarsu şebekesinin yağış sularını boşaltma yeterliliğinin de o derece yüksek olduğu söylenebilir. (Balcı, 1987)

2.6. Meriç-Ergene Havzası Drenaj Karakteristiklerinin Hesaplanması

Bölgenin su toplama havzası 14.500 km² dir. (DSİ, 1991) Yaptığım çalışmada 1/800.000 ölçekli haritadan (DSİ) faydalanarak havza alanı 11.665 km², havza uzunluğu 181,60 km olarak ölçülmüştür. Meriç-Ergene havzasının şekil faktörü;

$$b = \frac{A}{L} = \frac{14665}{181,60} = 80,754$$

$$F = \frac{b}{L} = \frac{80,754}{181,60} = 0,445 < 1$$

Dere sıklığı için dere sayıları Şekil 2.8.'de belirlenmiştir. buna göre dere sıklığını hesaplanırsa;

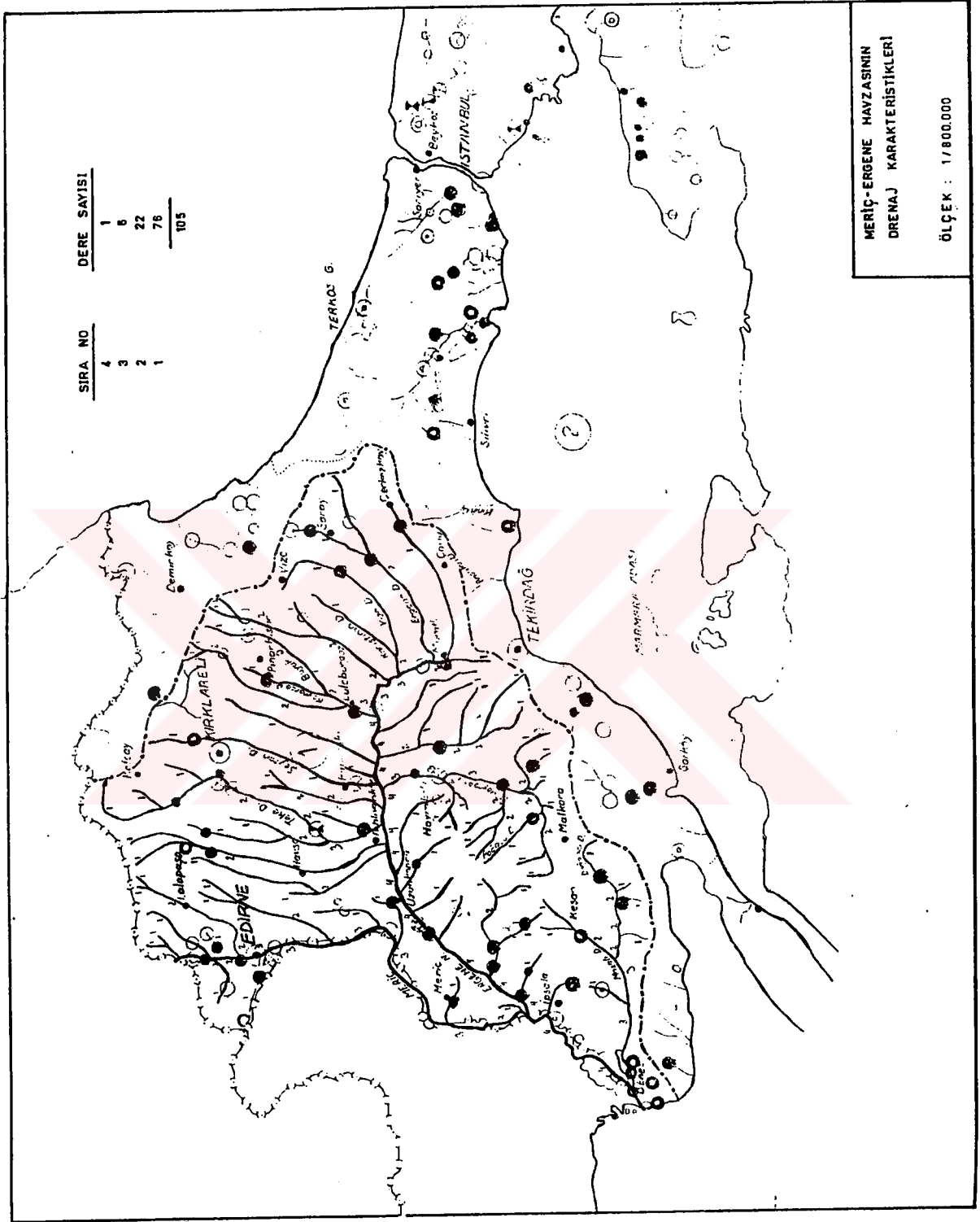
$$D_s = \frac{N_s}{A} = \frac{105}{14665} = 0,00716 < 1$$

Meriç-Ergene drenaj yoğunluğu;

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{2264}{14665} = 0,154$$

dir.

Dere sıklığı ve drenaj yoğunluğunun yüksekliği, Meriç-Ergene havzadaki dere ve akarsu şebeke sisteminin yağış sularını boşaltma kapasitesinin yükseğe yakın olduğunu açıklamaktadır.



Şekil 2.8. Meriç-Ergene havzasında derelerin sıralanması

BÖLÜM 3

3.1. MERİÇ - ERGENE SU TOPLAMA HAVZASINA DÜŞEN YAĞIŞ MİKTARININ HESAPLANMASI

Havzanın su miktarının hesabı için çeşitli ön çalışmalar yapıldı, bunlar kısaca özetlenirse;

- a- Bölgenin 1/400.000 ölçekli haritası DSİ den temin edildi.
- b- DMİ ve DSİ'den havza ve havzaya komşu olan meteorolojik veri istasyonlarına ait uzun yıllara ait yağış ölçümleri alındı.
- c- Meteorolojik veriler belirli metodlarla düzenlendi, eksik veriler tamamlandı.
- d- Su toplama bölgesi sınırları tasbit edildi. Havzadaki nehir ve kolları ile buna ait fizyografik hesapları yapıldı.
- e- Meteorolojik verileri olan istasyonlar harita üzerine işlendi.
- f- Thiessen ve Yüzde Alansal (YA) metoduna göre istasyonlar önce üçgenlerle birbirine bağlandıktan sonra anahtar noktalar tesbit olundu, daha sonra istasyonlara ait poligonlar belirtildi.
- g- Thiessen ve yüzdesel alan metoduna göre sayısal hesap çalışmaları yapıldı.
- ı- Sonunda su toplama havzasına ait yağış hacmi ve yağış yüksekliği belirlendi.
- i Yağış değerleri (aylık toplam) vebunlara rastlayan alansal değerlere göre bilgisayardan grafik çalışmaları yapılarak istasyonlar Thiessen ve yüzdesel alan YA metoduna göre grafikleri belirlendi.
- k- Grafiklerde irdelemeler yapılarak, iki metod arasındaki çok önemli bir fark tesbit edildi ki bu yüzdesel Alan Metodunda alanların değişken olması, Thiessen metodunda alanların sabit kaldığı görüldü.

Meriç - Ergene havzası ve komşu meteorolojik istasyonlara ait ve bu çalışmada kullanılan istasyonların isimleri ve kodları Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

3.1.1. Aritmetik Ortalama

En basit olan bu yöntemde havza içinde bulunan rasat istasyonlarının verileri kullanarak aritmetik ortalaması alınmıştır. (Tablo 3.2) de yağış istasyonları ve uzun yıllara ait ortalama yağış miktarları gösterilmiş olup Meriç-Ergene Havzası içinde bulunan 29 rasat istasyonu işleme sokularak, bölgenin yıllık yağış ortalaması 624,88 mm. olarak bulunmuştur. Aylık ortalama yağış değerleri (Tablo 3.3)de'dir.

Tablo 3.1. Meriç-Ergene Havzası ve Komşu Bölgelerde bulunan ve bu çalışmada kullanılan istasyonların isim ve kodları

İstasyon No	İstasyon İsmi
1	EDİRNE
2	LALAPAŞA
3	HAVSA
4	KIRKLARELİ
5	PINARHİSAR
6	KIYIKÖY
7	VİZE
8	BABAESKİ
9	LÜLEBURGAZ
10	ÇERKEZKÖY
11	UZUNKÖPRÜ
12	MERİÇ
13	HAYRABOLU
14	MURATLI
15	ÇORLU
16	İPSALA
17	KEŞAN
18	MALKARA
19	TEKİRDAĞ
20	ENEZ
21	GELİBOLU
22	YEŞİLKÖY
23	ÇANAKKALE
24	GÖZTEPE
25	İNTEPE
26	GÖKÇEADA
27	BOZCAADA
28	YUKARIKANARA
29	AYVACIK
30	İBRİKTEPE
31	ALTINYAZI
32	HAMİDİYE
33	HASKÖY
34	SERGEN
35	KIRCASALIH
36	PEHLİVANKÖY
37	AHMETÇE
38	ANITTEPE BEY

Tablo 3.2. Aritmetik Ortalama Metodu için kullanılan meteorolojik istasyonlara ait yağış değerleri (mm).

İstasyon No	İstasyon ismi	AYLIK YAĞIŞLAR												YILLIK
		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	
1	EDİRNE	59.60	50.00	48.00	50.60	47.70	48.20	30.30	21.70	33.30	54.00	69.30	73.20	585.90
2	LALAPAŞA	78.40	66.40	45.20	40.20	31.10	21.20	11.70	12.60	30.70	33.50	53.50	74.00	498.50
3	HAVSA	61.40	50.80	54.50	50.60	48.60	39.10	23.40	17.60	39.10	49.40	64.70	84.80	584.00
4	KIRKLARELİ	66.00	48.80	42.80	41.10	49.60	42.70	27.10	21.40	26.80	49.60	65.40	68.60	549.90
5	PINARHISAR	71.50	55.40	49.30	47.60	45.60	46.90	26.10	15.10	32.08	52.50	60.00	84.90	586.98
7	VİZE	88.30	56.20	58.80	47.80	45.70	32.60	27.60	16.80	25.40	55.60	74.60	94.30	623.70
8	BABAESKİ	87.40	70.80	54.50	44.60	34.50	28.60	16.55	14.60	30.50	44.75	67.24	96.20	590.24
9	LÜLEBURGAZ	73.00	55.40	51.30	42.60	45.60	46.90	24.10	16.10	27.00	54.10	77.50	71.90	585.50
10	ÇERKEZKÖY	88.60	62.70	50.80	45.80	30.50	20.80	15.55	18.40	45.70	45.80	66.60	100.50	591.75
11	UZUNKÖPRÜ	67.30	63.40	69.80	50.30	41.60	39.40	18.20	21.40	31.80	72.60	89.04	94.70	659.54
12	MERİÇ	110.80	83.70	56.20	42.70	47.80	24.10	10.90	12.20	26.40	44.10	91.25	112.10	662.25
13	HAYRABOLU	85.20	71.60	65.20	51.00	40.20	20.60	15.20	18.50	24.40	45.70	64.60	89.58	591.80
14	MURATLI	63.70	52.60	57.80	46.50	46.60	42.20	21.80	16.80	30.80	52.40	95.60	118.10	644.90
15	ÇORLU	72.50	50.80	49.00	39.60	45.20	39.00	17.70	16.00	30.90	52.20	74.30	83.70	570.90
16	İPSALA	70.00	65.60	72.40	42.80	37.40	39.00	22.40	11.70	37.90	44.10	67.10	91.90	602.30
17	KEŞAN	75.40	70.10	57.10	39.40	42.60	47.00	15.40	17.50	28.80	59.60	87.40	103.10	643.40
18	MALKARA	52.40	39.40	43.87	52.48	41.46	44.74	20.10	16.80	32.60	50.60	83.66	99.15	577.26
20	ENEZ	63.40	56.10	47.10	33.20	34.70	21.90	13.60	12.40	32.80	42.80	88.06	124.80	570.81
23	ANITTEPE BEY	75.40	70.10	57.10	39.40	42.60	47.00	15.20	17.50	28.80	59.60	47.40	103.10	603.20
24	YUKARI KANARA	107.80	36.00	81.30	51.40	36.30	22.80	10.20	8.20	30.70	56.70	95.20	130.10	666.70
25	AYVACIK	184.00	110.90	91.56	43.80	41.20	17.20	6.80	7.80	25.10	45.90	116.30	202.70	893.20
26	İBRİKTEPE	87.90	81.70	77.20	55.30	40.10	34.40	24.70	19.10	33.50	67.80	92.10	93.50	707.30
27	ALTINYAZI	75.90	70.70	62.20	45.70	35.40	34.70	21.20	12.80	29.60	60.70	87.40	75.30	611.60
28	HAMİDİYE	88.70	73.20	68.30	58.60	33.60	34.30	15.90	16.20	33.00	61.80	88.50	89.60	661.70
29	HASKÖY	65.60	20.80	39.90	68.60	50.50	37.40	20.10	12.20	29.30	57.50	81.20	85.30	568.40
30	SERGEN	121.40	87.40	63.50	59.40	57.30	49.30	23.50	29.40	37.50	74.90	78.40	110.60	792.60
31	KIRCASALIH	81.30	66.10	59.10	50.70	44.20	40.10	17.80	14.10	31.00	58.80	78.20	83.60	625.00
32	PEHLIVANKÖY	75.30	62.10	59.50	47.30	41.00	23.90	21.60	18.10	58.60	61.87	77.40	81.20	627.87
33	AHMETÇE	63.70	52.60	57.80	46.50	46.00	42.20	21.70	16.80	30.80	52.40	95.60	118.10	644.80

Tablo 3.3. Aritmetik Ortalama ile bulunan aylık yağış yükseklikleri

Aylar	Aylık Yağış Ortalamaları (mm)
Ocak	81.44
Şubat	62.11
Mart	58.30
Nisan	47.43
Mayıs	42.23
Haziran	35.46
Temmuz	19.19
Ağustos	16.20
Eylül	32.24
Ekim	53.84
Kasım	78.53
Aralık	97.88
12 Aylık	624.88

3.1.2. Eş Yağış (İzohiyet) Metodu

Havza içinde yağış yükseklikleri aynı olan meteorolojik istasyonlar birleştirilerek, eş yağış çizgileri elde edilmiştir. Bu hesaplama yıllık yağış verileri dikkate alınarak çizilmiş olup sonuç itibarıyla Meriç-Ergene havzası yıllık yağış yüksekliği 612.12 mm olarak bulunmuştur. (Tablo 3.4)

Tablo 3.4. Eş Yağış Eğrileri Yöntemi ile Yıllık Yağış Yüksekliği Hesabı

Yağış Yüksekliği Eğrileri (10 ³ m)	Havza No ve Alanı (10 ⁶ m ²)		Havzaya düşen yağış hacmi m (10 ⁶ m ³)
575-600	A1	278.40	163.560
600-650	A2	3720.00	2.325.000
650	A3	214.40	139.360
650-700	A4	123.20	83.160
600	A5	6855.40	4.113.240
600-650	A6	2769.60	1.731.000
600-575	A7	614.40	360.960
650-700	A8	89.60	60.480
TOPLAM		14.665.00	7.418.860

Not: Alan değerleri 1/400.000 ölçekli harita üzerinden sayısal elektronik planimetre ile hesaplanmıştır.

$$P_{or} = \frac{\sum P_i \cdot A_i}{\sum A_i} = \frac{8.976.760}{14.665} = 612.12 \text{ mm}$$

Meriç-Ergene havzasına ait yıllık eş yağış eğrileri 1/400.000 ölçekli harita üzerinde (EK-1) de gösterilmiştir.

3.1.3. Thiessen Poligon (TP) Metodu

Thiessen Poligon Metodu havza içinde ve çevresinde bulunan istasyonların alanda dağılımına ağırlık verir. Thiessen Poligon ağı 1/400.000 ölçekli harita üzerinde istasyonları işaretleyip, istasyonları birleştiren doğru parçalarına orta dikmeler çizilerek elde edildi. İstasyonlar birleştirilirken elde edilen üçgenler mümkün olduğu kadar eşkenar üçgene yakın olmasına özen gösterildi. (EK-2) de yapılan çalışmalarda da görüleceği üzere her istasyon etrafında oluşan çokgene o istasyonda gözlenen değerin tesir ettiği kabul edilir.

Yapılan çalışmada özellikle yüzdesel alan metodu ile kıyas yapmak amacıyla, yüzdesel alan metodu için çekirdek seçilen yedi meteorolojik ölçek için hesaplamalara gidilmiştir. Bu hesaplamalara ilişkin sonuçlar (Tablo 3.5) ve (Tablo 3.6)'te görülebilir. Sonuç olarak Thiessen Poligon (TP) metoduna göre yıllık ortalama yağış hacmi 3.370.490.242 m³, yıllık toplam Poligon Alanları 5.560.600.000 m² olarak bulunmuş, yıllık ortalama yağış yüksekliği,

$$h = \frac{V}{A}$$

$$h = \frac{3.062.165.974}{5143} = 0.595 \text{ m.dir.}$$

Thiessen Poligon yöntemine göre yıllık ortalama yağış yüksekliği 595.41 mm olarak bulunmuştur.

Tablo 3.5. Thiessen Poligonu için seçilmiş yağış istasyonlarına ait Ortalama Yağış Değerleri (mm) ve Yağış Alanları

İstasyon No	İstasyon İsmi	AYLIK YAĞIŞ DEĞERLERİ (mm)												YILLIK TOPLAM YAĞIŞ	Poligon Alan No	Poligon Alanı (10 ⁶ m ²)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		3	HAYSA	61.40	50.80	54.50	50.60	48.60	39.10	23.40	17.60	39.10	49.40			
5	PINARHİSAR	71.50	55.40	49.30	47.60	45.60	46.90	26.10	15.10	32.08	52.50	60.00	84.90	586.98	5	800.30
8	BABAESKİ	87.40	70.80	54.50	44.60	34.50	28.60	16.55	14.60	30.50	44.75	67.25	96.20	590.25	8	656.60
9	LÜLEBURGAZ	73.00	55.40	51.30	42.60	45.60	46.90	24.10	16.10	27.00	54.6	77.50	71.9	585.50	9	661.00
10	ÇERKEZKÖY	88.60	62.70	50.80	45.80	30.50	20.80	15.55	18.40	45.70	45.80	66.60	100.50	591.75	10	567.40
13	HAYRABOLU	85.2	71.60	65.20	51.00	40.20	20.60	15.20	18.50	24.40	45.70	64.60	89.60	591.80	13	937.60
14	MURATLI	63.70	52.60	57.80	46.50	46.60	42.20	21.80	16.80	30.80	52.40	95.60	118.10	644.90	14	648.00

Tablo 3.5.1. Hesaplamalarda kullanılan diğer yağış istasyonlarının aylık yağış değerleri (mm)

İstasyon No	İstasyon İsmi	AYLIK YAĞIŞLAR (mm)												YILLIK TOPLAM
		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	
6	KIYIKÖY	102.60	73.60	71.10	42.40	33.40	27.20	19.90	25.20	55.40	69.30	89.30	107.90	717.30
19	TEKİRDAĞ	71.80	52.50	53.80	41.40	37.20	37.40	20.10	12.20	29.30	57.50	81.20	85.30	579.70
21	GELİBOLU	98.70	82.50	70.10	41.50	35.00	25.90	16.80	11.30	34.10	57.40	99.30	123.80	696.10
22	YEŞİLKÖY	93.20	78.60	74.40	56.40	23.20	37.90	18.20	27.60	46.40	60.00	70.80	104.70	601.40

Tablo 3.6. Thiessen Meteoruna göre, seçilmiş yağış istasyonlarına ait yağış hacim hesapları

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon Alan No	Poligon Alanı (10 ⁶ m ²)	İSTASYON POLİGONLARINA AİT YAĞIŞ HACİMLERİ (m ³)												YILLIK TOPLAM
				1.AY OCAK	2.AY TEMMUZ	3.AY MART	4.AY NISAN	5.AY MAYIS	6.AY HAZİRAN	7.AY TEMMUZ	8.AY AĞUSTOS	9.AY EYLÜL	10.AY EKİM	11.AY KASIM	12.AY ARALIK	
3	HAVSA	3	872.10	53.546.940	44.302.680	47.529.450	44.128.260	42.384.060	34.099.110	20.407.140	15.348.960	34.099.110	43.081.740	56.424.870	73.954.080	509.306.400
5	PINARHISAR	5	800.30	57.221.450	44.336.620	39.454.790	38.094.280	36.493.680	37.534.070	20.887.830	12.084.530	25.673.624	42.015.750	48.018.000	67.945.470	469.760.094
8	BABAESKİ	8	656.60	57.386.840	46.487.280	35.784.700	29.284.360	22.652.700	18.778.760	10.866.730	9.586.360	20.026.300	29.382.850	44.156.350	63.164.620	387.558.150
9	LÜLEBURGAZ	9	661.00	48.253.000	36.619.400	33.909.300	28.158.600	30.141.600	31.000.90	15.930.100	10.642.100	17.847.000	35.760.100	51.227.500	47.525.900	387.015.500
10	ÇERKEZKÖY	10	567.40	50.271.640	35.575.980	28.823.920	25.986.920	17.305.700	11.801.920	8.823.070	10.440.160	25.930.180	25.986.920	37.788.840	57.023.700	335.758.950
13	HAYRABOLU	13	937.60	79.883.520	67.132.160	61.131.520	47.817.600	37.691.520	19.314.560	14.251.520	17.345.600	22.877.440	42.848.320	60.568.960	84.008.960	554.871.680
14	MURATLI	14	648.00	41.227.600	34.084.800	37.454.400	30.132.000	30.196.800	27.345.600	14.126.400	10.886.400	19.958.400	33.955.200	61.948.800	76.528.800	417.895.200
TOPLAM			5.143.00	387.840.990	308.538.920	284.088.080	243.602.020	216.866.060	179.874.920	105.292.790	86.334.110	166.412.054	253.030.880	360.133.320	470.151.830	3.062.765.974

3.1.4. Yüzde Alansal (YA) Poligon Yöntemi

Havza'yı sınırlayan çizgilerin, eğri, oluşturulan poligonların düz çizgilerden olması nedeniyle yapılan işlemlerde havzayı bire bir örten hesaplamalara gidilmeyen YA metodunda, çıkan sonuç tüm havzayı etki ediyor kabulü yapılır.

Yağış miktarına göre etki ettiği alandaki değişimi baz alan YA metodu ile yağış ortalaması hesaplanırken Meriç-Ergene Havzasının komşu ülkeler ve deniz ile sınırlanmasından (ki komşu ülkelere ait meteorolojik verilerin alınmadığından dolayı, havzayı temsil edebilecek 7 çekirdek meteorolojik istasyon üzerinden hesaplamalara ulaşılmıştır.

YA metodu 1/400.000 ölçekli haritalar üzerinde analitik çözümlü; aylıklar olarak 12 adet, bir de yıllık ortalama olmak üzere 13 kez istasyonlara ait rasat verileri için ayrı ayrı analitik çözümlüne gidilmiştir. İstasyonların etki ettiği alanlar sayısal elektronik planimetre ile ölçülmüştür.

Y.A metodu ile toplam yıllık yağış yüksekliğine göre 591.55 mm., ayrı ayrı yapılan aylık yağış miktarları dikkate alınarak yapılan aylık yağış miktarları dikkate alınarak yapılan hesaplamalara göre ise 588,36 mm olarak yıllık yağış yüksekliği bulunmuştur. Bu hesaplamalara ilişkin Tablo 3.7, Tablo 3.8 ve Tablo 3.9'daki değerler kullanılmıştır. Yağış yüksekliği, toplam yağış hacminin, yağış alanına bölümünden bulunmuştur:

$$h = \frac{V}{A}$$

$$h = \frac{2.631.567.800}{4.414.800.000} = 0.596078 \text{ m}$$

$$h = 596.08 \text{ mm}$$

Havza içindeki 7 adet istasyon için aylık rasat verileri kullanılarak her ay için ayrı ayrı analitik çözüm yapılarak Tablo 3.9'da aylık ortalama yağış yükseklikleri bulundu.

Tablo 3.7. Yüzdesel Alan Metoduna göre seçilmiş istasyon yağış poligon alanları (km²)

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon Alan No	AYLIK VERİLER İÇİN BULUNAN İSTASYON YAĞIŞ POLİGON ALANLARI											
			OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
3	HAVSA	3	638.10	666.60	710.00	651.60	621.40	646.80	606.40	628.40	572.10	700.60	707.20	666.80
5	PINARHİSAR	5	452.40	419.20	422.60	401.60	441.20	386.40	436.40	551.60	415.80	460.10	486.60	412.80
8	BABAESKİ	8	643.80	663.20	750.60	794.40	876.40	900.60	886.40	888.40	751.40	866.50	782.40	676.80
9	LÜLEBURGAZ	9	516.80	520.60	543.20	538.60	480.60	403.40	511.10	514.60	521.20	485.60	468.20	598.40
10	ÇERKEZKÖY	10	416.80	526.40	454.60	408.10	503.80	510.20	470.60	438.60	400.20	486.40	468.60	425.00
13	HAYRABOLU	13	738.40	724.60	776.80	878.40	934.60	1298.60	1003.20	838.60	1052.40	956.40	1.062.40	925.20
14	MURATLI	14	720.60	658.40	612.10	606.60	594.60	526.80	642.5	608.80	562.60	636.40	468.40	498.00

Tablo. 3.8. YA Metodu ile istasyonlarda toplanan su miktarı

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon No	OCAK AYI			ŞUBAT AYI			MART AYI		
			Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)
3	HAVSA	3	61.4	638.10	39.179.340	50.8	666.60	33.863.280	54.5	710.00	38.695.000
5	PINARHİSAR	5	71.50	452.40	32.346.600	55.40	419.20	23.223.680	49.3	422.60	20.834.180
8	BABAESKİ	8	87.40	643.80	56.268.120	70.80	663.20	46.954.560	54.5	750.60	40.907.700
9	LÜLEBURGAZ	9	73.50	516.80	37.726.400	55.40	520.60	28.841.240	51.30	543.20	27.866.160
10	ÇERKEZKÖY	10	88.60	416.80	36.928.480	62.70	526.40	33.005.280	50.80	454.60	23.093.680
13	HAYRABOLU	13	85.20	738.40	62.911.680	71.60	724.60	51.881.360	65.2	776.80	50.647.360
14	MURATLI	14	63.70	720.60	45.902.220	52.60	658.40	34.631.840	57.80	612.10	35.379.380
TOPLAM				4.126.90	311.262.840		4.179.00	252.401.240		4.269.90	237.423.460

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon No	NİSAN AYI			MAYIS AYI			HAZİRAN AYI		
			Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)
3	HAVSA	3	50.60	651.60	32.970.960	48.60	621.40	30.200.040	39.1	646.80	25.289.880
5	PINARHİSAR	5	47.60	401.60	19.116.160	45.60	441.20	20.118.720	46.9	386.40	18.122.160
8	BABAESKİ	8	44.60	794.40	35.430.240	34.50	876.40	30.235.800	28.60	900.60	25.757.160
9	LÜLEBURGAZ	9	42.60	538.60	22.944.360	45.60	480.60	21.915.360	46.90	403.40	18.919.460
10	ÇERKEZKÖY	10	45.80	408.10	18.690.980	30.50	503.80	15.365.900	20.80	510.20	10.612.160
13	HAYRABOLU	13	51.00	878.40	44.798.400	40.20	934.60	37.570.920	20.60	1298.60	26.751.160
14	MURATLI	14	46.50	606.40	28.206.900	46.6	594.60	27.708.360	42.20	526.80	22.230.960
TOPLAM				4.279.30	202.158.000		4.452.60	183.115.100		4.672.80	147.682.940

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon No	TEMMUZ AYI			AĞUSTOS AYI			EYLÜL AYI		
			Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)	Yağış (mm)	Alan (km ²)	Hacim (m ³)
3	HAVSA	3	23.40	606.40	14.189.760	17.60	628.40	11.059.840	39.10	572.10	22.369.110
5	PINARHİSAR	5	26.10	436.40	11.390.040	15.10	551.60	8.329.160	32.08	415.80	13.338.864
8	BABAESKİ	8	16.55	886.40	14.669.920	14.60	888.40	12.970.640	30.50	751.40	22.917.700
9	LÜLEBURGAZ	9	24.10	511.10	12.317.510	16.10	514.60	8.285.060	27.00	521.20	14.072.400
10	ÇERKEZKÖY	10	15.55	470.60	7.317.830	18.40	438.60	8.070.240	45.70	400.20	18.289.140
13	HAYRABOLU	13	15.20	1003.20	15.248.640	18.50	838.60	15.514.100	24.40	1.052.40	25.678.560
14	MURATLI	14	21.80	642.50	14.006.500	16.80	608.80	10.227.840	30.80	562.60	17.328.080
TOPLAM				4.556.60	89.140.200		4.469.00	74.456.880		4.275.70	133.993.854
				19.56			16.66			31.34	

Tablo 3.8. YA Metodu ile istasyonlarda toplanan su miktarları (devamı)

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon No	EKİM AYI			KASIM AYI			ARALIK AYI		
			Yağış mm	Alan km ²	Hacim m ³	Yağış	ALAN	HACİM	YAĞIŞ	ALAN	HACİM
3	HAVSA	3	49.40	700,60	34.609.640	64.70	707.20	45.755.840	84.8	666.80	56.544.640
5	PINAR HİSAR	5	52.50	460,10	24.155.250	60.00	486.60	29.196.000	84.90	412.80	35.046.720
8	BABAESKİ	8	44.75	866,50	38.775.875	67.25	782.40	52.616.400	96.20	676.80	65.108.160
9	LÜLEBURGAZ	9	52.10	485,60	26.270.960	77.50	468.20	26.285.500	71.90	598.40	43.024.960
10	ÇERKEZKÖY	10	45.80	486,40	22.277.120	66.60	468.60	31.208.760	100.50	425.00	42.712.500
13	HAYRANBOLU	13	45.70	956,40	43.707.480	64.60	1.062,40	68.631.040	89.60	925.20	82.892.920
14	MURATLI	14	52.40	636,40	33.347.360	95.60	468,40	44.779.040	118.10	498.00	58.813.800
TOPLAM				4.592.00	223.143.685		444380	308.472.580		420.300	384.148.700

İstasyon No	İstasyon İsmi	Poligon No	Yağış mm.	YILLIK TOPLAM	
				ALAN km ²	HACİM m ³
3	HAVSA	3	584.00	694.40	405.529.600
5	PINARHİSAR	5	586.98	470.60	276.232.788
8	BABAESKİ	8	590.26	768.00	453.312.000
9	LÜLEBURGAZ	9	585.50	510.40	298.839.200
10	ÇERKEZKÖY	10	591.75	452.80	267.944.400
13	HAYRANBOLU	13	591.80	934.40	552.959.232
14	MURATLI	14	644.90	584.20	376.750.580
				4.414.80	2.631.567.800

Tablo 3.9. Thiessen Metodu ile Yüzde Alansal Oran Metodunun Karşılaştırılması

	THIESSEN METODU			YÜZDESEL ALAN METODU		
	ALAN 106 m ²	HACİM m ³	hort mm	ALAN 10 ⁶ m ²	HACİM m ³	hort mm
OCAK AYI	5.143	387.840.990	75.41	4.126.90	3.11.262.840	75.42
ŞUBAT AYI	5.143	308.538.920	59.99	4.179.00	252.401.240	60.40
MART AYI	5.143	284.088.080	55.24	4.269.90	237.423.460	55.60
NİSAN AYI	5.143	243.602.020	47.37	4.279.30	202.158.000	47.24
MAYIS AYI	5.143	216.866.060	42.17	4.452.60	183.115.100	41.13
HAZİRAN AYI	5.143	179.874.920	34.97	4.672.80	147.682.940	31.60
TEMMUZ AYI	5.143	105.292.790	20.47	4.556.60	89.140.200	19.56
AĞUSTOS AYI	5.143	86.334.110	16.79	4.469.00	74.456.880	16.66
EYLÜL AYI	5.143	116.412.054	32.36	4.275.70	133.993.854	31.34
EKİM AYI	5.143	253.030.880	49.20	4.592.00	223.143.685	48.59
KASIM AYI	5.143	360.133.320	70.03	4.443.80	308.472.580	69.42
ARALIK AYI	5.143	470.151.830	91.42	4.203.00	384.148.700	91.40
YILLIK ORT.	5.143	3.062.165.974	59541	4.414.80	2.631.567.800	596.08

3.2. MERİÇ- ERGENE HAVZASINDA ALAN - YAĞIŞ İLİŞKİLERİ

Bu bölümde Thiessen ve YA yöntemi ile hesaplanan yağış alanlarının, o alana o ay düşen yağış miktarı arasındaki ilişkiler ele alınmıştır.

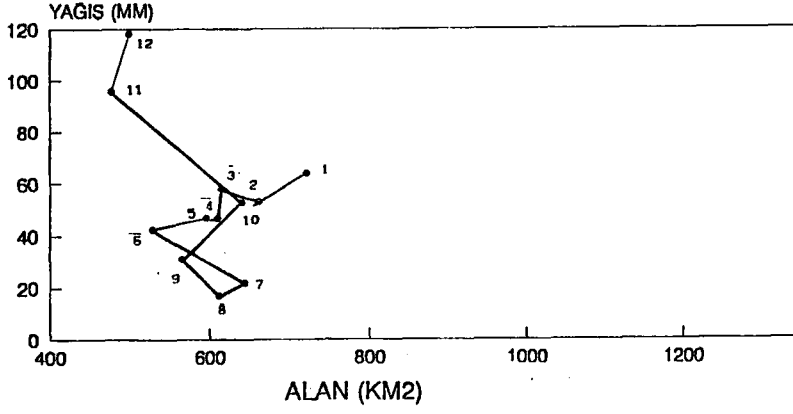
Şen (1994)'e göre YA metodunun uygulaması bir istasyona düşen yağış ile o istasyonların temsil ettikleri alan arasında ters orantı vardır. Buna göre her yağış istasyonunun en fazla yağışa sahip olduğu ay, en küçük alanı temsil edecektir. Bu hipoteze göre en büyük yağışın görüldüğü aylar ile en küçük yağış alanına sahip ayların benzer olması beklenir. Yalnız bir istasyona düşen yağışın temsil ettiği alanın sadece o istasyona düşen yağışın miktarına bağlı olmadığını, bir yağış istasyonunun temsil ettiği alan üçgenin diğer köşelerindeki istasyonların aldığı yağışa da bağlı kaldığına dikkat edilmelidir.

Ortalama alansal yağış miktarını tespit etmede çok kullanılan Thiessen poligonu yönteminde değişen yağış miktarlarına rağmen istasyonların temsil ettiği alanlar, değişmez hep sabit kalmaktadır. Yağış verilerinin değişmesine rağmen 12 ay boyunca her aya ait alan değerleri sabit olmaktadır. Yağış verilerinin değişmesi ile sadece su miktarları değişmektedir.

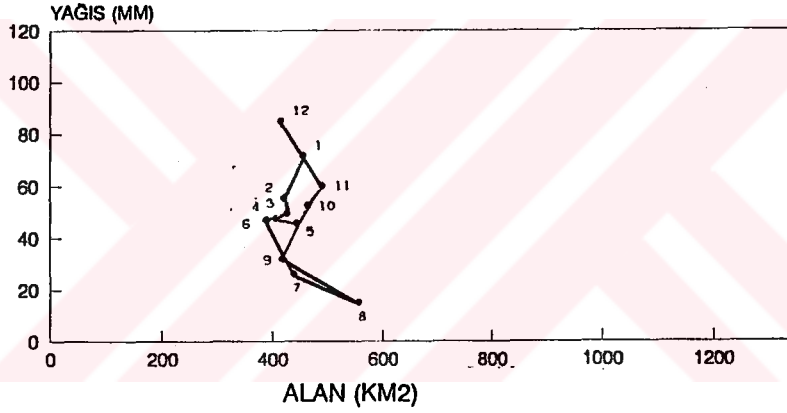
Meriç-Ergene havzasında yapılan ortalama yağış miktarı hesaplamalarından Thiessen ve Yüzdesal Alan oran metodu için, yağış değerleri (aylık toplam) ve bunlara rastlayan poligon alan değerleri Şekil 3.1, 3.2, 3.14'de bilgisayar çalışması yapılarak, yağış-alan-ay grafikleri yapıldı. Bu grafiklerden çok önemli bir fark olan alanların değişken (YA metoduna göre) olduğu tespit edildi. YA metodunda 12 ayın yağışına tekabül eden alanlardan kapalı bir poligon ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7). Thiessen Metodunda ise 12 ayın yağışına tekabül eden alanlar sabit olmaktadır. (Şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14)

YA metodu kullanılarak çizilen yağış-alan-ay grafiklerinde tam kapalı bir poligon ortaya çıkmamaktadır. Bunun nedeni yağış verilerinin tam sağlıklı ölçülmemesinden ve başka parametrelerin etkilerinden dolayıdır. Bunun tam izahı bir başka çalışma konusu olabilir. Örneğin Şekil 3.3. de Babaeski meteoroloji istasyonunun grafiği incelenirse 1.aydan 8.aya kadar yağışlar azalırken, bu yağışları temsil eden yağış alanları artmaktadır. Bu literatürde aranan, ancak hiç bir metodun vermediği (YA metodu hariç) bir sonuçtur. Yine bu meteorolojik istasyona ait 8.aydan 12.aya kadar yağışlar artarken, alanın azalması gözlenmektedir. Ayrıca Şekil 3.1. de Havsa meteoroloji istasyonunun yağış alan grafiği incelenirse, yıl içerisinde üç noktada kesişme gözlenmektedir. Bu da yağış rejiminin oynak olduğunu gösterir.

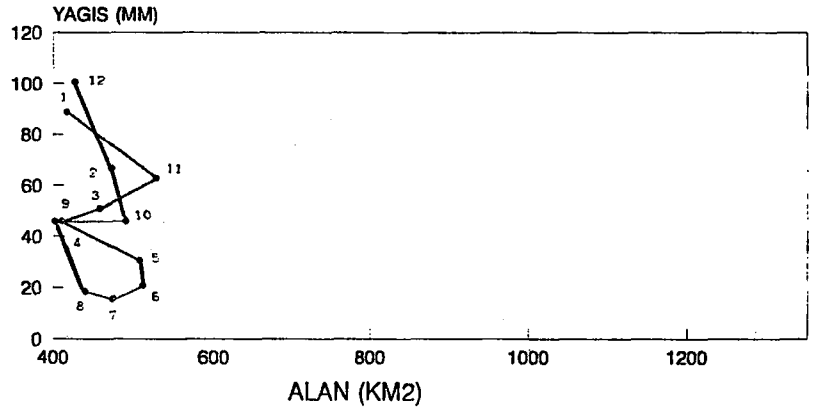
YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ MURATLI



YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ PINARHISAR

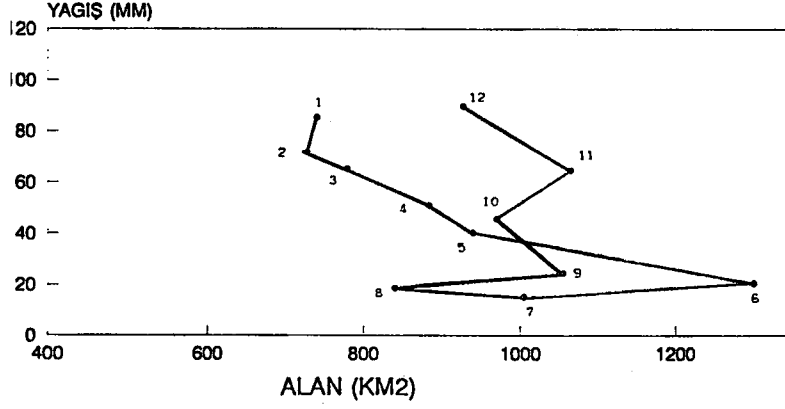


YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ ÇERKEZKÖY

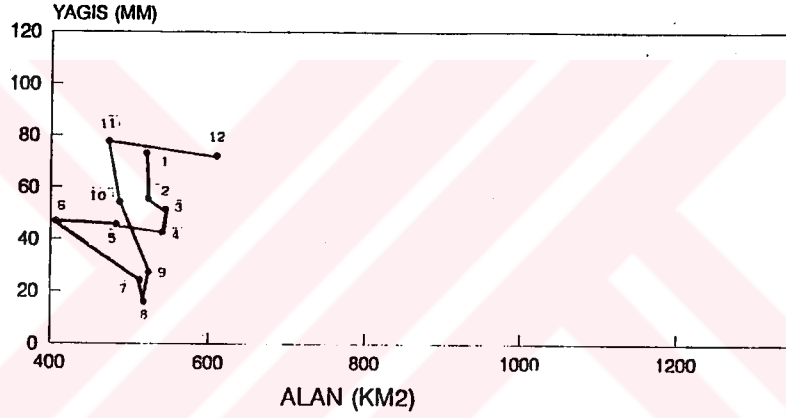


Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 Meriç-Ergene havzasında YA metoduna göre yağış-alan ilişkileri.

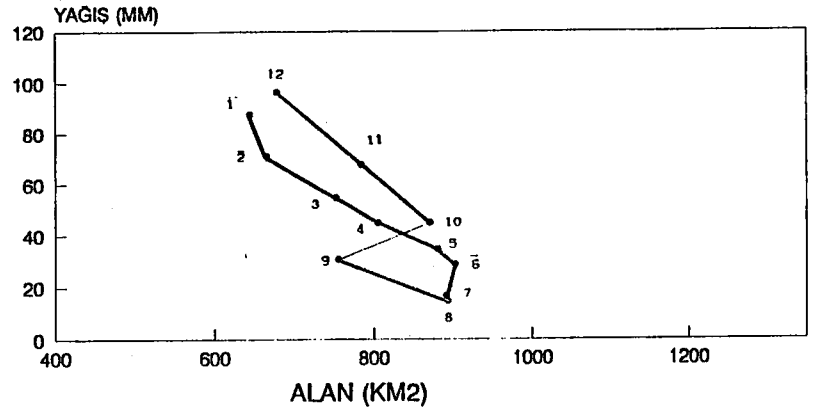
YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ HAYRABOLU



YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ LÜLEBURGAZ



YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ BABAESKİ

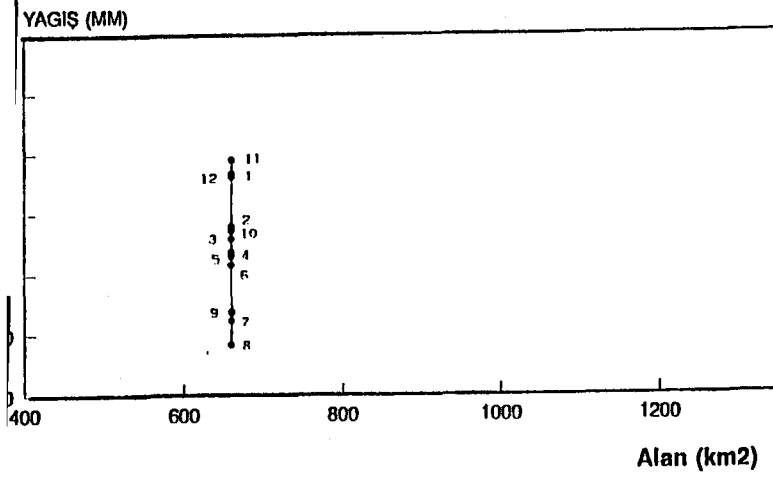


Şekil 3.5, 3.6, 3.7 Meriç-Ergene havzasında YA metoduna göre alan-yağış ilişkileri.

YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

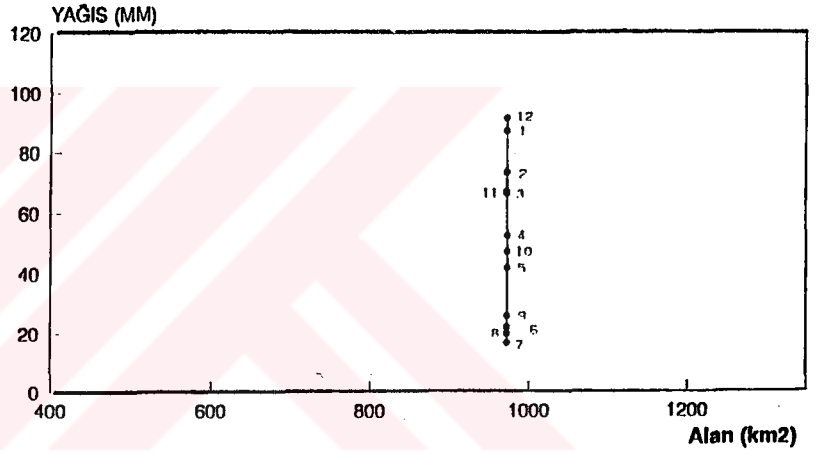
LÜLEBURGAZ

56



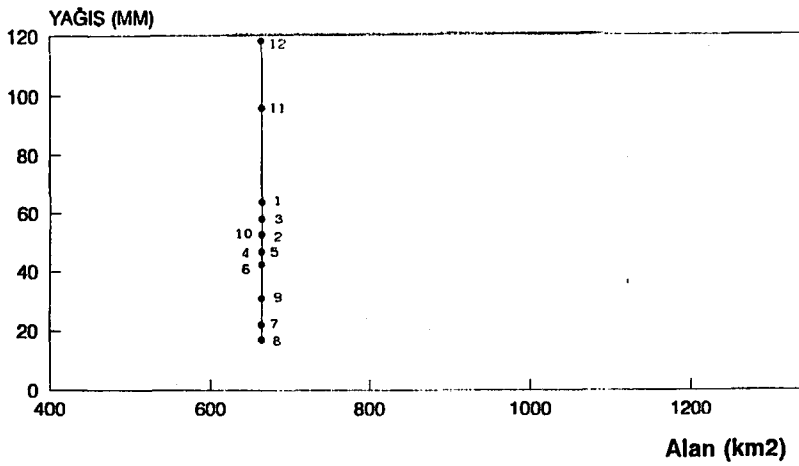
YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

HAYRABOLU



YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

MURATLI

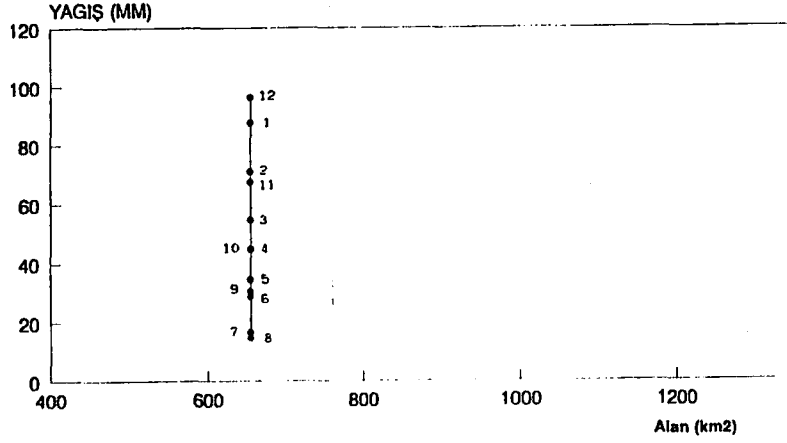


Şekil 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 Meriç-Ergene havzasında Thiessen metoduna göre alan-yağış ilişkileri.

YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

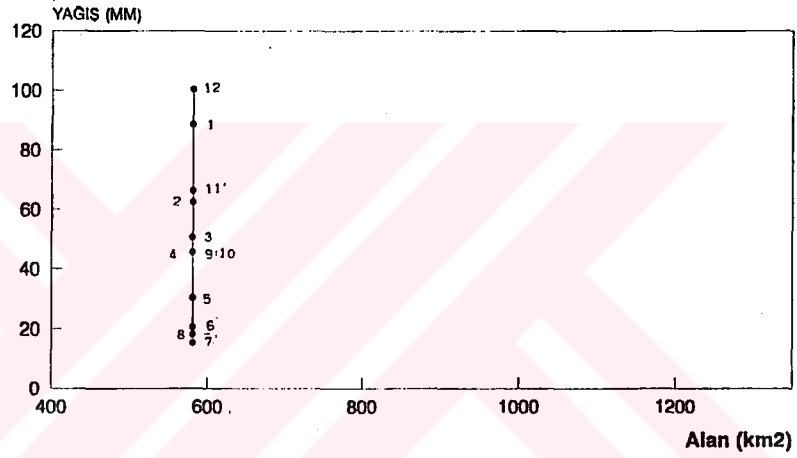
BABAESKİ

57



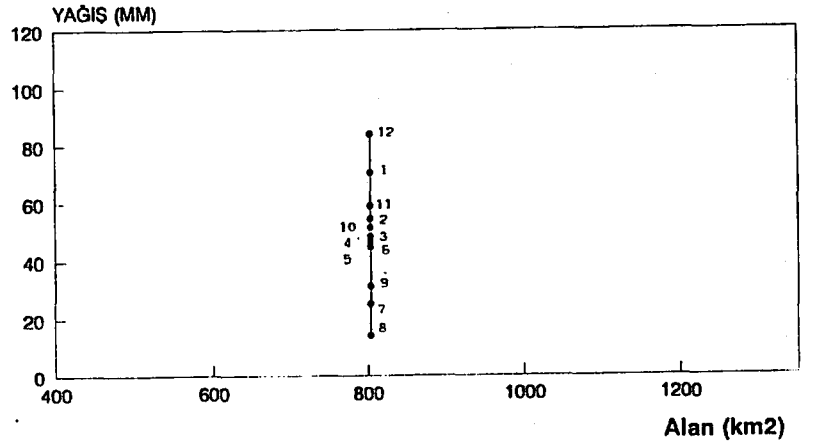
YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

ÇERKEZKÖY



YAĞIŞ-ALAN EĞRİSİ

PINARHİSAR



Şekil 3.12, 3.13, 3.14 Meriç-Ergene havzasında Thiessen metoduna göre alan-yağış ilişkileri.

Yağış-alan-ay ilişkisi incelenirken bazı değişimler YA metodunun temelini teşkil eden, meteorolojik istasyona düşen yağış miktarının, o istasyonu temsil eden alan ile ters orantı kuralını bozmaktadırlar. Bunun çeşitli sebepleri vardır. Ölçüm ve çalışma hataları, haritanın ölçek hatası, v.s.

Hidrolojik tüm çalışmalarda bütün amacımız en doğru, en gerçekçi yaklaşımlarla en uygun sonuca ulaşmaktır. Burada da havzanın yağış rejimini tam olarak, dinamik bir yaklaşımla tanımaktır ki bu da YA metodu ile gerçekleşmektedir. Thiessen Metodu ile bulduğumuz yağış-alan-ay grafiklerinden hiçbir sağlıklı yorum yapılamaz.

Şekillerden göreceği üzere herhangi bir istasyonun YA metoduyla bulunan alansal değerlerin, yağış değerleriyle ters orantılı olarak değiştirdiği halde, Thiessen yöntemi uygulanarak bulunan alansal değerleri sabit olmaktadır. Örneğin 9 nolu istasyon olan Lüleburgaz'da, Thiessen metodu ile bulunan alansal değer 661.00 km² bulunmuş ve bütün aylar için sabit çıkmaktadır. YA için aynı istasyonda Ocak ayındaki alan 516.80 km², Şubat ayında 520.60 km² bulunmuştur.

3.3. MERİÇ-ERGENE HAVZASINDA EREZYON

Bölgede hemen hemen her yıl ilkbahar aylarında sel baskınlarına ilişkin haberlere rastlanır. Heyelanlar, taşkınlar ile ilgili can ve mal kaybına uğranılan olayları duyarız. Kuraklık ve susuzluk bu haberleri takip eder.

Bu olaylar birden bire ortaya çıkmaz, toprağa ve doğal bitki örtüsüne yapılan yanlış müdahaleler sonucu ortaya çıkan çevre bozulması olaylarıdır. Çevre bozulması, erezyon şeklinde devam ederek tıpkı bir kanser gibi toprak ve su kaynaklarımızı olumsuz yönde etkiler ve yıllar boyu sinsice yayılır durur (Birinci, 1996).

3.3.1. Meriç-Ergene Havzasında Erozyonu Etkileyen Faktörler

a- Yağmurun Şiddeti: Yüksek frekanslarda yağın sağnak yağmur damlaları toprak zerreciklerini yerinden kopararak harekete geçirir. Yüzeiden akan suyun enerjisi, yer çekimi ivmesinin etkisi ile gittikçe çoğalarak bu suyun aşındırma gücünü de artırır.

Havzada 24 saat içinde 25 mm. nin üzerinde yağışlar sağnak karakterindedir. Yine 24 saatte düşen yağışların Edirne'de %80'i Lüleburgaz'da %76'sı, Tekirdağ'da %79'u, Gelibolu'da %67'si 25 mm'nin altında olup sağnak karakterde değildir. Sağnak yağışlar havzanın güney batı tarafında, en fazla Gelibolu'da meydana gelir (Birinci, 1996).

Havzada toplam yağışlara oranla ortalama olarak %25 oranında meydana gelen sağnak yağışların büyük bir kısmı az şiddetli sağnaklar halindedir (25-50 mm.), şiddetli sağnakların (150-190 mm.) nisbeti ancak %17'dir.

Ülkemiz genelinde erozyonu etkileyen faktörler arasında önemli rol oynayan yağmurun şiddeti havzamızda önemli bir erozyon faktörü değildir.

b-Toprağın Direnci: Kum ve toz nisbeti yüksek topraklar yapıştırıcı kil elemanlarınca zengin topraklara oranla daha çabuk erozyona uğrarlar. Genelde Trakya toprakları yapısal ve bağlayıcı madde itibarıyla devamlılık göstermez. Çatalca-Edirne hattı boyunca ve Ergene Suyunun kuzeyi ve güneyindeki alçak meyilli yamaçlar kil nisbeti yüksek ağır topraklardan oluşur. Yağmur damlalarına direnç çoktur. Bu bölümün kuzeyinde yer alan alanlar ince kumlu kil taşları, kumlu kaya yatakları ve dağılıbilir marndan oluşur, bu topraklarda direnç zayıftır.

Trakya'nın kuzey ve güney bölümlerinde erozyonu etkileyen faktörlerden toprak direnci önem arz eder.

c- Yamaç Uzunluğu ve Yamaç Meyili: Uzun yamaçlar, yüzeysel akışa geçen su miktarı daha fazla olacağından erozyona karşı daha hassastır. Yüksek meyilli yamaçlarda yüzeysel sular daha süratle akacağından ve suyun alt tabakalararasızması zorlaşacağından bu yamaçlar erozyona hassastır. Yamaç meyilinin yüksek olması erozyonu kolaylaştıran bir faktördür.

Trakya esas itibarıyla bir ova ve platolar bölgesidir. Ancak bölgenin kuzeyinde kuzeybatı ve güneydoğu istikametinde uzanan Istranca dağlık kütlesi, güneyde kuzeydoğu ve güneybatı istikametinde uzanan ve birbirine kabaca iki sıra halinde uzanan Ganos ve Kuru dağları, Gelibolu yarımadasının yamaç meyli itibarıyla Trakya Bölgesini bu sahalarda erozyona karşı hassas duruma getirmektedir.

d- Arazi Kullanma Şekli: Doğal vejetasyonun tahribi, meyile paralel sürüm, mısır, pamuk gibi sıra bitkilerinin ekimi erozyonu çoğaltacak yönde etki yapan önemli faktörlerdendir. Kontrollü otlama, kontrollü tarım yani gübreleme, anız yakmama, tesviye eğrilerine paralel sürüm kültürde değişme teras teşkili sağlandığı takdirde, arazi kullanma şekli, erozyonu etkileyen önemli bir faktör olmaktan çıkar.

Trakya'da erozyon faktörü olma yönünden arazi kullanma şeklinin bütünüyle uygun olduğunu söylemek zordur. Özellikle meyile paralel sürüm, erozyon yönünden ciddi bir tehlike olmasına rağmen vazgeçilmeyen bir alışkanlık halinde devam etmektedir.

f- Bitki Örtüsü: Nasıl ki toprağın oluşması ve bir canlılık kazanması, üzerinde bitki örtüsünün tutunmaya başlamasına bağlı ise erozyon olayında da ilk toprak hareketi bitki örtüsünün şu veya bu ölçüde gitmesi ile başlamaktadır. Bitki örtüsünü erozyonu etkileyen faktörler arasında bir anahtar faktör olarak kabul etmek lazımdır.

Bitki örtüsünün erozyonu etkileyen faktör olarak başlıca rolü toprağı örterek yağmurun çıplak toprak üzerindeki darbe tesirini önlemesi, yağmur darbelerinin toprağı parçalayarak onların kil, kum ve toz fraksiyonlarına ayrılıp yüzeysel akışla kolayca taşınır hale gelmesini önlemesi, topraktaki gözeneklerin tıkanarak geçirim kapasitesinin düşmesine ve yağışların süratle yüzeysel akışa geçmesine engel olmasıdır.

Diğer bütün faktörler erozyon için uygun olsa bile bitki örtüsünün varlığı bu faktörlerin olumsuz etkilerini bastırabilmekte, kontrol altında tutabilmektedir. Bu nedenle bitki örtüsüne yapılacak dikkatsiz bir müdahale diğer faktörlerin olumsuz yönlerini ortaya çıkartıp onları canlandıracaktır (Birinci, 1996).

2.348.500 hektar yüzölçümü olan Trakya'nın orman varlık 715.664 hektardır. Diğer bir deyişle Trakya'nın %30'u orman örtüsü ile kaplıdır. Trakya'daki orman varlığının 134.400 hektarı Orman Bakanlığı'nca ağaçlandırılmak suretiyle meydana getirilmiştir. Yani %18'i oranındaki orman devletimizce oluşturulmuştur (Birinci, 1996).

3.3.2. Merç-Ergene Havzasında Erozyonun Sebepleri

Genel olarak erozyonu meydana getiren sebepler iki ana grupta toplanır. Bunlar doğal sebepler ve insanlardır.

a- Doğal Sebepler: Erozyonu meydana getiren başlıca doğal sebepler, topografik yapı, jeolojik yapı ve iklimdir.

Topografik Yapı: Topografik yapı erozyonu etkileyen bir faktör olmasının yanısıra yüksek bir meyile sahip olduğunda, uzun bir yamaca sahip olduğunda, uzun bir yamaca sahip olduğunda aynı zamanda bir erozyon sebebidir. Trakya bölgenin topografik özellikleri, erozyona sebebiyet verme bakımından yurdumuzun diğer bölgelerine oranla daha uysal ve erozyona daha elverişsizdir.

Jeolojik Yapı: Jeolojik yapı ve buna bağlı olarak toprağın erozyona karşı hassasiyeti bir erozyon sebebi olabilmektedir. Jeolojik yapıyı oluşturan materyalin pekişme durumu zayıf, taneli

tortul ve volkanik anakayadan meydana gelmesi halinde jeolojik yapı bir erozyon sebebi haline gelmektedir.

Trakya'nın sist, gnays ve kristalize kalkerlerden oluşan kuzey kısmı; kil, kalker, kumtaşı ve konglomeradan oluşan orta kısmına nazaran jeolojik temel yönünden erozyona karşı daha hassastır ve bu jeolojik temel erozyon sebebi olabilmektedir (Atalay, 1990).

İklim: Sağanak yağmur ve şiddetli rüzgar gibi iklim özellikleri, erozyon yönünden önemlidir. 24 saatte 25 mm den fazla düşen yağmurlar ve saniyede 6 metreden süratli esen rüzgar erozyona sebep olmaktadır.

Trakya'ya yağın yağmurların ancak %25'i sağnak karakterlidir. Trakya'da rüzgarların büyük kısmı kuzeyden gelir. Bu rüzgarlar Karadeniz'i geçtiklerinde nemle yüklüdürler. Bu nemi dağların kuzey yamaçlarında yükselirken bırakırlar. Dağların güneyine nemi bırakmış olarak geçerler. Bu rüzgarlar daha da ısınmış olarak geleceklelerinden buharlanmayı artırıcı bir faktördürler. Ancak bu rüzgarlar bölgenin hiçbir yerinde büyük bir sürate erişmediğinden kurutucu etkisi nisbeten azdır ve toprak zerreciklerini taşıyabilme gücü yoktur. Trakya'da rüzgarların %85'nin hızı, 6m/sn'den azdır. Bu tesbitlere göre iklim özellikleri, Trakya için bir erozyon sebebi sayılamaz.

b- İnsan: İnsan faktörü arazi kullanımındaki ve doğa bitki örtüsüne müdahaledeki dikkatsiz tutumu ile erozyonun meydana gelmesinde, hızlanmasında ve şiddetlenmesinde tek başına en önemli faktördür. İnsanlar yanlış arazi kullanım ile, aşırı hayvan otlatması ile bitki örtüsünün tahribi ile erozyona sebebiyet verirler.

Yanlış Arazi Kullanımı: Yurdumuz arazilerinden, bu arazilerin hangi amaç için kullanılmasının uygun olacağına bakılmaksızın, gelişigüzel ve bugünkü ihtiyaçları giderek için faydalanılmaktadır. Türkiye ormanları, meraları, su kaynakları, diğer doğal bitki örtüleri, tarım alanları yönünden çok zengin bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyelin kır insanına sağladığı geniş olanaklar, planlı bir biçimde derlenmemiş olduğu için, uğraşı bir didişme şeklinde sürüp gitmektedir. İnsanımız doğaya ve doğal kaynaklara zarar vermiş, araziye bu arazinin kabiliyet ve verim derecesine, sınıfına uygun kullanmamış, yanlış kullanarak onu tahrib etmiş olmasına rağmen karşılık olarak ekonomik gelişmesini yine de sağlayamamıştır. Bu şekilde yanlış arazi kullanımının birikip, birleşip ortaya çıkardığı değişmez bir sonuç vardır ki o da toprak erozyonudur.

Aşırı Hayvan Otlatmaları: Meralarımız, verim güçlerinin çok üzerinde aşırı ve düzensiz bir şekilde otlatmada kullanılmaktadır. Bu şekilde meralar yoğun hayvkan baskısı altında ezilmekte ve verimsizleşmektedir. Meralarda ot örtüsü zayıflayıp toprak da sıkışınca erozyon başlamaktadır.

Bitki Örtüsünün Tarhibi: Ormanların tarla açma ve usülsüz kesimler, yangınlar sonucu tahrib edilmesi, meraların tarla açma amacıyla sürülmesi toprak-bitki ve su düzeninin bozulmasına sebep olmaktadır. Bu da verimsizliğe, erozyon, sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Ayrıca ormanlarda hayvan otlatılmasında ormanlara zarar vermekte onların azalmasına sebebiyet vermekte ve kendilerini yenilemelerini engellemektedir.

Trakya'da iskan 6000. yıl gerilere gitmektedir. Bu saha uzun asırlar boyu kuzey-güney ve doğu-batı yönünde göçlere sahne olmuştur. Bu bölgede ağacın yegane yakacak gemi ve mesken yapım maddesi olması Trakya'da bitki örtüsünün tahribatın kolaylaştırmıştır.

Trakya'da ormanların tahribinde ilk çağdan beri meydana gelen harpler, yangınlar ve hayvan otlatmacılığı da geniş suretle etkili olmuştur. 1950'li yıllardan sonra traktörün arazi işleminde kullanılmaya başlanması, nüfusun hızlı bir şekilde artması mera alanlarının da tarıma açılmasını hızlandırmıştır. Trakya'daki bitki topluluklarının bugünkü sınırları doğal olmaktan uzaktır.

Trakya'da erozyon, özellikle doğal faktörlerin elverişli olması nedeniyle ülkemizin pek çok yerinde olduğu kadar şiddetli ve ilerlemiş değildir. Ancak yine de Avrupa ülkelerinden çok daha fazladır. Trakya'da doğal kaynakların başlıcası olan ormanlar alan olarak tabii sınırlarını kaybetmiş, servet olarak azalmıştır. Su kaynakları tehlikededir. Topraklar çeşitli şiddette erozyona maruzdur.

Biyolojik çeşitlilik azalmaktadır. Meralar düzensiz otlatılmaktadır. İşletmeli tarımda hatalar yapılmaktadır. Bütün bunlar devam ettikçe mevcut erozyonun dahada şiddetlenmesi kaçınılmazdır (Birinci, 1996).

3.3.3. Meriç Ergene Havzasındaki Erozyon Miktarı

Havzada hiç veya çok az erozyona uğramış topraklar %50 civarında, orta derecede erozyona uğramış topraklar %35 oranında, şiddetli derecede erozyona uğramış topraklar %10, çok şiddetli derecede erozyona uğramış topraklar ise %5 civarındadır. Bu duruma göre, koruma tedbirlerin alınmasını gerektiren orta şiddetli şiddetli ve çok şiddetli derecede erozyona uğramış topraklar 800.000 ha olup, toprakların yaklaşık %50'sinin teşkil etmektedir (Birinci, 1996).

BÖLÜM 4

4.1. SONUÇ VE TAVSİYELER

Meriç-Ergene havzası, Marmara Bölgesi içinde coğrafi konumu bakımından stratejik önemi bulunan, bir kısmı denizlerle kuşatılmış, ülkemizin önemli, tarım ve sanayi bölgelerimizden biridir. Bölge, İstanbul'un bir alt bölgesi olarak, yoğun bir sanayileşme sürecine girmiştir. Sanayileşme süreci, doğal kaynak tüketimi yoğun olan Tekstil ve Deri'de yoğunlaşmakta, özellikle Gümrük Birliği süreci ile birlikte, Hazır Giyim'in de göç eğiliminde olduğunu ve bunun yoğun bir emek göçü ile birlikte gerçekleşeceğini göstermektedir (Dinçer, 1996). Tarımsal sanayi konusunda kendiliğinden gerçekleşen yatırımlar dışında esas olarak yönlendirmenin olmadığını gözlemektedir. Bu eğilimlerin doğal sonuçları; Tarımsal alanların tahribi hazırlıklı olunmadığı sürece çarpık kentleşme ve göç ile birlikte kültürel değişimler doğal kaynakların tüketimi ve aşırı kirletilmesidir.

Trakya'nın olduğu kadar Türkiye'nin buğday ambarı Ergene Havzasıdır. Bu havzanın üretim devamlılığı iki önemli faktöre ihtiyaç duyar. Bunlardan birincisi su, ikincisi kirletilmemiş ortamdır. Havası, suyu ve dolayısıyla toprağı kirletilmiş bir bölgede doğal ekosistemlerin (orman ve otlak) yok olması, tarım alanlarının da kirlenmesi ve verimsizleşmesi, kaçınılmaz bir sonuçtur. Ergene Nehri ise yan kolları, iç Trakya ile Meriç-Hisarlı dağ yetiştirme bölgelerini beslemektedir. Yağışların geç sonbahar ve kış ile ilkbahar mevsiminde düşmesi, yaz mevsiminde çok az yağış alınması, Ergene Nehri ve kollarında mevsimlik bir su akışını mümkün kılmaktadır. Havzada dağlık yükseltilerde kar ilkbaharda erimektedir. Bu sebeple Ergene Havzasının, yaz mevsiminde besleyebilecek, kar kaynağı da ortadan kalkmaktadır. Yaz kuraklığında tarım alanlarının sulanması için yeraltı suyunun kullanılmaktadır. Yeraltı su seviyesi aşırı kullanımdan dolayı düşmektedir. Sulama suyu, tarımda kullanılan kimyasal gübre ve mücadele ile kirlenmektedir. Sanayiden gelen atık su, yerleşme alanlarından gelen kanalizasyon ve çöplük suları birbirine eklenerek yüzeysel sularının kirlenmesinin yeraltı suyuna ulaşması ve kirletmesi kaçınılmazdır. Ergene havzasında gelişen tarım, yerleşme ve sanayi, bir yandan miktar bakımından, öte yandan kirlenme dolayısı ile su sorununun gündemin ilk maddesine konması gerekmektedir. Kış yağışlar ile havza dışına çıkan suları kuzey ve güneydeki Ergene kollarına kurulacak göletlerde toplamak ve yaz mevsiminde bu suları da kullanmak uygulanabilecek ilk tedbirlerden biri olabilir. Trakya'da 11 325 km²'lik bir drenaj alanına sahip olan Ergene Havzasının sularını doğudan batıya doğru akan Ergene Nehri drene etmektedir. Sulama suyu olarak Mart - Nisan aylarında I-II.ci sınıf olan su kalitesi, Temmuz-Ağustos aylarında IV-V.ci sınıf su kalitesine çıkmaktadır. Bu kirlenmenin başlıca nedeni tuzluluktur. Tuz kirliliğin önemli iki kaynağı vardır ki birincisi Endüstriyel, ikincisi de kimyasal kaynaklardır. Endüstriyel işlemler sonucu, nehir suyuna bırakılan atıklar, suyun tuz yoğunluğunu

arttırmaktadır. Kimyasal olarak ise, tarımsal faaliyetler, yağışlar neticesinde yükselen yeraltı suyunun buharlaşması sonucu toprakta tuz birikimlerine neden olmaktadır. Sulama suları yeraltına süzülerek bu tuzları çözüp tekrar nehir suyuna katılması sonucu, ki bu olay hidrolojik çevrimdir, tuzluluk artar. Mevsim sonu analizlerde yağışın da az olması sonucu, Çorlu suyu Çerkezköy girişinde I-II. sınıf sulama suyu, niteliğindeki nehir suyu, sürekli kirletilerek Uzunköprü'de tuzluluğun 14-15 kat artarak V. sınıf (kullanılamaz) sulama suyu niteliğine ulaşmaktadır (Candeğer, 1996).

Ergene nehri kirli akarsular sınıfına girmekte olup, bu akarsu tarımda sulama suyu olarak kullanılmamalıdır. Böyle bir suyun uzun süreli kullanımı, bitkiler üzerinde toksik etki yaparak, topraklar üzerinde ise tuzluluk ve sodiklik problemi doğuracaktır. bütün bu konular üzerinde yapılacak çalışmalar şöyle olabilir;

1- Toprak ve su kaynaklarının korunması, verimliliğin artırılması açısından kamu, belediye, özel sektör işbirliği yaparak gerekli önlemler almak suretiyle çevre kirliliğine sebep olarak unsurlar ortadan kaldırılmalı.

2- Kirletici atık, maddeleri alıcı ortama vermeden önce mutlaka arıtma tesislerinde arıtılmalıdır. Trakya'da son yıllarda hızla ve çarpık ve düzensiz fabrikalaşma (özellikle Çorlu, Lüleburgaz civarı) sayesinde kıymetli tarım arazileri heba olmaktadır. Bu fabrikaların çoğunun arıtma tesisi yoktur. Arıtma tesisi olanların büyük bir kısmı da tesislerini çalıştırmamaktadır. Bu sayede yeraltı suları kirlenmekte olup günümüzde Ergene Nehri IV. sınıf su halini almıştır.

3- Türkiye'mizde su kirliliğinin önlenmesine yönelik mevzuatla görülen dağınıklık ve yetersizlikler, su kirliliği ve kontrolü yönetmenliğinin yürürlüğe girmesi ile büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Ancak bu yönetmenliği uygulayacak idari yapıdaki yetki karmaşası halen devam etmektedir. Bu konuda sorumlu olan kuruluş belirlenmeli ve bu kuruluş yeterli yetki, uzman personel ve araç gereçlerle donatılmalı ve biran önce çalışmalara başlamalıdır.

4- Tarım, Orman, sanayi ve kent alanlarının planlanması gerekmektedir. Geri dönülemeyen arazi kullanım kararları, çarpık bir sanayileşmenin, kentleşmenin, tarım ve orman alanlarının tahribinin yolunu açmaktadır. Bugün Trakya'da tarımsal alanlarda bir el değiştirme süreci yaşanmakta, bu alanlar potansiyel sanayi alanları olarak değerlendirilmektedir. Trakya için tarım ve Tarımsal sanayi son derece önemlidir.

5- Ormanların sağladığı ekonomik faydalarla birlikte maddi olarak doğrudan ölçülemeyen etkileri vardır ki bunlar;

-**Hidrolojik fayda** ormanların toprak üstündeki diri ve ölü örtüsü ile yağışların toprağa inmesini sağlayarak su kaynaklarının verimliliğine ve devamlılığına katkı yapar.

-**Erozyona faydası:** Toprağın yıkanmaya karşı korunması, akarsuların çamur ve kumla dolmasına engel olması, rüzgar ve fırtına ile toprağın savrulmasını önlemesi, kısaca yüzlerce yılı bulan toprağın taşınıp yok olmasını önleyerek erozyona karşı en önemli etkeni oluşturması.

-**Klimatik etkisi:** Ormanların açık alanlara nazaran yaz sıcaklarını 5 ila 8.5°C arasında düşürdüğü, kış sıcaklıklarını 1,6 ila 2,8°C arasında arttırdığı saptanmıştır.

-**Sağlık bakımından faydaları:** Hava, su ve toprak kirlenmesine karşı en büyük doğal etkidir. Solunum için erekli oksijenin sağlanmasında denizlerden sonra oksijen üreten önemli bir kaynaktır.

-**Ormanların sosyal faydaları:** Aşırı şehirleşmenin sonucu şehirde yaşayan insanlar üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin en iyi şekilde giderilmesi, sakin ve temiz havada tabiatın yeşil güzellikleri içinde dinlenilmesi insanda güven ve huzur sağlamaktadır.

Bölgede ormanların korunması ve işletilmesi hizmetleri, Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü'nün mahalli birimleri tarafından sürdürülmektedir. Orman Ağaçlandırma ve fidan üretim hizmetleri de Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün bölgedeki taşra birimleri tarafından sürdürülmektedir. 26 Temmuz 1995 günü yürürlüğe girer. 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon kontrolü seferberlik kanunu ile kamu ve özel kuruluşların katılımları sağlanıp, çeşitli kampanyalar düzenleyip bölgede Ağaçlandırma hizmetlerinin daha süratlendirilmesi gereği vardır.

6. Bölgede halen yapılan bir yanlışlıkta yeraltı suyunun sanayi suyu olarak kullanılmasıdır. İçme suyu büyük oranda yeraltı suyundan karşılanmaktadır. Ancak bazı yörelerde yeraltı suyu bulunmamaktadır. Buralardaki içme suyu baraj suyundan karşılanmaktadır. Edirne, Keşan; Kırklareli merkez yerleşim birimleri içme suyu ihtiyaçları barajlardan karşılanmaktadır. Barajların içme suyu olarak arıtma işlemlerinden geçirilmeden kullanılmamaktadır, tabi ki böyle bir uygulama ilave masraflar gerektirmektedir. Sanayi tesislerinin suları, baraj ve göletlerden karşılanması daha uygun olacaktır. Dolayısıyla yeraltı suyu da içme ve tarımsal amaçlı kullanılabilir.

Tüm dünyada giderek önemi artan su, tek kaynaktan elde edilir ki bu yağıştır. Yağışlarda en aktif olan yağmurdur. Meriç-Ergene havzasında, bölgeye düşen yağış miktarının ne olduğu, ne kadarının sızdığı, ne kadarının buharlaştığı, ne kadarının akışa geçtiğini bilmek gerekir.

DSİ tarafından 1991 yılında yapılan çalışmaların sonuçları Tablo 4.1 de gösterilmiş olup bu değerlere göre Meriç-Ergene Havzası ortalama yıllık yağış yüksekliği 604 mm. dir. Bu ortalama değerlerin hesabı aritmetik ortalama yöntemi ile yapılmıştır. Türkiye ortalama yıllık yağış yüksekliği olan 642,6 mm değeri, Meriç-Ergene havzası değerinin biraz yukarısında olmakla beraber, bölgenin yağış yüksekliği ülke ortalamasına yakındır.

Tablo 4.1. Meriç-Ergene Havzasının Su Potansiyeli (DSI 1991)

Nüfus (1990)	Yüz ölçümü $10^9 m^2$	Yıllık ort. yağış $10^{-3} m.$	Yıllık havza verimi $l/sn/km^2$	Yıllık Toplam Akış $10^9 m^3$	Su Yapılarında Depo edilen su $10^9 m^3$
1.002.635	14.560	604	2,9	1,33	0,9474

Meriç-Ergene havzasının toplam su miktarı;

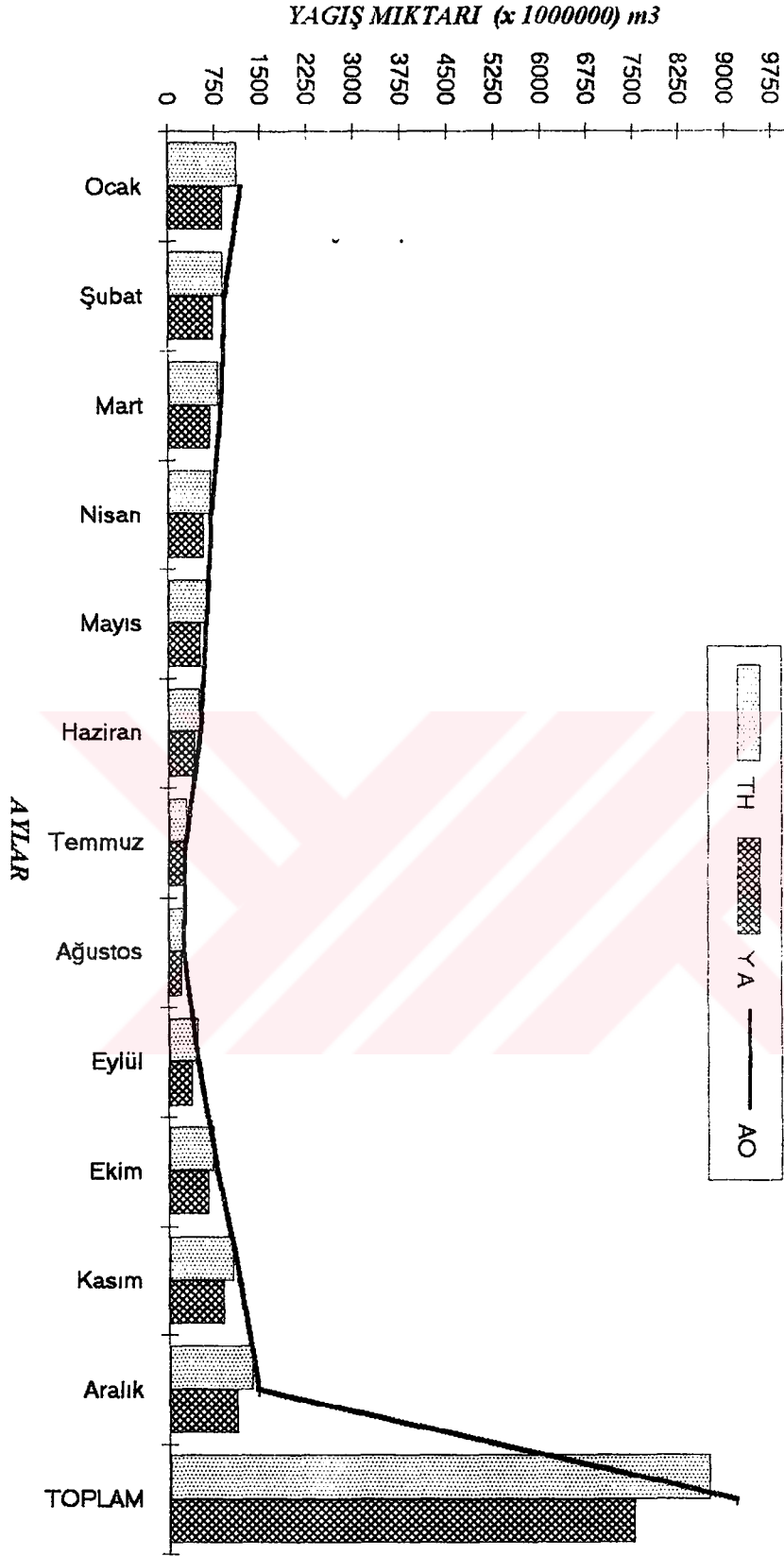
$$14560 \times 10^6 m^2 \times 604 \times 10^{-3} m = 8.794.240.000 m^3$$

Tüm Türkiye'nin toplam su miktarı,

$$779.452 \times 10^6 m^2 \times 642,6 \times 10^{-3} = 5.088 \times 10^{11} m^3$$

Bu verileri irdelersek, toplam olarak bölgede yağışlardan meydana gelen su 8.794.240.000 m³ tür. Bu yağışların 1.330.000.000 m³ lük kısmı yüzeysel akış olarak kalmakta 7.464.240.000 m³ lük kısmı ise sızma, buharlaşma ile kayıp olmaktadır. Meriç-Ergene havzası içinde bulunan su yapılarında 947.400.000 m³ su depolanmaktadır. Bölge %15,12 oranında düşen yağış yüzeysel akışa geçmektedir. Meriç-Ergene havzasında 584,88 oranında olan kayıp suyun hiç olmazsa buharlaşma kısmında, buharlaşmayı azaltma çarelerini araştırmak üzerine eğilimesi gereken bir konudur.

Meriç-Ergene su toplama havzasının su potansiyelini yeni bir bakışla, yüzde alansal oran metodu ile hesaplanıp incelenmiş diğer hesaplama yöntemleri ile karşılaştırmalar yapmıştır. Tablo 4.2'de tüm havza için hesaplanan, aylık, yıllık su miktarları görülmektedir. Havzada Aritmetik ortalama metodu ile bulunan yıllık su miktarı 9.163.865.200 m³, Thiesse yöntemi ile bulunan su miktarı 7.503.780.242 m³ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca eş yağış yöntemi ile havzada yıllık su miktarı 8.976.739.800 m³ olarak tespit edilmiştir. Bütün bu hesaplamalar grafik olarak Şekil 4.1. de gösterilmiştir.



Şekil:4.1 Meriç-Ergene Havzası Karşılaştırmalı Yağış Miktarları

Tablo 4.2. Meriç-Ergene Havzasında su miktarları

AYLAR	ARİTMETİK ORTALAMA METODU	THIESSEN METODU	Y.A METODU
OCAK	1194.317.600	1.105.908.636	887.549.980
ŞUBAT	910.843.150	879.782.262	719.709.155
MART	854.969.500	810.062.550	677.000.786
NİSAN	695.560.950	694.618.632	576.443.140
MAYIS	619.302.950	618.382.416	522.143.290
HAZİRAN	520.020.900	512.904.084	421.110.308
TEMMUZ	281.421.350	300.236.976	254.178.696
AĞUSTOS	237.573.000	246.177.275	212.309.964
EYLÜL	472.799.600	474.515.414	382.076.583
EKİM	789.563.600	721.504.541	636.282.742
KASIM	1.151.642.450	1.026.901.640	879.593.697
ARALIK	1.435.410.200	1.340.613.763	1.095.380.261
TOPLAM	9.163.865.200	8.731.608.790	7.503.780.242

Thiessen Metodu ile bulunan değerlerle aritmetik ortalama değer arasındaki fark 432.256.410 m³, YA metodu ile Aritmetik ortalama arasında 1.660.084.958 m³ fark vardır. Thiessen yönetimi ile bulunan su miktarı, YA metodundan 1.227.828.548 m³ tür. Diğer bir söylenimle YA metodu ile havzada tespit edilen su miktarı, Thiessen göre %14 daha azdır ki bu çok büyük bir miktardır. Aynı verilerle aynı havza içerisinde farklı farklı yöntemler uygulandığında farklı sonuçlar vermiştir.

Meriç-Ergene su toplam havzasında yıllık yağış yüksekliği, Aritmetik ortalama metodu için 624,88 mm, Eş Yağış Metodu ile 612,12 mm, Thiessen yönetimi ile 595,35 mm, YA metodu ile aylık yağışların toplamı ile yıllık yağış yüksekliği 588,36 mm, yıllık yağışlar dikkate alınarak yapılan hesaplamada da, 596,07 mm olarak bulunmuştur. YA metodu ile bulunan istasyonlara ait poligon alanları, Thiessen yönetimi ile bulunan poligon alanlarından küçüktür. Düşen su aynıdır. Dolayısıyla sınırlanmış alana düşen suyun hacimsel miktarı, YA metodu ile bulunan su miktarının sel miktarı, YA metodu ile bulunan su miktarının Thiessen yöntemi ile bulunan su miktarından daha küçük olacağı da sağlanmış olur.

Aslında YA metodunda hem uzun yıllara ait aylık yağış verileri kullanılıp, yılın her ayı için ayrı ayrı hesap yapılmış, hem de uzun yıllara ait yıllık yağış verileri kullanılıp yıllık yağış yüksekliği tespit edilmiştir. Ancak verilere göre bulunan anahtar noktaların değişmesi ile istasyonlara ait alanlar, dolayısıyla

de hacimler farklı çıkmaktadır. Yapılan hesaplamalar, yani oniki aylık ile yıllık toplam yağışlara göre çıkan farklı sonuçların ortalamasını almak uygun olacaktır. Buna göre Meriç-Ergene Havzası yıllık yağış yüksekliği;

Aylık yağışların toplamına göre	=	588,36 mm.
Yıllık yağış verilerine göre	=	596,07 mm.

$$\frac{1}{2} \times (588,36 + 596,07) = 592,22 \text{ mm.}$$

Meriç-Ergene havzası yıllık toplam su miktarı;

12 Aylık yağış verileri toplamına göre	=	7.263.778.602 m ³
Yıllık yağış verilerine göre	=	7.503.780.242

$$\frac{1}{2} \times (7.000.527.201 + 7.231.830.782) = 7.383.779.422 \text{ m}^3$$

olarak kabul etmek ile daha hassas bir sonuç yakalanmış olunur.

DSİ'nin 1991 hesaplarına göre Meriç-Ergene havzasında bir yılda meydana gelen yağışlardan, 8.794.240.000 m³ su havzaya düşmekte, bunun 1.330.000.000 m³'ü yüzeysel akışa geçmekte, kalan 7.464.240.000 m³'ü buharlaşma, yeraltına sızma ve benzer yollarla kaybolmaktadır.

YA metodu ile havzaya yılda 7.383.779.422 m³ su düşmektedir. Bunun 1.330.000.000 m³ su düşmektedir. Bunun 1.330.000.000 m³'ü akışa geçtiğini kabul edersek, kayıp su 6.053.779.422 m³ tür. Meriç-Ergene havzasında tüm su yapıları tesislerinin depolama kapasitesi 947.400.000 m³ (DSİ., 1991) olduğu düşünülürse havzada buharlaşma ile yeraltına sızma miktarı havzaya düşen yağışın %01,98'ni bulduğu ve bunun su yapılarında depo edilen suyun 6 katı kadar olduğu tespit edilir ki %81,98'lik bir kayıp oldukça dikkate değer araştırılıp, incelenmesi gereken önemli bir husustur.

Meriç-ergene havzasında, endüstri su ihtiyacı dışında pek çok tarım kooperatifi, yeraltı sularından faydalanmaktadır. Böylelikle yeraltı su seviyeleri düşmekte, özellikle sanayinin yoğunlaşması ile her türlü kirlilik oluşmaktadır. Bu konular ile ilgili bir Master Plan hazırlanmasına zaman kaybetmeden girişilmelidir.

Bölgenin su potansiyeli belirlendikten sonra, suyu en uygun kullanma yöntemlerini bölgede etkin olarak uygulamak şarttır.

Bölgede insan sayısı sürekli olarak artmaktadır. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmek ve beslenmek için çok önemli iki doğal kaynağa ihtiyaçları vardır ki bunlar su ve topraktır. Bu iki doğal kaynağı özellikle korumak, sonra da optimum yararlanmak ve miktarlarını artırmak gerekir. Erozyon, bu iki doğal kaynağın ikisini de olup götürmektedir. Su ve toprağın çok iyi korunması, artmasını sağlayacak önlemlerin alınması zorunludur. Su verimine ve kalitesine ilişkin çalışmalarda, suyun kirlenmesinin, yararsız bir biçimde kullanılmasının ve boşa harcanmasının, sorumsuzluk ve suçluluk olduğunu unutmamamız gerekir.

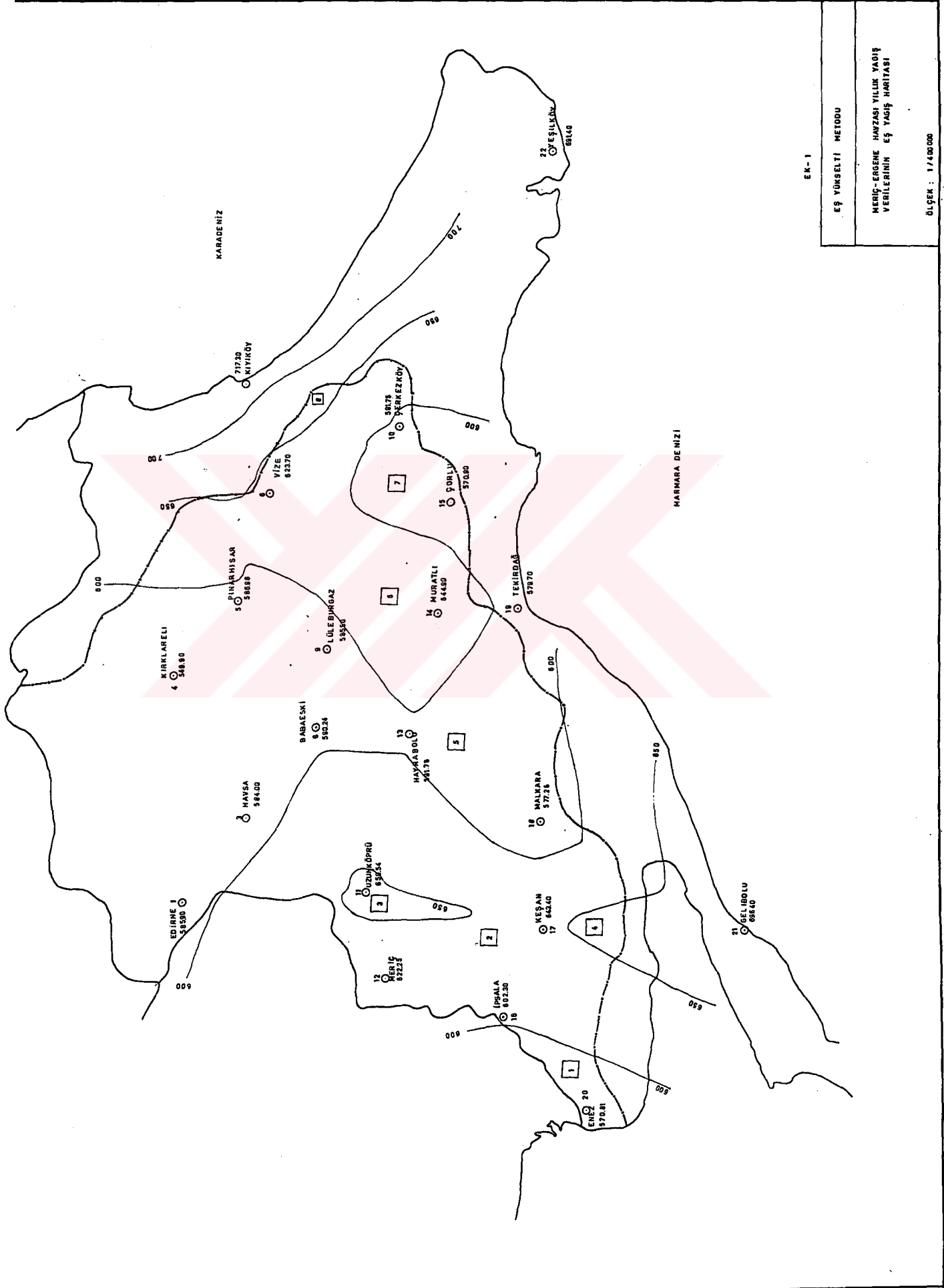
Türkiye'nin tümünde tüketilebilecek yıllık su miktarı 1993 yılında DSI tarafından yapılan çalışmalarda 95 km³/yıl olarak tespit edilmiştir. Ülkemizin toplam olarak su gereksinimi, 1994 yılı için hidroelektrik enerji ihtiyacı dışında 26 km³/yıl civarındadır. (Gizbilir, 1995). Bu değerle, yağış arasındaki farkın, rezervuarları, baraj gölleri, yeraltı suyu gibi benzeri diğer kaynaklardan temini gerekmektedir. Bütün bunlar, tüm havzalarımız kaynaklardan temini gerekmektedir. Bütün bunlar, tüm havzalarımız kaynaklarından temini gerekmektedir. Bütün bunlar, tüm havzalarımızda, yeni barajlar, göletler; rezervuarların varlığına ihtiyaç duyar. Meteorolojik yağış verilerin doğruluğu ile ölçme istasyonların dağılımı, tüm Türkiye için tekrar gözden geçirilip yeni düzenlemelere gereksinim vardır. Daha bilgili, daha bilinçli insanlara ölçme işlerinde görevler verilmesi, ülkemiz açısından kaynaklarımızın doğru tespiti ile yatırımların daha faydalı olmasını sağlayacaktır.

Avrupa Birliğine girmeye çalıştığımız ve bu yönde önemli gayretler sarfettiğimiz son yıllarda, uzun vadeli düşünerek gelişmiş Avrupa ülkelerinin yıllar evvel hazırlayıp uyguladıkları ülke "hidrolojik planı" nı (içme suyu, Atık su, sulama ve Drenaj, Enerji, Çevre ve diğer amaçları içeren), dikkate alan vakit kaybetmeksizin "Türk Hidrolojik Planı" hazırlayıp uygulamaya koyulması kaçınılmazlığı ve gerekliliği çok açık bir şekilde belirgindir.

KAYNAKLAR

- Atalay, I., 1990. Türkiye Jeomorfolojisine Giriş, İstanbul, 18-40.
- Balcı, N.A. ve Öztan, Y., 1987. Sel Kontrolü, KTÜ, Trabzon, 1-60.
- Bayazıt, M., 1991. Hidroloji, İTÜ İnşaat Fakültesi, 16-55.
- Bayazıt, M., Avcı, I. ve Şen, Z., 1991. Hidroloji Uygulamaları, İTÜ, İstanbul, 17-17.
- Birinci, H., 1991. Doğal Kaynakların Geliştirilmesi ve Kullanmanın Sosyal Ekonomik ve Fiziksel Yönden İncelenmesi, İstanbul, 21-43.
- Birinci, H., 1996. Trakya'da Erozyon, Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, 3-6 Ocak 1996, Çorlu, 371-377.
- Candeğer, O., 1996. Trakya'da Su Potansiyeli, Kullanımı ve Kirliliği, Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, 3-6 Ocak 1996, Çorlu, 229-238.
- Çepniler, B., 1994. GAP Bölgesi Yağış Verilerinin Yüzde Alansal Oran Metodu ile Hesaplanması. I. Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, 23-25 Mart, İstanbul.
- Dinçer, M., 1996. Trakya'da Sanayileşme, Kalkınma ve Gelecek. Trakya'da Sanayileşme ve Çevre Sempozyumu, 3-6 Ocak 1996, Çorlu, 613-626.
- AMİ, 1984. Ortalama, Ekstrem, Sıcaklık ve Yağış Değerleri, Genel Müdürlük Yayınları, Ankara.
- DSİ, 1981. Haritalı İstatistik Bülteni, Ankara.
- DSİ, 1990. Meriç Raporu. Edirne
- DSİ, Türkiye'de Faaliyette Olan Meteoroloji İstasyonlarını Gösteren Harita, Ölçek 1/800.000.
- Erkek, C. ve Ağiroğlu, N., 1993. Su Kaynakları Mühendisliği, İTÜ, İstanbul, 5-40.
- Gizbili, M., 1995. Hidroloji, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, 344-350.
- Köy İşleri Bakanlığı Yayınları, No:122, Meriç Havzası Toprakları, Ankara 1-29.
- Muslu, Y., 1994 Hidroloji ve Meskün Bölge Drenajı, İTÜ, İstanbul, 5-108.

- Özal, K., 1967. Küçük Toprak Barajların Planlama, Projelendirme, İnşaat ve İşletme Esasları Köy İşleri Bakanlığı, ankara, 1-53.
- Özbek, T., 1969. Hidroloji, Ankara 1-29.
- Özer, Z., 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1-161.
- Şen, Z., 1994. Yüzde Ağırlıklı Poligon Yöntemi ile Alansal Yağış Hesabı, 1-8.
- Şen, Z., 1994 Yüzde Ağırlıklı Poligon Yöntemi ile Alansal Yağış Hesabı, I.Ulusal Hidrometeoroloji Sempozyumu, 23-25 Mart, İstanbul, 124-132.
- Turfan, M., 1988. Özetle Baraj Nedir? DSİ Yayınları, Ankara, 1-17.
- Ulugür, M., 1972, Su Mühendisliği, İstanbul, 6-47.

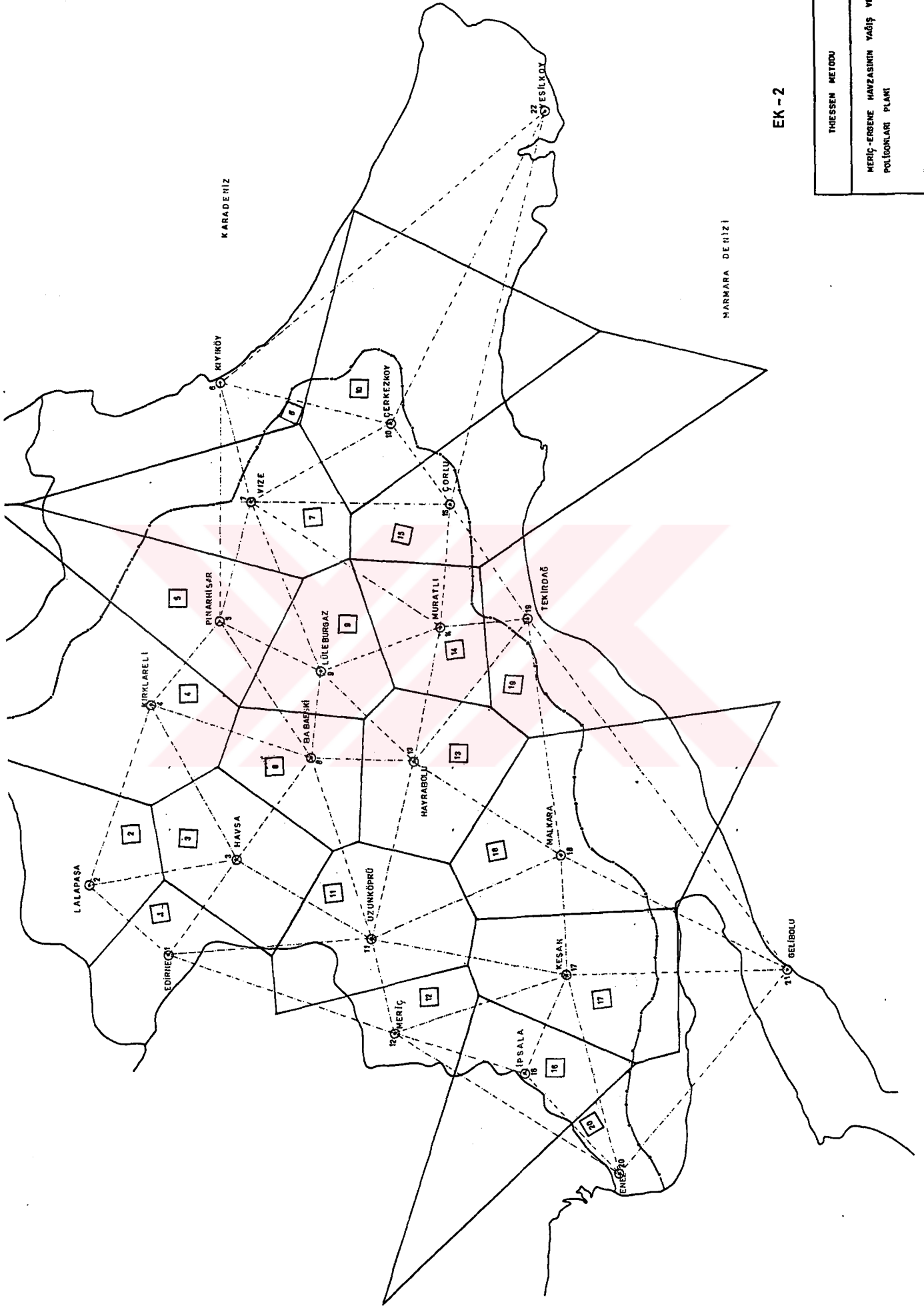


EK-1

EŞ YÜZSELTİ METODU

MERIC-ERGENE HANZASI YILLIK YAGIŞ VERİLERİNİN EŞ YAGIŞ HARİTASI

ÖLÇEK : 1/400000



EK - 2

THIESSEN METODU

MERİÇ-ERDENE HAYZASININ YAĞIŞ VERİLERİNİN
POLİGONLARI PLANI

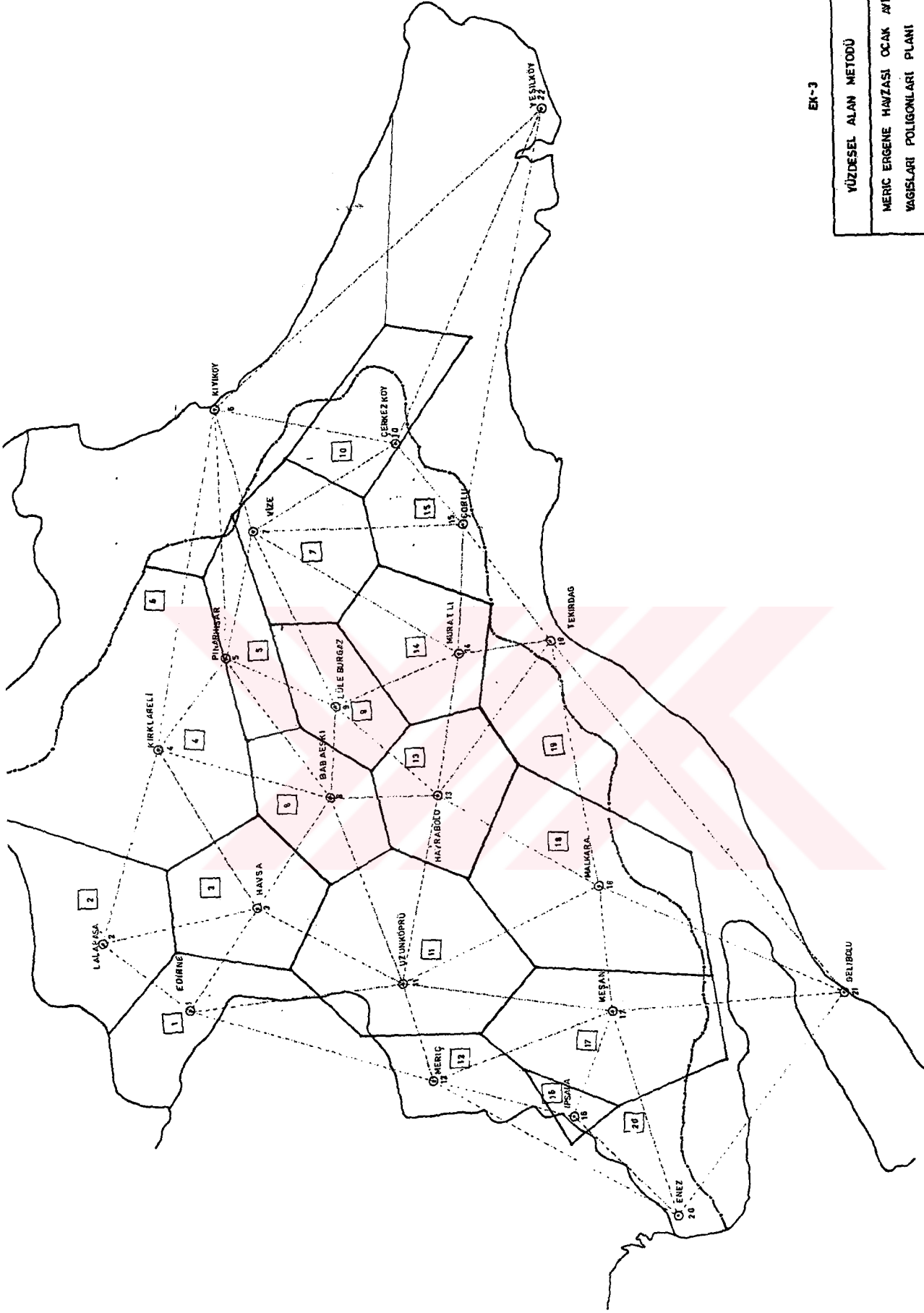
ÖLÇEK: 1/400000

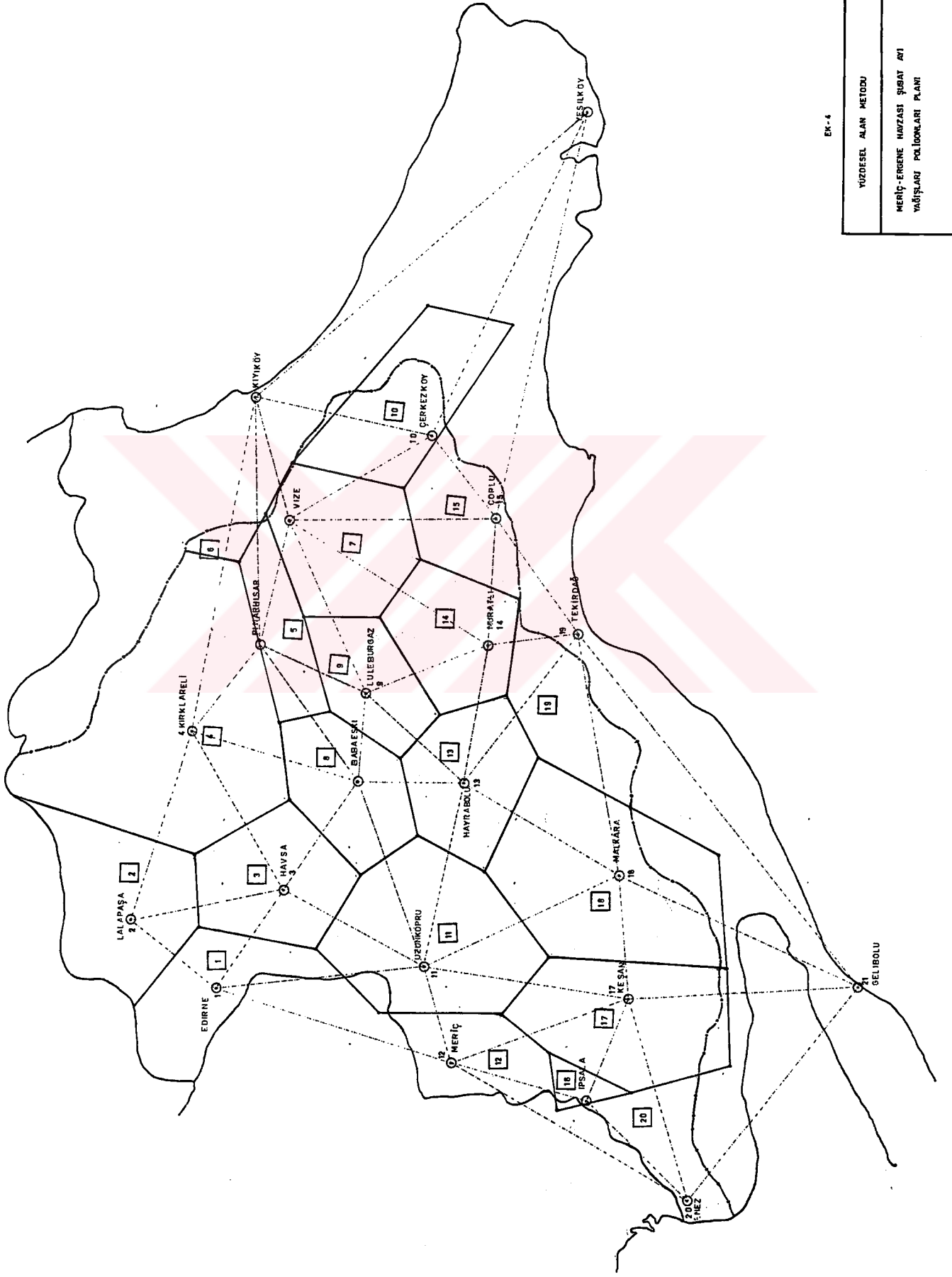
EM-3

VÜZDESEL ALAN METODÜ

MERIC ERGENE HAZIRASI OCAK ARI
YAGISLARI POLIGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1/400000



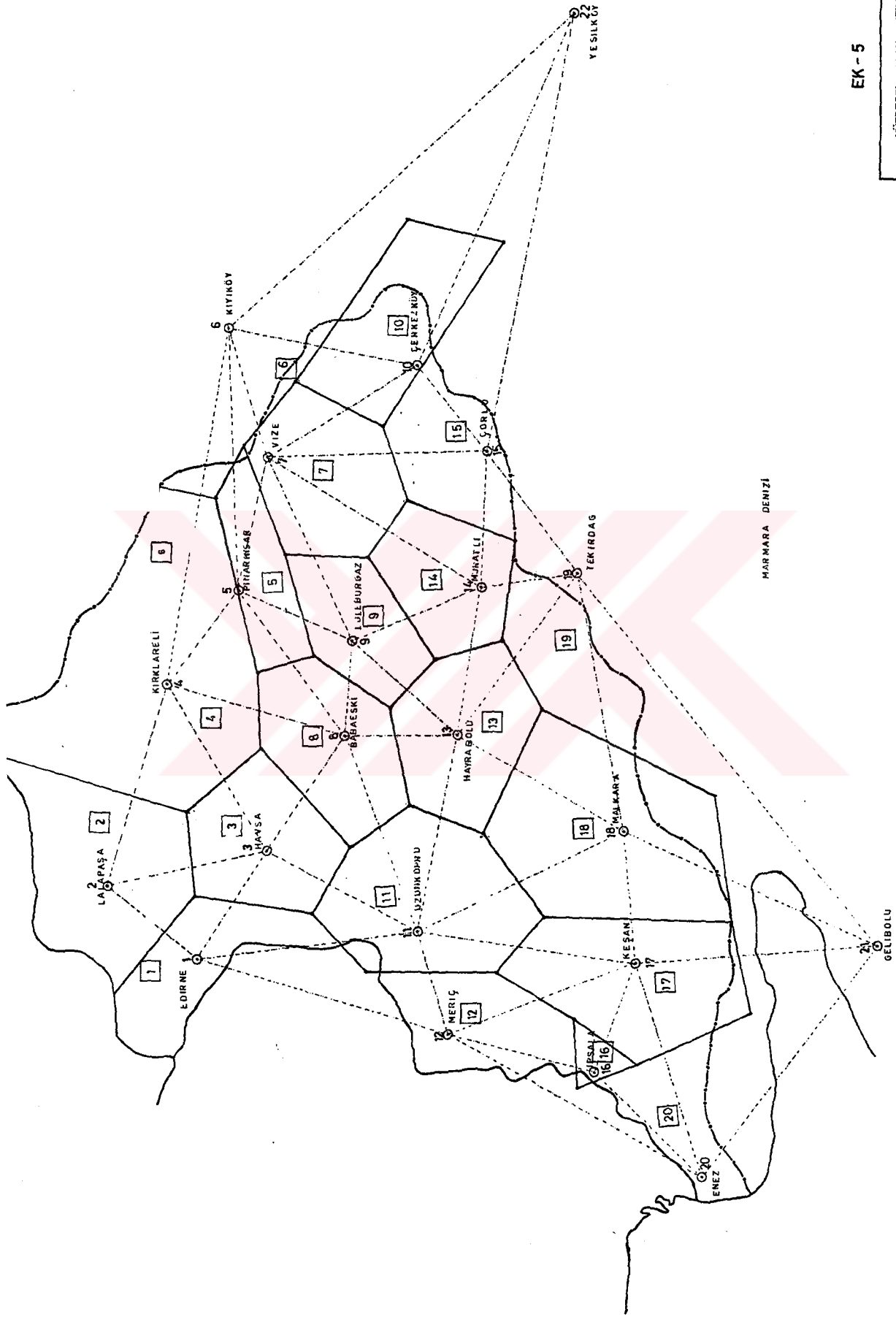


EK-4

YÜZESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HAVZASI ŞİBAT AYI
VAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

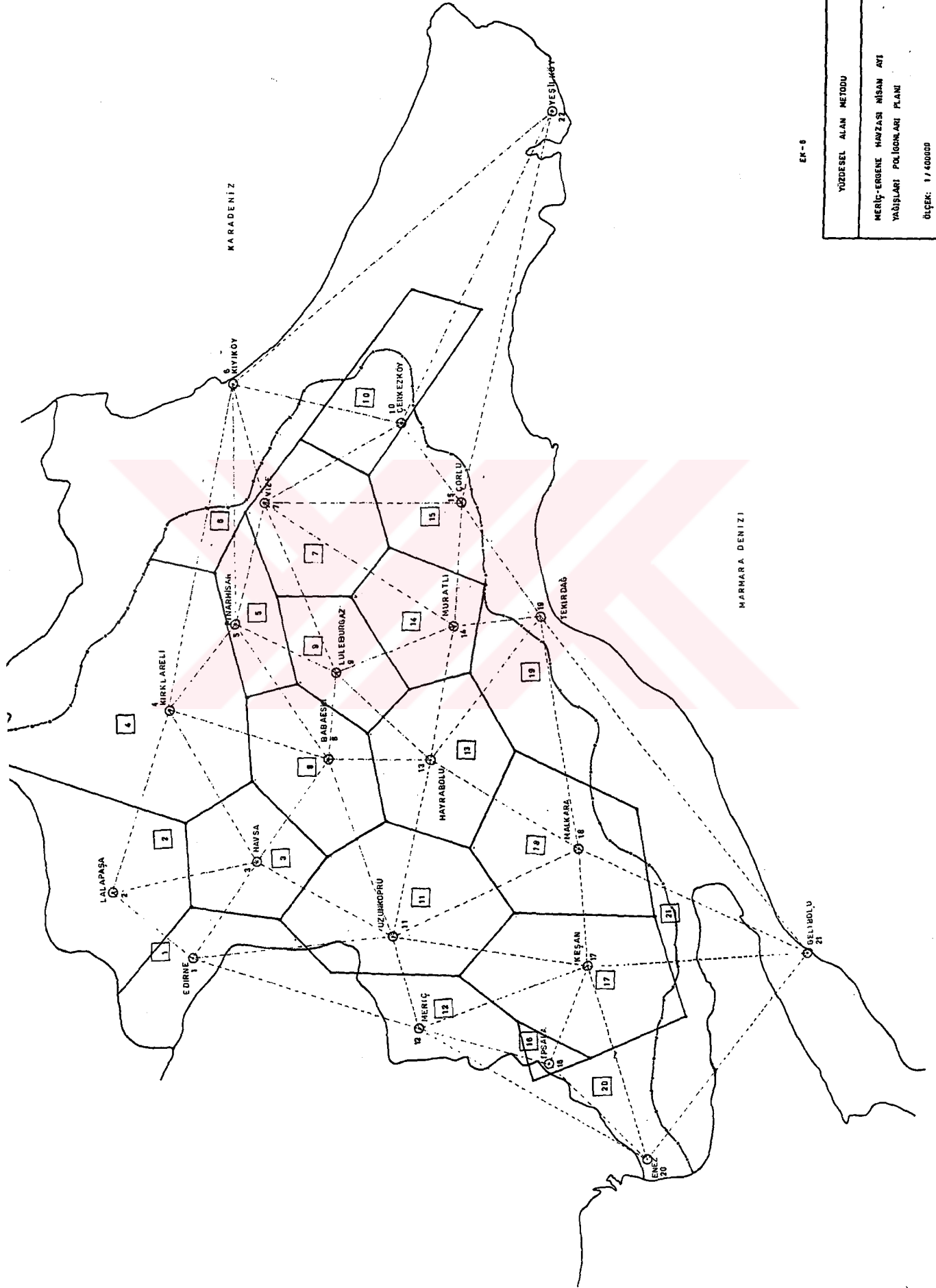
ÖLÇEK: 1/400000



EK - 5

YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HANZASI MART #71
 YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI
 ÖLÇEK: 1/400000

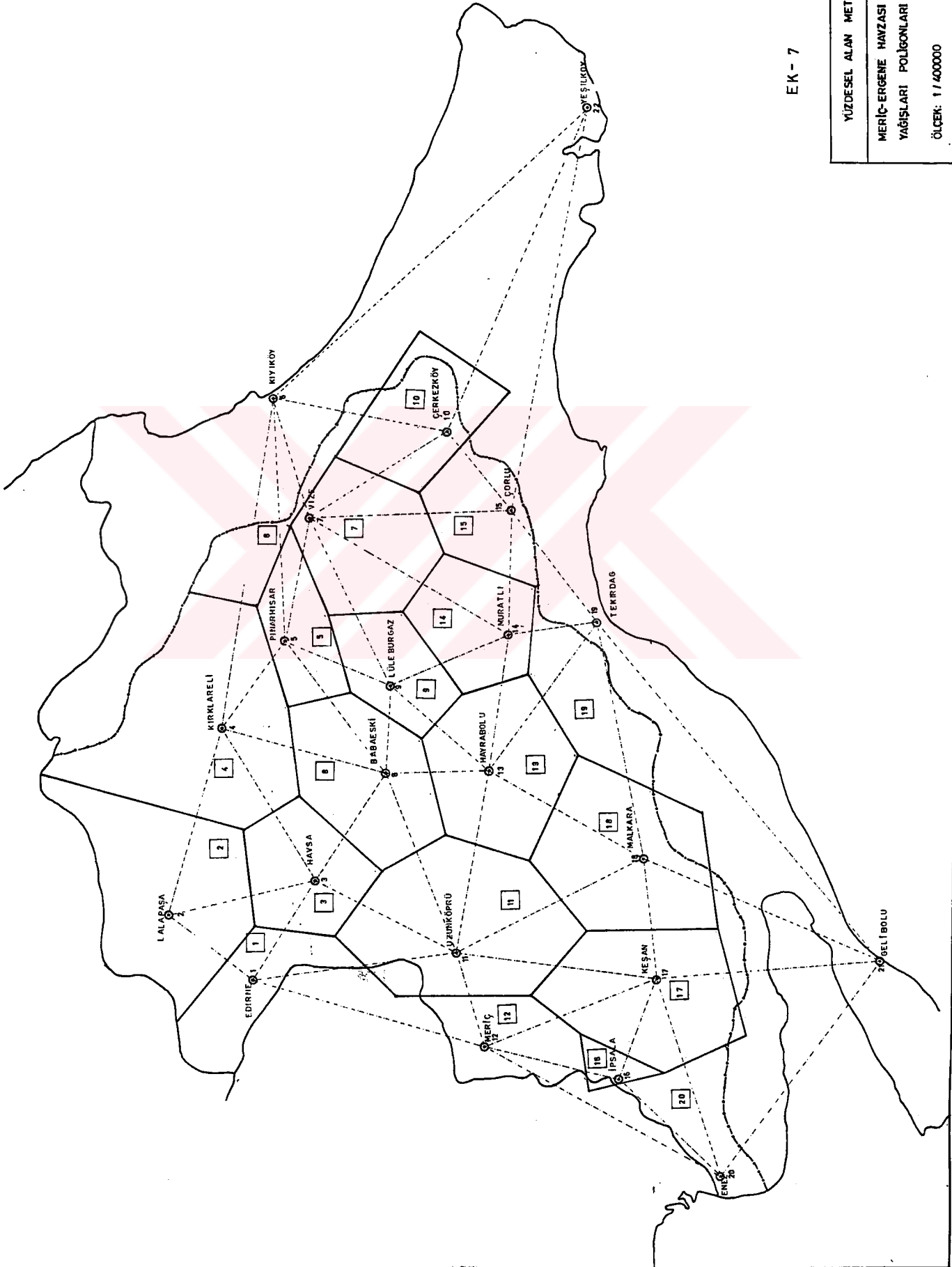


EM-6

YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HANZASI HİSAP AYI
YABUĞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1/400000

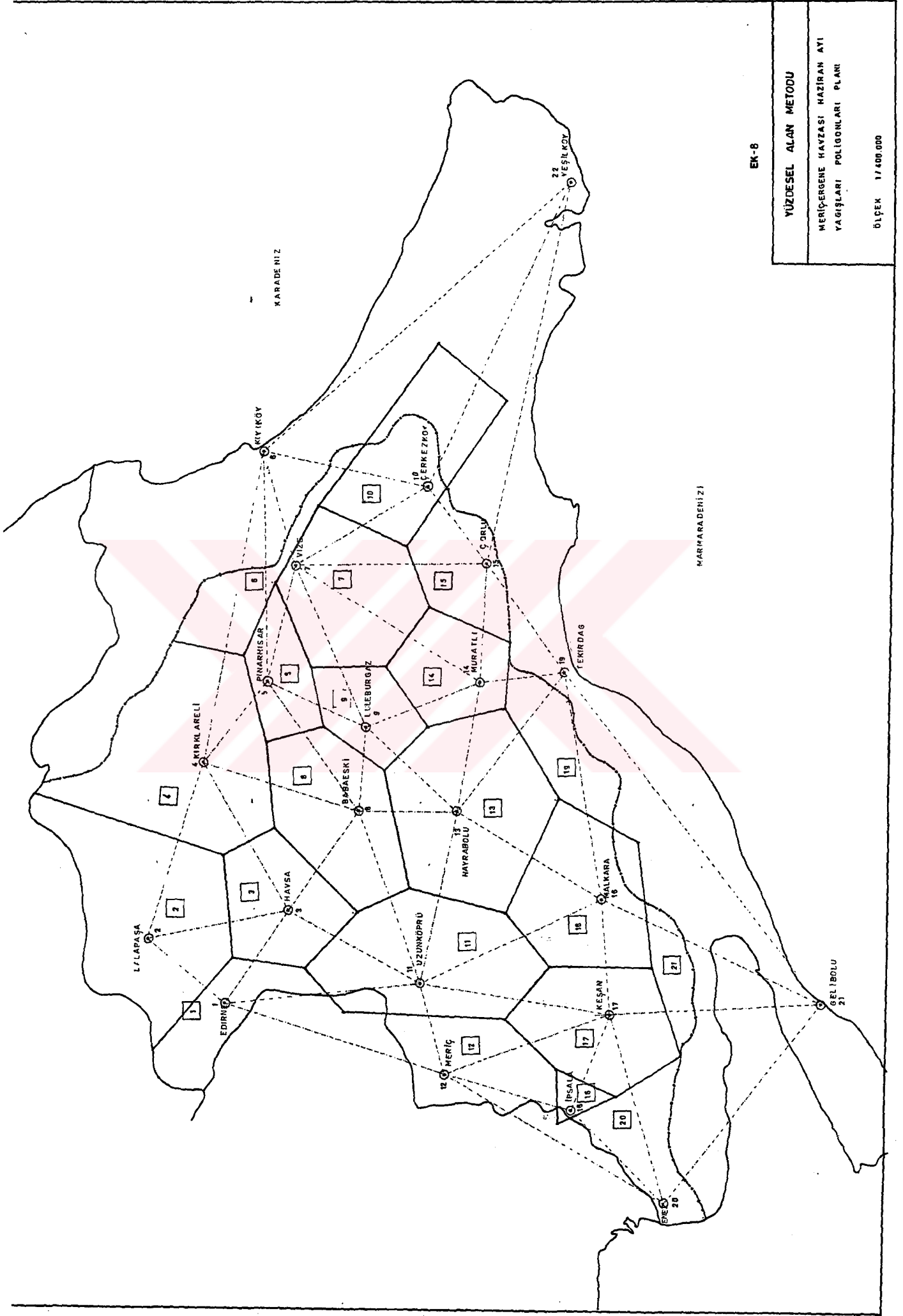


EK - 7

YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HAVZASI MAYIS AYI
YAĞIŞLARI POLİĞONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1 / 400000



EK-8

YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HAVZASI HAZIRAN AYI
YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK 1/400.000

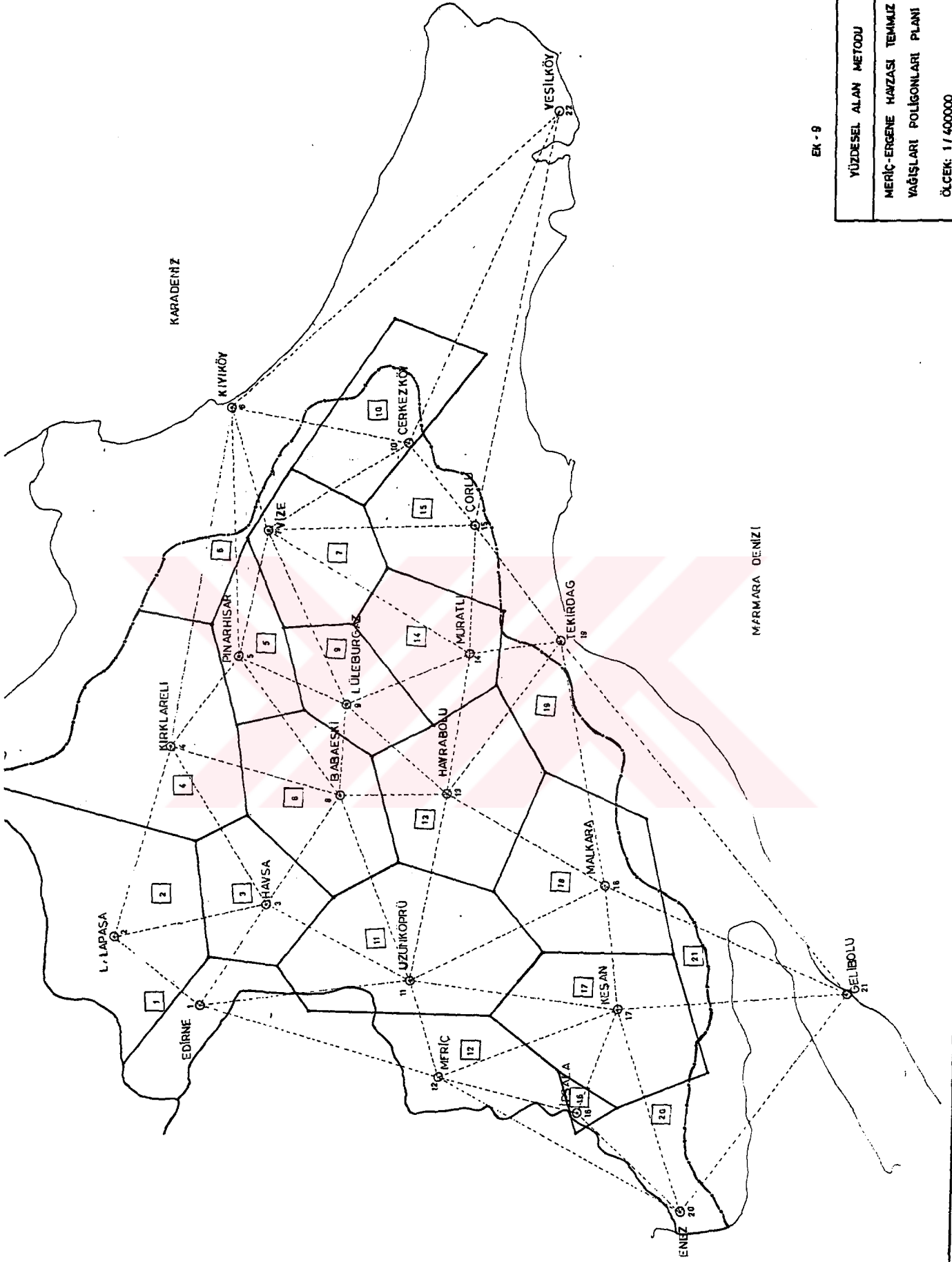
EK - 9

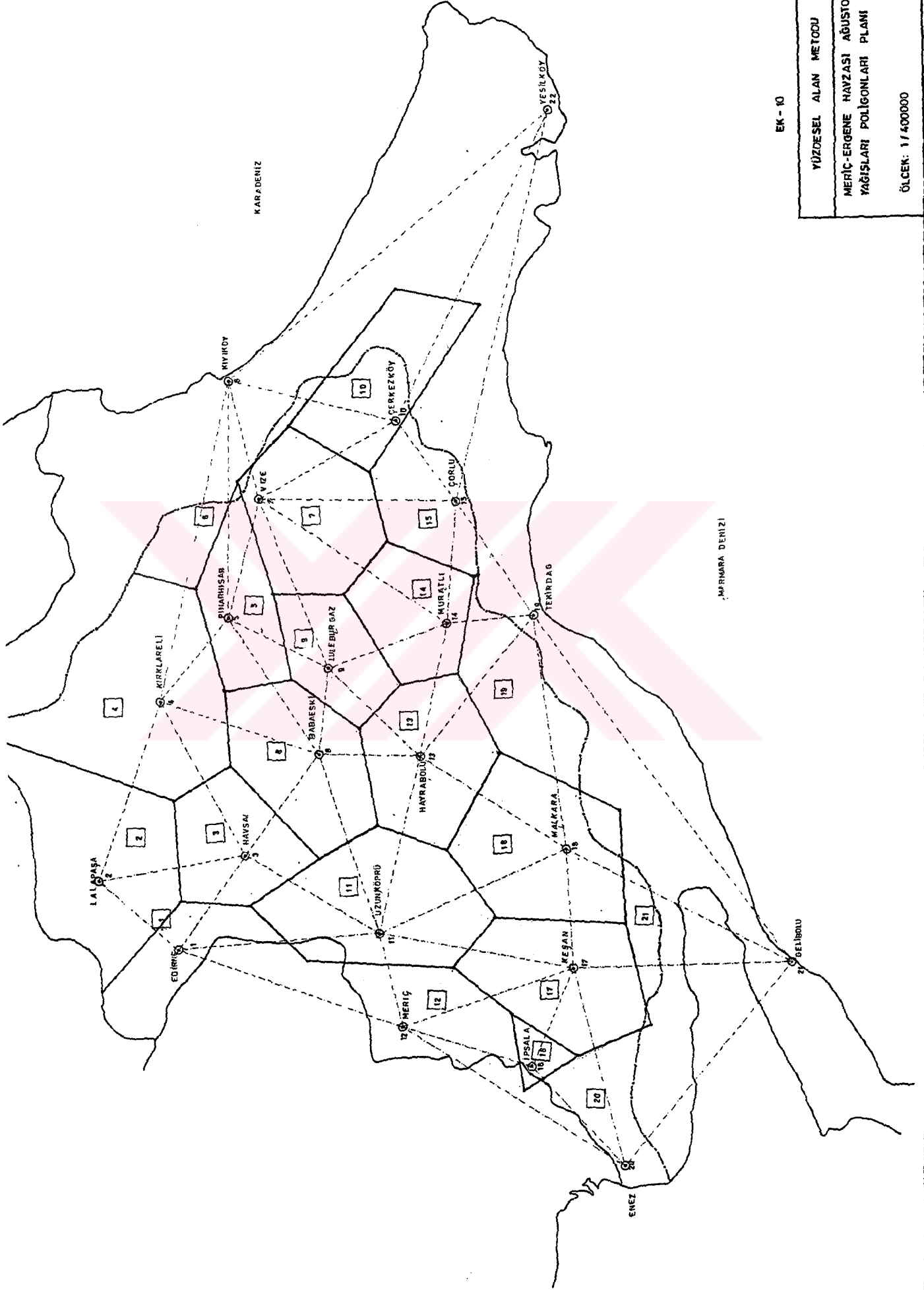
YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HAVZASI TEMMİZ AYI

YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1/400000



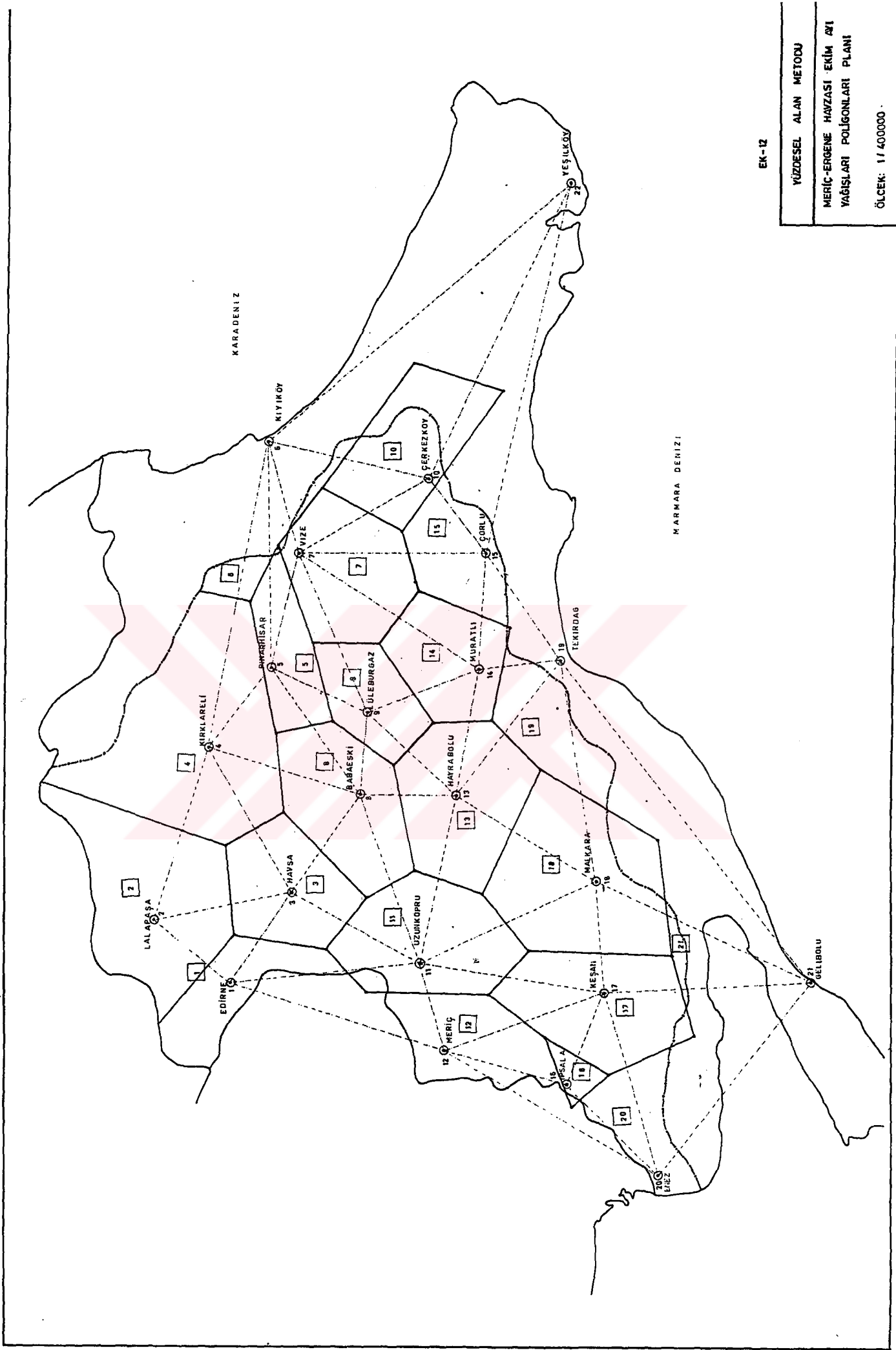


EK - 10

YÜZDESEL ALAN METODU

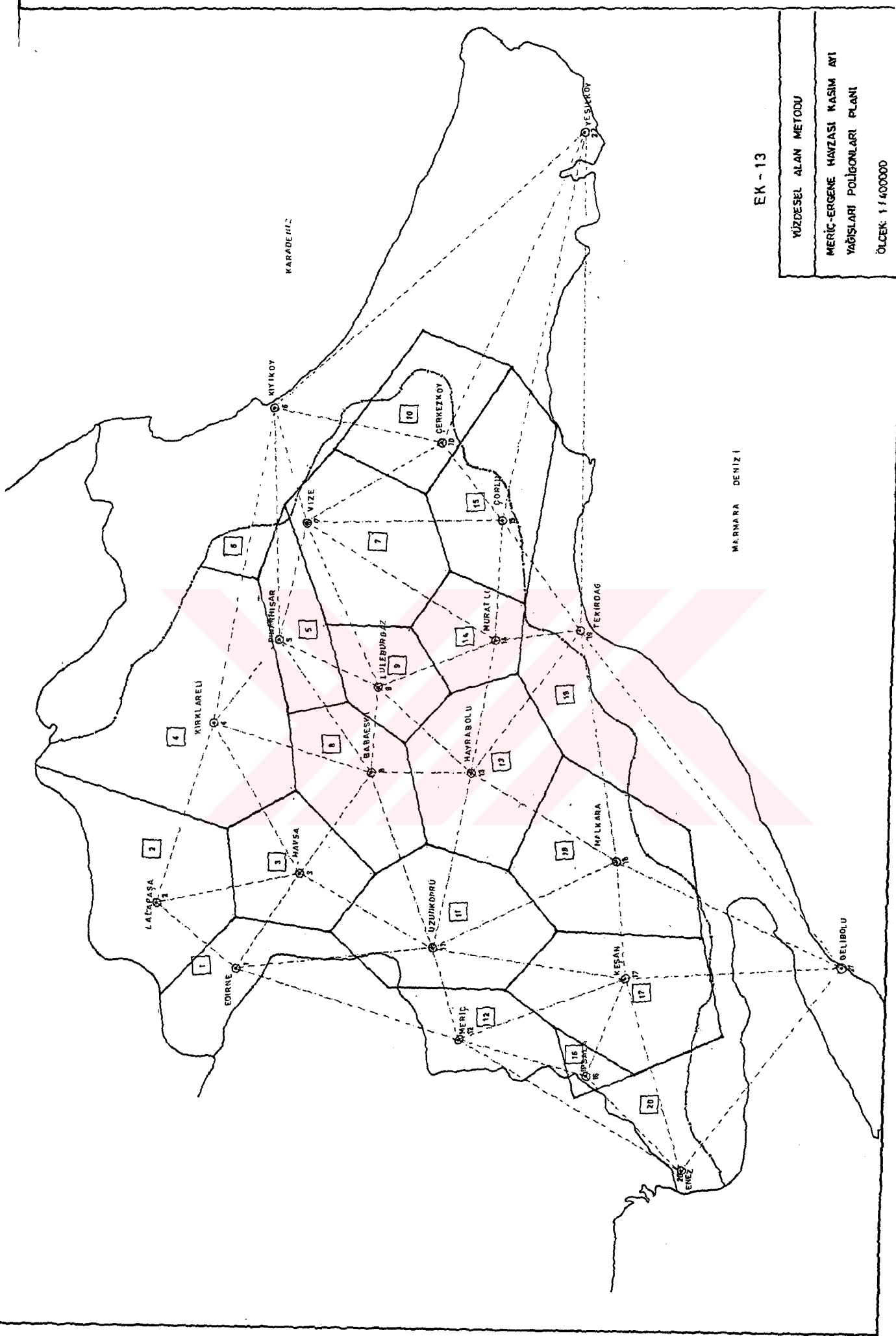
MERİÇ-ERGENE HAYZASI AĞUSTOS AYI
YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1/400000



EK-12

YÜZESEL ALAN METODU
MERİÇ-ERGENE HAVZASI EKİM ARI
YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI
ÖLÇEK: 1 / 400000

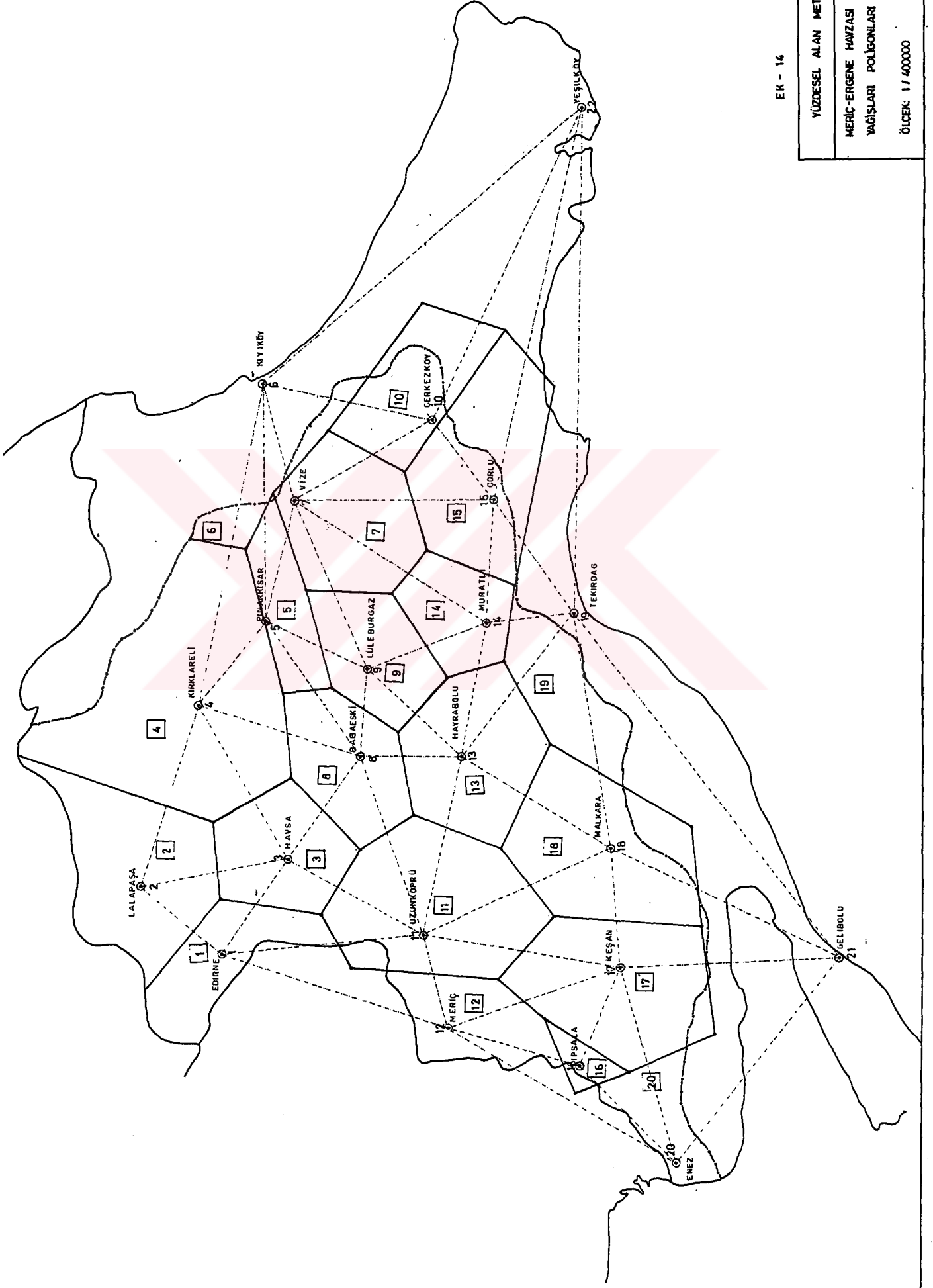


EK - 13

YÜZDESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE MANZARASI KASIM AYI
YAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1:400000



EK - 14

YÜZESEL ALAN METODU

MERİÇ-ERGENE HAVZASI ARALIK AYI

VAĞIŞLARI POLİGONLARI PLANI

ÖLÇEK: 1 / 400000

ÖZGEÇMİŞ

Taner Mustafa Cengiz, 1963 yılında Tatvan'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini yurdumuzun çeşitli şehirlerinde tamamlamış, 1987 yılında Yıldız Üniversitesinden İnşaat Mühendisi olarak mezun olmuştur. çeşitli özel firmalarda çalışmış, 1993 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nde İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim dalında yüksek lisans programına başlamıştır.

Halen trakya Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği, Hidrolik Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.