

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BENZİN İSTASYONLARINDA ve ARAÇLARDA BENZİN
BUHARLARININ HAVA KİRLENMESİNE ETKİSİ VE
ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER**

Çevre Müh. Şule BEKTAŞ

106280

**F.B.E Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK

İSTANBUL, 2001

Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK

Prof. Dr. Ferruh ERZİK

106280

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	i
KISALTMA LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1 GİRİŞ	1
1.1 Yer Seviyesinde Ozon Ve Fotokimyasal Smog Oluşumu	3
1.2 Ozonun Etkileri Nelerdir?	6
1.2.1 İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	6
1.2.2 Bitki Ve Malzeme Üzerine Etkileri	7
2 BENZİN	8
2.1 Benzinin Tarihçesi	8
2.2 Benzinin Yapısı Ve Özellikleri	9
2.2.1 Benzinin Buhar Basıncı	10
2.2.2 Vuruntu	12
2.3 Benzinin Yapısında Bulunan Hidrokarbonlar	14
2.3.1 Doymuş Hidrokarbonlar	14
2.3.2 Doymamış Hidrokarbonlar	15
2.4 Benzin'e Kurşun Katılması	17
2.5 Kurşunsuz Benzin	19
2.6 Uçucu Organik Bileşikler	22
3 BENZİN İSTASYONLARINDA UYGULANAN BESLEME YÖNTEMLERİ VE BENZİN BUHARI KONTROL MEKANİZMALARI	23
3.1 Benzin İstasyonlarında Yer altı Depo Tankları	25

3.1.1	Yer altı Depo Tanklarının Beslenmesi	25
3.1.1.1	Sıçratmalı Besleme	25
3.1.1.2	Daldırmalı Besleme	26
3.2	Tanker Depoları	31
3.2.1	Tanker Depolarının Beslenmesi	31
3.2.2	Sıçratmalı Besleme	31
3.2.3	Daldırmalı Besleme	32
3.3	Motorlu Araçların Beslenmesi.....	32
3.4	Benzin Buharı Kontrol Mekanizmaları	34
3.4.1	Birinci Kademe Buhar Geri Kazanım Sistemi	34
3.4.2	İkinci Kademe Buhar Geri Kazanım Sistemi	36
3.4.2.1	Denge Sistemleri.....	36
3.4.2.2	Yardımcı Sistemler	36
3.4.2.3	Buhar Geri Kazanım Tabancaları	38
3.4.2.4	Buhar Geri Kazanım Hortumları	39
3.4.3	Araçlarda Buhar Geri Kazanım Sistemi	39
4	UYGULANAN YÖNTEM.....	43
4.1	Gerekli Verilerin Toplanması	43
4.1.1	İstanbul'un Nüfus-Taşıt Sayısı-Benzin İstasyonu Durumu	43
4.1.2	İstanbul'da Tüketilen Benzin Miktarının Tespiti	52
4.1.3	İstanbul'da Toprak Ve Hava Sıcaklığı Durumu.....	53
4.2.	Yer altı Depo Tanklarında Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması	56
4.3	Tanker Depolarında Benzin BuharıEmisyon Miktarının Hesaplanması	57
4.4	Motorlu Araçlarda Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması	58
5	BULGULAR	60
5.1	Yer altı Depo Tanklarına Dair Bulgular	60
5.2	Motorlu Araçlara Dair Bulgular	81
5.3	Tanker Depolarına Dair Bulgular	84
6.	SONUÇLAR.....	87
	KAYNAKLAR.....	90
	EKLER	92
	ÖZGEÇMİŞ.....	96

SİMGE LİSTESİ

CaC_2	Kalsiyumkarbür
$CaCO_3$	Kalsiyumkarbonat
CO	Karbonmonoksit
CO_2	Karbondioksit
D	Yoğunluk faktörü
E_R	Aracın benzinle beslenmesi sırasında meydana gelen benzin buharı kaybı
F_{1bar}	Gerçek buhar basıncının 1 bar olması durumundaki emisyon faktörü
HC	Hidrokarbon
IPE	İzopropileter
k	Reaksiyon sabiti
L_L	Yükleme kaybı
M	Sıvı benzinin molekül ağırlığı
M_E	Belli bir zaman periyodunda meydana gelen emisyon miktarıdır
$MIBK$	Metilizobütilketon
$MTBE$	Metiltersiyerbütileter
NO	Azot monoksit
NO_2	Azot dioksit
NO_x	Azot oksitler
O_3	Ozon
P	Yüklenilen sıvının gerçek buhar basıncı
$PbBr_2$	Kurşun bromür
$PbCl_2$	Kurşun klorür
PbO	Kurşunoksit
S	Benzinin üstündeki buhara ait doygunluk faktörü
T	Yüklenilen sıvının sıcaklığı
T	Taşıt deposundaki yakıt sıcaklığı ile dispense olmuş yakıtın sıcaklıkları arasındaki fark
T_D	Dispense olmuş yakıtın sıcaklığı
V	Belirtilen zaman periyodunda tüketilen benzin miktarı
VOC	Volatile organic compounds (Uçucu organik bileşikler)

KISALTMA LİSTESİ

CARB	California Air Resources Board
CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment
DENR	Department of Environment And Natural Resources
EPA	Environmental Protection Agency
ICS	Institute of Information & Computing Sciences
LPG	Liquid Petroleum Gas
MOS	Motor Oktan Sayısı
ORVR	On-Board Refuelling Vapor Recovery
OS	Oktan Sayısı
ROS	Research Oktan Sayısı
RVP	Reid Vapor Pressure
TVP	True Vapor Pressure



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Ozon gazının atmosfer tabakalarındaki durumu.....	2
Şekil 1.2	İstanbul'da Ozon miktarının gün içindeki değişiminin incelenmesi.....	4
Şekil 1.3	Atmosferde azotun fotolitik çevrimi.....	5
Şekil 2.1	Benzinin buharlaşma eğrisi	13
Şekil 3.1	Buhar geri kazanım devri.....	24
Şekil 3.2	Yeraltı depo tankının beslenmesi.....	27
Şekil 3.3	Yukarıdan girişli çift nokta sistem.....	28
Şekil 3.4	Tabandan girişli çift nokta sistem.....	29
Şekil 3.5	Eşit eksenli sistem	30
Şekil 3.6	Sıçratmalı besleme	33
Şekil 3.7	Daldırmalı besleme	33
Şekil 3.8	Tabandan besleme	33
Şekil 3.9	Birinci kademe buhar geri kazanım sistemi.....	35
Şekil 3.10	İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi	37
Şekil 3.11	Buhar geri kazanım tabancaları	38
Şekil 3.12	Buhar geri kazanım hortumları	39
Şekil 3.13	İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi	41
Şekil 3.14	On-board buhar geri kazanım sistemi	41
Şekil 3.15	Motorlu taşıtlarda bulunan buhar emisyonu sistemleri	42
Şekil 4.1	İstanbul'da petrol istasyonu sayısındaki artışın incelenmesi.....	45
Şekil 4.2	İstanbul'da nüfus artışının incelenmesi	46
Şekil 4.3	İstanbul'da benzinli taşıt sayısındaki artışın incelenmesi	47
Şekil 4.4	İstanbul'da nüfus-petrol istasyonu sayısı ve araç sayısındaki değişimin yıllara göre birlikte incelenmesi.....	48
Şekil 4.5	Asya yakasında bulunan benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif dağılımı	49

Şekil 4.6	Avrupa yakasında bulunan benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif dağılımı	50
Şekil 4.7	İstanbul ilçelerinin petrol istasyonları depo hacmi kapasitelerinin durumu.....	51
Şekil 4.8	Benzinin buhar basıncı	59
Şekil 5.1	İstanbul genelinde sıçratmalı beslemede meydana gelen benzin buharı emisyonlarının ilçeler bazında % cinsinden değerlendirilmesi(RVP 7 psia)...	72
Şekil 5.2	Asya yakasında meydana gelen benzin buharı emisyonlarının farklı besleme yöntemlerine göre incelenmesi, (RVP 7 psia)	73
Şekil 5.3	Avrupa yakasında meydana gelen benzin buharı emisyonlarının farklı besleme yöntemlerine göre incelenmesi, (RVP 7 psia)	73
Şekil 5.4	Asya ve Avrupa yakasında benzin buharı emisyon miktarının farklı besleme metodlarına göre incelenmesi , (RVP 7 psia)	74
Şekil 5.5	Reid buhar basıncına bağlı olarak emisyon miktarındaki artışın Asya ve Avrupa yakası için birlikte incelenmesi	74
Şekil 5.6	İstanbul'da benzin istasyonlarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharı kaybının birlikte incelenmesi.....	83
Şekil 5.7	Tanker depolarında farklı besleme metodlarına ve RVP'a bağlı olarak ortaya çıkan benzin buharı emisyon miktarları.....	86

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Kurşunlu normal ve süper benzine ait fiziksel ve kimyasal özellikler.....	18
Çizelge 2.2	Kurşunsuz süper benzinin genel özellikleri ve deney metodları.....	20
Çizelge 2.3	Kurşunsuz normal benzinin genel özellikleri ve deney metodları.....	20
Çizelge 2.4	Kurşunsuz benzinin tipleri.....	21
Çizelge 2.5	Kurşunsuz benzinle ilgili şu an ve hedeflenen standartlar.....	21
Çizelge 4.1	Toprak kalınlığına bağlı olarak sıcaklığın aylara göre değişiminin incelenm	54
Çizelge 4.2	Hava sıcaklığındaki değişimin aylara göre incelenmesi.....	55
Çizelge 4.3	Doygunluk faktörü.....	57
Çizelge 5.1	İstanbul'da benzin istasyonu yer altı depo tankında meydana gelen yükleme kayıplarının besleme türüne göre incelenmesi.....	62
Çizelge 5.2	Benzine ait özellikler	63
Çizelge 5.3	Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/gün),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95)	64
Çizelge 5.4	Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/5ay),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95).....	65
Çizelge 5.5	Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/yıl),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95)	66
Çizelge 5.6	Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/gün),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95).....	67
Çizelge 5.7	Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/5ay),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95)	68
Çizelge 5.8	Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana	

	gelen benzin buharı emisyon miktarları, (ton/yıl),(1:Sıçratmalı besleme 2:Daldırmalı besleme 3:Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95).....	69
Çizelge 5.9	Benzin'e ait özellikler.....	75
Çizelge 5.10	İstanbul'da sıçratmalı besleme yerine daldırmalı besleme yönteminin uygulanmasının ekonomik yönden incelenmesi.....	76
Çizelge 5.11	İstanbul'da yer altı depo tanklarında sıçratmalı besleme yerine buhar geri kazanımlı besleme yöntemi uygulamasının ekonomik yönden incelenmes	77
Çizelge 5.12	Petrol istasyonuna ait datalar	78
Çizelge 5.13	Hesap yöntemine ait sonuçlar	79
Çizelge 5.14	Motorlu araçlara dair emisyon miktarları	81
Çizelge 5.15	İstanbul havasına atılan benzin buharı emisyonlarının depo tankı ve motorlu taşıtlar için birlikte incelenmesi.....	82
Çizelge 5.16	İstanbul'da benzinli araç depolarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharı kaybının % cinsinden değerlendirilmesi	83
Çizelge 5.17	Tanker deposundaki benzine ait özellikler	84
Çizelge 5.18	Tanker deposunda sıçratmalı ve daldırmalı besleme halinde meydana gelen yükleme kaybı değerleri	84
Çizelge 5.19	Tanker deposunda sıçratmalı ve daldırmalı besleme halinde meydana gelen emisyon miktarı değerleri	85

ÖNSÖZ

Öncelikle bu çalışmayı yöneten, kıymetli yardımlarını her zaman yanımda bulduğum değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK'e göstermiş oldukları yakın ilgilerinden, teşviklerinden ve sonsuz desteklerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

Gerek lisans eğitimim ve gerekse yüksek lisans çalışmam boyunca vermiş oldukları destek ve yardımlarından dolayı Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ferruh ERTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmama göstermiş oldukları yakın ilgi, yardım ve teşviklerinden dolayı İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim görevlilerinden Sayın Doç. Dr. Kadir ALP'e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bu çalışmada gerekli olan dataların elde edilmesinde değerli yardımlarından ve ilgilerinden dolayı İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ruhsat Ve Denetim Müdürlüğü, Gayrettepe Emniyet Müdürlüğü , Meteoroloji Bölge Müdürlüğü ve Orat Petrol yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Şule BEKTAŞ

ÖZET

Fotokimyasal smogun başlıca bileşeni olan ozon (O_3); canlı ve cansız yaşam üzerinde olumsuz etkiler meydana getiren bir gazdır. Özellikle son 20-25 yıldır hava kirliliğine neden olan önemli çevre problemlerinden birisidir. Ozon; atmosferde birincil kirletici olmayıp, ancak güneş ışığı varlığında uçucu organik bileşikler (VOC) ile NO_x gazlarının kimyasal reaksiyonu sonucu meydana gelmektedir. Ozon gazının atmosferdeki konsantrasyonunu azaltmak için VOC ve NO_x gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarını sınırlandırmak gerekmektedir. Atmosferdeki uçucu organik bileşiklerin kaynağının yaklaşık % 50'si benzin istasyonlarında ve motorlu taşıtlarda benzinin buharlaşması sonucu ortaya çıkmaktadır. Benzin buharı uçucu organik bileşiklerden meydana gelmektedir. Türkiye'de bu konuyla ilgili olarak henüz bir çalışma yapılmamış olup, bu çalışmanın ileride yapılacak girişimlere bir basamak olması amaçlanmaktadır.

Benzinin terminallerden tankerlere, tankerlerden yer altı depo tanklarına, yer altı depo tanklarından motorlu taşıtların yakıt deposuna olan transferinde her bir aşama benzin buharı emisyonları açısından potansiyel bir kaynaktır. Uçucu organik bileşiklerin atmosfere kaçışını önlemek için benzin transferinin yapıldığı her bir aşamada uygulanabilecek kontrol mekanizmaları geliştirilmiştir. Bu sistemler Kanada, Amerika ve İngiltere'de büyük oranda uygulanmakta olup, daha kesin çözüm yöntemleri geliştirmek amacıyla araştırmalar halen devam etmektedir.

Bu çalışmada; ozon kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı İstanbul genelinde atmosfere kaçan benzin buharı emisyon miktarları tankerler, yer altı depo tankları ve motorlu taşıtlar için ayrı ayrı incelenmiştir. Hesaplamalarda Kartal, Göztepe ve Florya meteoroloji istasyonlarından alınan yılın en sıcak günlerinin yaşandığı Mayıs-Eylül aylarındaki toprak ve hava sıcaklığının ortalama değerleri İstanbul'un geneli için kabul edilmiştir. Ayrıca Türkiye'de üretilen benzinin Reid buhar basıncın 7, 8, 9 ve 10 olması durumuna göre hesaplamalar yapılmıştır.

İstanbulun her ilçesindeki benzin istasyonlarında sıçratmalı, daldırmalı ve buhar geri kazanım sisteminin uygulanması halleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İstanbul'da şu anda benzin istasyonları ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan kayıpların % 0,27-0,36 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yer altı depolarında daldırmalı beslemenin uygulanması ile emisyon miktarında % 30 bir azalma benzin buharı geri kazanım sisteminin uygulanması durumunda ise emisyon miktarında % 96 azalma olduğu tespit edilmiştir. Benzinin reid buhar basıncının artmasıyla da emisyon miktarı artmaktadır. Benzin buharının geri kazanılması ; ülke ekonomisi, hava kirliliği ve istasyon çalışanları açısından oldukça önemlidir.

Tanker deposunun beslenmesi esnasında atmosfere kaçan benzin buharı emisyon miktarları sıçratmalı ve daldırmalı besleme halleri için hesaplanmıştır. Daldırmalı beslemenin uygulanması dolmuş tesislerinde emisyon miktarını % 60 azaltacaktır.

ABSTRACT

Ozone (O_3) which is a main compound of photochemical smog has harmful effects on humans, plants and materials. Especially, it has been one of the most important environmental problems which causes air pollution. Ozone isn't a primary pollutant in atmosphere but it forms as a result of photochemical reactions between NO_x , sunlight and also volatile organic compounds (VOC's). In order to control ozone VOC and NO_x concentrations in atmosphere must be decreased. Approximately 50% of VOC emissions source is vaporisation of gasoline at service stations and motor vehicles' fuel tank. Gasoline vapor due to volatile organic compounds. Especially in Canada and America since 20 years investigations have been continuing to prevent the escape of gasoline vapors into atmosphere and to recover them. There is no study about this subject in Turkey yet. The aim of this study is to investigate the gasoline vapor emission concentrations in Istanbul be helpful for the future investigations on this subject.

When each grade of gasoline is carried from terminals into tankers, from tankers into underground storage tanks, from underground storage tanks into motor vehicles' fuel tank, that is a potential source of VOC emissions. Some control mechanism which are applied to each rank of gasoline's transportation have been improved to prevent the escape of gasoline vapors into the atmosphere. These control mechanism are applied in many regions of Canada, America and England. Further investigations have been continuing.

In this study; gasoline vapor emissions which escape into the atmosphere made ozone pollution reach dangerous levels, studied separately for tankers, underground storage tanks and motor vehicles. In calculations, for the general accepted average values of Istanbul's ground and air heat degree which were gotten by Kartal, Göztepe and Florya meteorology stations. These ground and air heat degrees belong to the period between May-September. Also Reid vapor pressure's (RVP) of gasoline are 7,8,9, and 10 psia in Turkey and gasoline vapor emissions were calculated for each RVP. The underground storage tank situation of each county investigated and gasoline vapor emissions calculated by the splash loading method, the submerged loading method and the vapor recovery system. Gasoline vapor emission losses are 0,27- 0,36 % because of service stations and motor vehicles in Istanbul. Gasoline vapor emissions calculated by the submerged loading method are 30 % lower than values calculated by the splash loading method that is recently applied all over Istanbul. If vapor recovery systems are applied in gasoline storage tanks all over Istanbul gasoline vapor emissions, values seem to decrease by 96%.

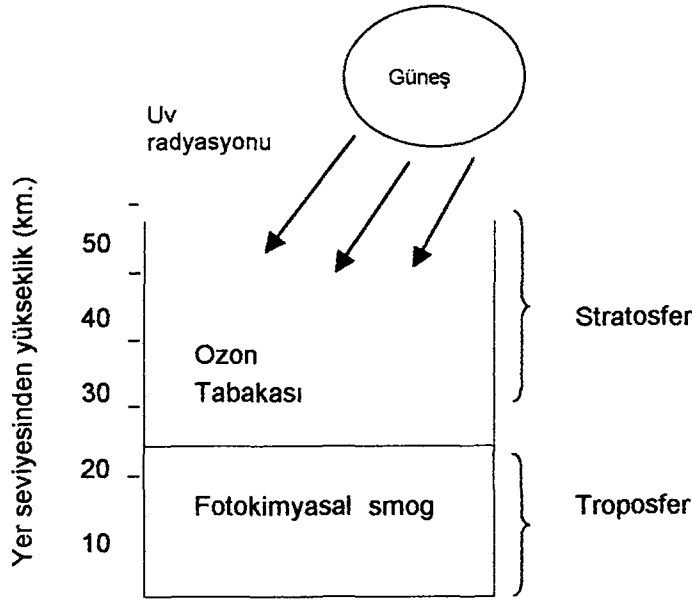
Gasoline vapor emissions were calculated by the submerged and splash loading methods in tankers. Gasoline vapor emissions calculated by the submerged loading method are 60 % lower than values calculated by the splash loading method.

1. GİRİŞ

Benzin buharları; benzin istasyonlarında yer altı depo tanklarının doldurulması ve motorlu taşıtların benzinle beslenmesi esnasında atmosfere kaçan uçucu organik bileşikler (volatile organic compounds)'dir. Atmosferde VOC'ler güneş ışığı varlığında NO_x 'ler ile reaksiyona girerek ozon (O_3) gazının oluşmasına neden olurlar. O_3 ise canlı ve cansız yaşam üzerinde negatif etkileri olan bir gazdır. O_3 gazının atmosferde kontrolünün sağlanabilmesi için öncelikle VOC ve NO_x gazlarının miktarlarının sınırlandırılması gerekmektedir. Bu konuyla ilgili olarak İngiltere , Kanada ve Amerika'da 20-25 yıldır çalışmalar sürmekte olup, özellikle VOC kaynağı açısından yoğun bir potansiyele sahip olan benzin istasyonları ve motorlu taşıtlarda uygulanmak üzere kontrol yöntemleri geliştirilmiştir.

Ozon (O_3) ; atmosferde bulunduğu konuma bağlı olarak farklı etkilerine maruz kaldığımız bir maddedir. Stratosfer tabakasında bulunan O_3 , bizleri zararlı UV radyasyonuna karşı muhafaza eder ve $0,28\mu$ 'dan daha düşük dalga boyundaki güneş ışığını absorbe ederek dünya yüzeyine ulaşmasına mani olur. O_3 , atmosferin üst tabakasında bu şekilde belli bir dalga boyundaki ışığı absorplayan tek bileşendir (Şekil 1.1). Bununla birlikte yer seviyesindeki O_3 ise fotokimyasal smogun başlıca bileşeni olup, astım vs. hastalıklara neden olur. Şu anda O_3 'la ilgili iki ayrı problem vardır. Birincisi ; stratosfer tabakasındaki O_3 azalırken , yer seviyesindeki O_3 miktarının gittikçe artmasıdır (Volvocars,1998). Özellikle Kanada, Amerika ve İngiltere'de 20 yılı aşkın bir süredir troposfer tabakasında gittikçe artan , canlı ve cansız yaşam üzerinde olumsuz etkileri olan yer seviyesindeki O_3 'nun kontrolünü sağlamak amacıyla çalışmalar sürmektedir.

O_3 ; birincil kirletici olmayıp, NO_x 'lerin solar radyasyon ile foto ayrışmaya uğraması sonucunda oluşan atomik oksijenin moleküler oksijen ve VOC'lerle zincirleme reaksiyonlara girmesi sonucu oluşur.



Şekil 1.1 O₃ gazının atmosfer tabakalarındaki durumu, (Massa)

Pima County tarafından yapılan bir çalışmada özellikle şehiriçinde VOC'nin % 52,5'inin benzin istasyonlarından atmosfere yayıldığı tespit edilmiştir. O₃'un kontrolü için en etkili yöntem 1. ve 2. kademe olarak uygulanan benzin buharını geri kazanma sistemleridir. İngiltere'de yapılan bir araştırmada; terminallerde tankerlerin ve benzin istasyonlarında depo tanklarının doldurulması esnasında ortaya çıkan 4000 ton benzin buharı emisyonunun , buhar geri kazanım sistemlerinin kullanılmasıyla 2500 ton'a düşürüldüğü ve toplam 1500 ton benzinin geri kazanıldığı tespit edilmiştir (EPA,1996).

Kanada'da yer seviyesindeki O₃'un neden olduğu problemleri çözebilmek amacıyla Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) tarafından VOC emisyonlarının azaltılmasına dair yapılan çalışmalarda öncelikle O₃ konsantrasyonunun 82 ppb olduğu ; Lower Fraser Valley, The Windsor-Quebec City Corridor ve Saint John bölgelerinde benzin buharını geri kazanma yöntemlerinin şu anda mevcut ve yeni inşa edilen depo tanklarında uygulanması şeklinde çalışmalarını sürdürmektedir. Kanada'da 25 yılı aşkın bir süredir benzin buharının benzin istasyonları ve araçlarda geri kazanılmasıyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Elde edilen birtakım tecrübeler VOC emisyonlarının azaltılması maksadıyla yönetmelikler halinde uygulanmaya konulmakta olup, halen çalışmalar devam etmektedir. Türkiye'de bu konuya dair henüz bir çalışmanın yapılmamış olması sebebiyle bu tez'de kullanılan kaynaklar tamamen yurtdışında yapılan çalışmalardan alınmıştır.

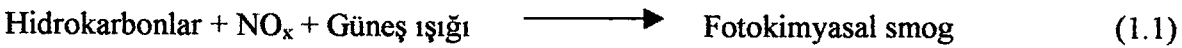
İstanbul'da ozon kirliliği gittikçe artmakta olup, özellikle yaz aylarında ve günün en sıcak saatlerinde yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1.2). Ozon için Türkiye'de kabul edilen saatlik limit değer $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür (İBB, Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü).

Bu çalışmanın amacı hava kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı İstanbul'da il genelinde benzin buharı emisyon miktarlarının tespiti ve bu konuda yapılacak kontrol çalışmalarına temel oluşturmaktır.

1.1 Yer Seviyesinde O_3 ve Fotokimyasal Smog Oluşumu

Ozon gazı ikincil kirletici olup yani atmosferde birtakım kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelmektedir. Bu reaksiyonlar içerisinde en önemlisi fotokimyasal oluşumlardır. Yazın meydana gelen fotokimyasal smogun sebebi araç emisyonları ve etkin güneş radyasyonudur. Ancak bu durum kış mevsiminde kömür gibi kükürt içerikli yakıtların yanması sonucunda meydana gelen smogdan oldukça farklıdır. Sık sık fotokimyasal smog ile karıştırılan smog ise duman (smoke) ve sis (fog)'in birleşiminden ortaya çıkan bir hava kirliliği türüdür. Orijini itibarıyla smogdan farklı olan fotokimyasal smog ise, etkin güneş enerjisi altında reaktif hidrokarbonların azot dioksit ile reaksiyonu suretiyle meydana gelir. Fotokimyasal smog yaz mevsiminin tipik bir kirlenme şeklidir. Fotokimyasal smog basit olarak aşağıdaki eşitlik ile gösterilmektedir.

Buna göre;

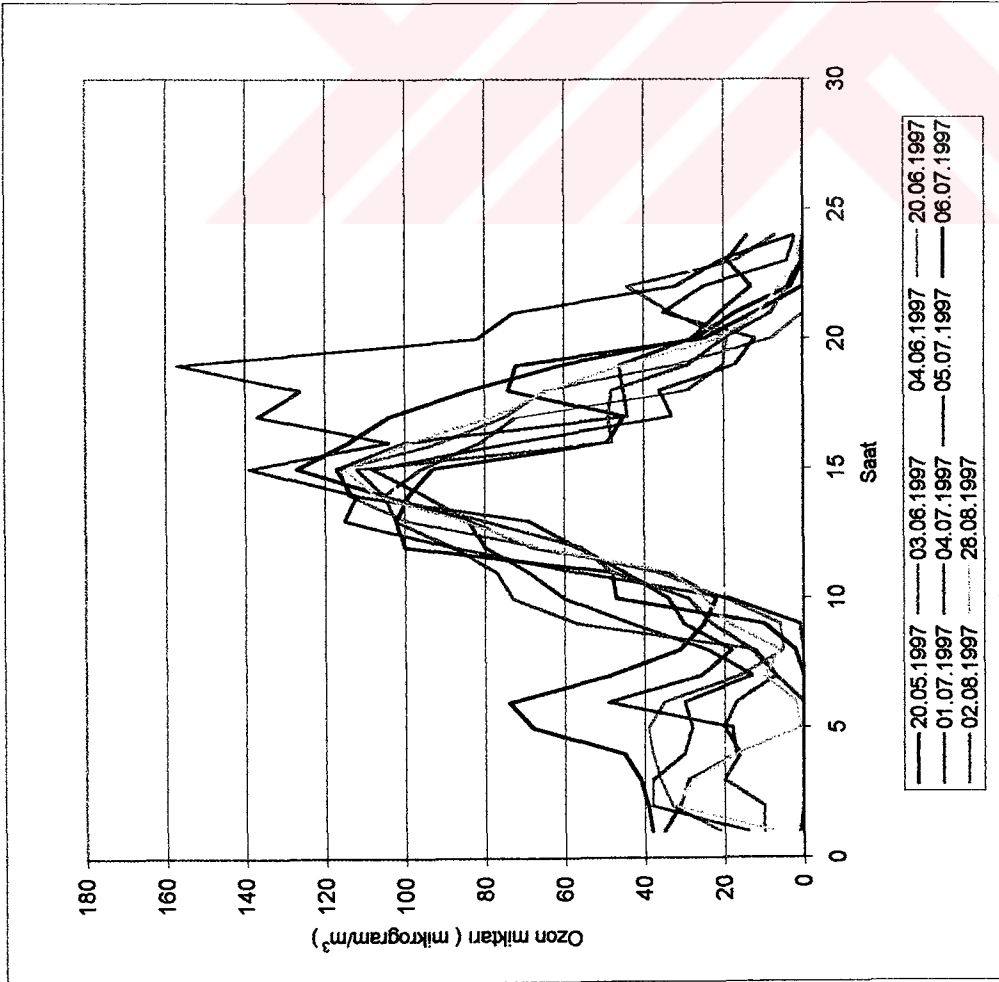


Fotokimyasal reaksiyon zinciri incelendiğinde bu reaksiyonların en önemli yanının NO_x olduğu görülür. Böyle bir reaksiyon doğal olarak bir yanma olayı ile başlayacaktır. Yani diğer bir deyişle azot ve oksijen birleşerek NO'yu oluşturacaktır.



(1.2) eşitliğinde meydana gelen NO'da havanın oksijeni ile birleşerek NO_2 haline dönüşecektir.

Tarih	20.05.97	03.06.97	04.06.97	20.06.97	01.07.97	04.07.97	06.07.97	06.07.97	02.08.97	28.08.97
Saat	OZON (mikrogram/m ³)									
1	38	1	5	21	35	14	0	0	10	7
2	39	0	10	33	31	38	0	0	10	32
3	41	0	2	36	29	38	0	0	20	28
4	45	0	14	38	17	30	0	0	16	17
5	68	0	34	39	18	28	0	0	20	1
6	74	0	39	35	49	30	0	0	17	2
7	49	7	16	16	26	13	0	0	7	10
8	31	12	21	5	18	24	0	2	13	6
9	25	56	18	6	30	43	1	10	23	19
10	22	73	17	20	34	60	19	47	29	25
11	34	77	26	37	45	69	57	48	48	33
12	68	88	59	67	57	80	88	100	56	67
13	84	102	89	99	69	84	115	102	80	85
14	105	105	102	114	113	95	112	99	105	107
15	127	96	103	116	117	108	139	93	112	115
16	114	81	92	91	100	72	104	49	48	99
17	104	72	74	75	44	33	137	45	49	78
18	84	29	32	65	45	36	126	74	48	64
19	61	20	30	32	46	17	157	72	29	45
20	27	19	34	8	28	12	82	25	20	21
21	17	33	29	0	21	35	73	12	8	11
22	3	44	22	0	13	25	32	0	4	6
23	0	17	32	0	19	4	21	0	1	1
24	0	7	30	0	14	2	2	0	0	2
ORT.	63	39	39	40	42	41	63	32	32	37



Şekil 1.2 İstanbul'da Ozon miktarının gün içindeki değişiminin incelenmesi (İBB, Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü, 1997)



Eğer bu ortamda yeterli şiddette güneş radyasyonu var ise bu durumda NO_2 fotolize olarak nitrik oksit ve serbest atomik oksijenin çıkmasına yol açacaktır.



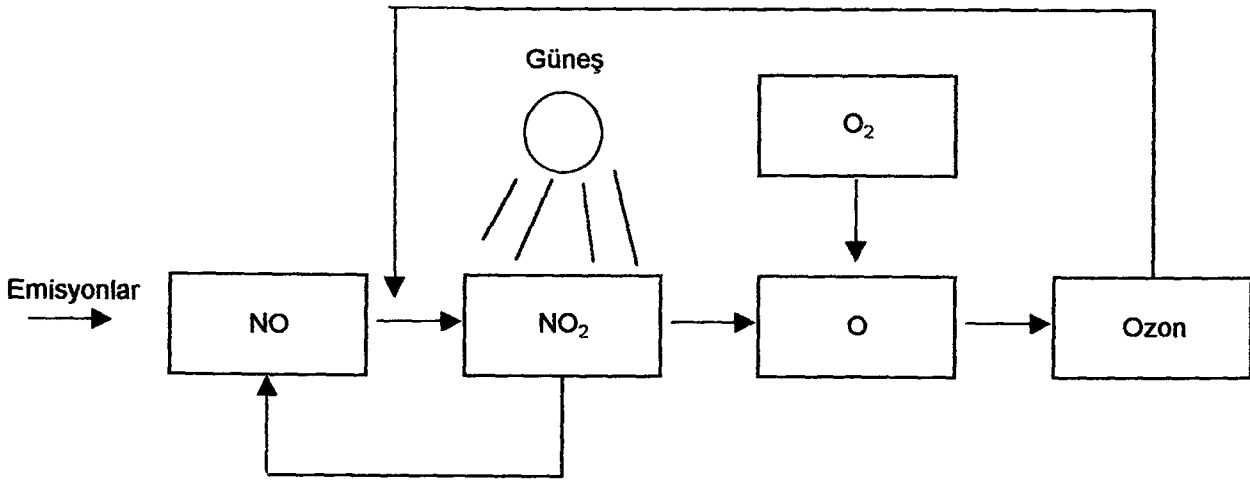
Bu reaksiyonda $h\nu$ 0,38 μ 'den küçük bir fotonu temsil etmektedir. Bu serbest oksijen atomu mevcut oksijen molekülleri ile reaksiyona girerek keskin kokulu ve renksiz ozon gazının oluşumunu sağlar.



Burada M, reaksiyondan doğan enerjiyi absorplayacak bir molekülü göstermektedir. Açığa çıkan ozon daha sonra NO'yu aşağıdaki şekilde NO_2 haline dönüştürür.



Hidrokarbonları gözönüne almadan meydana gelen bu tür reaksiyonlar şekil olarak basit bir fotolitik çirim ile de gösterilebilir (Şekil 1.3)



Şekil 1.3 Atmosferde azot'un fotolitik çevrimi

Her NO₂ molekülü hem NO ve hem de endirekt olarak O₃ molekülüne bölünür. NO molekülü O₃ ile reaksiyona girerek ters reaksiyon gerçekleşebilir. VOC'nin rolü; O₂ olmaksızın NO molekülünü NO₂'ye dönüştürmektir. Böylelikle O₃ molekülleriyle reaksiyona girecek yeterli NO kalmaz ve O₃ birikir. Bu mekanizma aşağıdaki reaksiyonlarla gösterilebilir;



+ _____

Toplam reaksiyon;



Şeklinde gösterilebilir.

Burada "R" herhangi bir hidrokarbondur.

NO₂ bu oluşumu güçleştirebilir. Çünkü NO₂, OH radikali ile nitrik asit oluşturmak üzere reaksiyona girebilir.



Bu reaksiyona göre OH radikalinin mevcudiyeti azalır. Bu denklem bazı durumlarda atmosfere NO₂ ilavesiyle atmosferde oluşacak O₃ miktarının azalacağını ifade etmektedir.

1.2 O₃'ün Etkileri Nelerdir?

O₃; fotokimyasal smogun başlıca bileşenidir. Renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. O₃'ün canlı ve cansız yaşam üzerine olumsuz etkileri şöyle sıralanabilir:

1.2.1 İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

EPA (Environmental Protection Agency) ve American Lung Association'un yaptığı bir çalışmada O₃'ün göğüs ağrısına sebep olduğu, ayrıca bronşit, kalp hastalıkları ve astımın ilerlemesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Sağlıklı bir yetişkin normal olarak 1 günde $13,25 \text{ m}^3$ hava teneffüs etmektedir. Hava O_3 kirliliği olan bir atmosferde bu değerin % 20 azaldığı görülmüştür. O_3 'un çocuklar ve yaşlılar üzerindeki olumsuz etkileri daha fazladır. Çocukların solunum sistemleri gelişmekte olduğundan daha fazla enerji harcarlar ve dolayısıyla daha sık nefes alıp verirler. Böylece havadaki O_3 çocukların vücuduna yoğun bir dozda girer. Ayrıca çocuklarda öldürücü astıma neden olduğu vakalara da rastlanmıştır (EPA.1995).

Kısa bir zaman sürecinde yüksek seviyede O_3 'a maruz kalmanın zararları şöyle sıralanabilir:

- Boğazda kuruluk
- Nefes darlığı
- Göğüs ağrıları
- Mide bulantısı

Bu etkiler çocuklar ve yaşlılarda daha sık görülür.

Uzun bir zaman sürecinde az miktarda O_3 'a maruz kalınması halinde ise akciğerin işlevinde aksama ve kronik akciğer hastalıklarında artış olmaktadır. (Environment Canada,1995).

1.2.2 Bitki Ve Malzeme Üzerine Etkileri

Ozon; kauçuk, boya maddeleri ve tekstil maddelerinin hızlı bir şekilde tahrip olmasına neden olmaktadır.

O_3 'un Southern Ontario'da bitki ve sebzelere verdiği zararın her yıl 17-70 milyon \$ civarında olduğu , British Columbia'nın kuzeydoğusunda ise bu zararın her yıl 9 milyon \$ olduğu tahmin edilmektedir (Enviroment Canada,1992). EPA'ının 1995'te yaptığı bir araştırmaya göre O_3 'un ürünlere verdiği zarar 2,7 milyar \$'dır (Environment Canada ,1995).

2. BENZİN

2.1 Benzinin Tarihçesi

19.yüzyılın sonlarında taşıtlarda yakıt olarak ; ham petrolün distilasyonundan elde edilen hafif fraksiyonlar ve taş kömürü distileleri kullanılmaktaydı. 20.yüzyılın ilk başlarında petrol şirketleri, ham petrolden basit bir distilasyon ürünü olan, benzini üretmişlerdir.Bu sırada hızla gelişen otomotiv sanayiın ihtiyaçlarına cevap verecek daha kaliteli yakıtlar üzerinde çalışmalar yapılmaktaydı. Charles F. Kettering, kerosen ile çalışabilen IC motorunu geliştirmiştir.Bununla birlikte kerosen yakıtlı motorların silindir başlarına ve pistonlara darbe ve çatlak etkisi yaptığı tespit edilmiştir.Daha sonra Thomas Midgley darbe etkisinin ilk ateşleme esnasında ortaya çıkmadığını, ateşlemeden sonra basınçta meydana gelen ani artıştan kaynaklandığını ortaya koymuştur. Darbe etkisini azaltmak amacıyla; tetra etil kurşun kullanılmıştır (Institutue of Information & Computing Sciences, 2000).

1920'lerin ortalarında benzinin yapısında 40 – 60 oktan bulunmaktaydı. Benzinde bulunan sülfür, alkil kurşunun oktan artırıcı etkisini engellediğinden dolayı termal olarak damıtılmış rafineri buharlarındaki sülfür içeriği benzin için sınırlandırılmıştır.

1930'da petrol endüstrisinde, büyük hidrokarbon moleküllerinin (kerosin) benzinin oktan özelliği üzerine ters etkisi olduğu tespit edilmiştir.

1940'da ise benzinin elde edilmesinde katalitik kraking yöntemi kullanılmıştır. Benzinin bileşimi her mevsime göre verimli olacak şekilde ayarlanabilmiştir.

1950'lerde benzinin oktan sayısı, kurşun konsantrasyonu ve buhar basıncı artırılmış, bunun yanı sıra sülfür ve olefin miktarı azaltılmıştır.Bazı yeni rafineri prosesleri (hidrodamıtma gibi) , özellikle kurşun ve oktan sayısı bakımından kaliteli olan hidrokarbon bileşiklerini temin eden prosesler geliştirilmiştir.

1970 – 1990'da benzinin muhtevasında bazı değişiklikler yapılmıştır. Kurşun miktarı azaltılmış, oktan sayısı 2 ile 5 arasına düşürülmüş, buhar basıncı arttırılmış ve aromatik miktarı artırılırken sülfür ve olefin miktarında değişiklik yapılmamıştır.

1990'dan sonra yapılan çalışmalarda benzinin buhar basıncının düşürülmesi ve oksijen muhtevasının artırılması sağlanmıştır.

Günümüzde ise çevre ve insan sağlığı açısından kurşunsuz benzin uygun görülmektedir. Bazı ülkelerde benzinde bulunan ve oktan sayısını arttıran alkil kurşun yerine aromatik bileşikler kullanılmaktadır (ICS,2000).

2.2 Benzinin Yapısı Ve Özellikleri

Genel formülü C_8H_{17} olan benzin içten yanmalı motorlarda yakıt olarak kullanılmaktadır. Molekül ağırlığı yaklaşık 113'tür. Takriben 500-600 milyon yaşında olan bir petrol ürünüdür (De Nevers,1995). Benzin; ham petrolün 200 °C'ye kadar destillenen , normal sıcaklıkda sıvı olan hidrokarbon fraksiyonudur (Aksoy,1990).

Benzin kaba olarak:

- Hafif benzin (100 °C'ye kadar destillenen)
 - Ağır benzin (Nafta)
- olmak üzere ikiye ayrılabilir.

Ayrıca özel amaçlarla kullanılan benzin çeşitleri de vardır. Bunlar:

- DIN 51630 Petrol Eteri:

En hafif benzin fraksiyonu olup, 25-80 °C'ler arasında destillenen fraksiyondur. Ekstraksiyon işlemlerinde, eczacılıkta ve analitik maksatlar için kullanılır.

- DIN 51631 Test Benzini:

60-140 °C'lerde destillenen fraksiyondur. Bitkisel yağların ekstraksiyonunda, tekstil maddelerinin temizlenmesinde kullanılır.

- DIN 51632

130-220 °C'de destillenen fraksiyondur. Çözücü olarak lak endüstrisinde kullanılır.

Benzin başlıca iki doğal maddeden üretilir:

1. Ham petrolden direkt destilasyon yöntemi ile.(Straight-Run-Benzine)
2. Yaş doğal gazlardan adsorpsiyon veya absorpsiyon yöntemi ile:
 - 2.1. Aktif kömür veya silikajel ile adsorpsiyon
 - 2.2. Yüksek kaynama noktalı ham petrol fraksiyonları ile absorpsiyon.

2.2.1 Benzinin Buhar Basıncı

Her sıvının, sıcaklıkla değişen bir buhar basıncı vardır. Bu basınç atmosfer basıncına eşit olduğu zaman kaynama olur. Sıvı ne kadar uçucu ise, yani (kaynama noktası ne kadar düşüğe) düşük sıcaklıklardaki buhar basıncı o kadar yüksek olur. Bir sıvının buhar basıncı, bu sıvı buharlarının kapalı bir kapta meydana getirdiği basınç ile ölçülür. Benzinin buhar basıncı “ Reid buhar basıncı” metoduyla belirlenir. RVP 100 ° F (38 °C) ‘de gerçek buhar basıncına yakındır. Benzin 37.8 °C’deki buhar basıncı ile karakterize edilir. Reid buhar basıncı olarak adlandırılan bu basınç normal olarak 0.5-0.6 Ata (0.7-0.9 kg / cm²)’dir. (Türkiye’de yaz aylarında RVP değeri; 7,2 – 10,1 psia arasında alınır). Rafineriler, düşük kaynama noktalı bileşiklerin (bütan ve pentan gibi) yüksek kaynama noktalı bileşiklere (C₁₂ ‘ye kadar HC’lar) oranını ayarlayarak ürünlerinin RVP değerlerini ayarlarlar. Reid buhar basıncı benzinleri karakterize eden en mühim özelliklerden biridir. Ve bu değer yakıtın kullanıldığı memleketin iklim şartlarına göre sınırlandırılmaktadır. Şöyleki sıcak memleketlerde kullanılan benzinin “Reid buhar basıncı” soğuk memleketlerde kullanılanlardan daha küçük olmalıdır. Sınırlama sadece yaz aylarında uygulanır. Benzinin taşınması, depolanması, boşaltılması ve nefeslenmesi sırasında oluşan uçucu organik maddeler (VOC), yaz aylarında güneş ışınlarının yardımıyla fotokimyasal O₃ oluşumuna katkıda bulunurlar. Benzinin buhar basıncı depolandığı iklime göre yüksek ise, buharlaşmadan dolayı büyük kayıplar olur. Çok yüksek buhar basıncı benzinin kullanılması esnasında yakıt sistemlerinde buharlaşarak bazı arzu edilmeyen hadiselerle sebep olabilir. Bunlardan en mühimi buhar tıkaması hadisesidir .

Buhar tıkaması: Bir yakıtın ısınmasından dolayı meydana gelen buhar habbeciklerinin yakıtın akışını bozmasına denir. Buhar tıkaması hadisesine hem sıcak havalarda hem de yakıt sisteminin sıcak yerlerden geçmesinde sık sık rastlanabilir. Benzin depodan karbüratöre giderken bazen boru bazen de pompa sistemleri kullanılır. Yakıt boruları çoğu zaman motora yakın sıcak kısımlardan geçer. İşte benzin bu sıcak borulardan geçerken yakıtın bir kısmı buharlaşacak ve meydana gelen

buhar habbecikleri yakıtın muntazam akmasını bozacaktır. Böylece motor normal olarak çalışamayacak ve tam gücünü veremeyecektir. Aynı hadise karbüratörde de meydana gelebilir. Karbüratör, motorun üzerinde bulunduğu için bazen fazla ısınması mümkündür. Karbüratörde meydana gelen buhar habbecikleri sayesinde silindirlere püsküren yakıt miktarı azalacak, bazen hava dahi püskürerek karışımın iyice zayıflamasına sebep olacaktır. Bu sebepten ötürü motorun tam verimle çalışmaması hatta tamamen durması dahi görülebilir. İşte bu istenmeyen hadiselerin meydana gelmemesi için benzinin buhar basıncı değerleri sınırlandırılır.

Benzinin buharlaşma eğrisinin incelenmesi: Benzinin destilasyonu da uçuluğunu karakterize eden önemli bir husustur. Benzinin destilasyonu normal bir maddeninkinden farklıdır. Belli bir maddenin belli bir basınçta belli bir kaynama noktası vardır. Benzin ise böyle sabit bir kaynama noktası göstermez. Destilasyonu 30-40 °C’de başlar ve sıcaklık arttıkça buharlaşan miktar artar, sıcaklık bir noktada sabit tutulacak olursa, buharlaşma da durur.

Benzin destilasyonu şöyle yapılır: 100 cm³’lük ölçü kabında ölçülen benzin standart cihazında buharlaştırılır. Buharlar bir soğutucudan geçirilerek yoğunlaşan yakıt ölçü kabında toplanır. % 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve son noktaların destillendiği sıcaklıklar kaydedilir. Bu yüzdeler apsis eksenine ve bu yüzdelerin geçtiği sıcaklık dereceleri de ordinat eksenine alınarak Şekil 2.1’de görülen buharlaşma eğrisi elde edilir. Benzin motorlarında yanmadan meydana gelen enerjiden istifade edildiği için yanmanın muntazam olması, bunun için de benzinin muntazam bir şekilde buharlaşması lazımdır. Bu yüzden buharlaşma eğrisi tasfiyehanelerde bazı önemli özelliklere göre ayarlanarak muntazam şekilde buharlaşan bir benzin elde edilebilir. Benzinin buharlaşma eğrisinin tayininde şu mühim hususlar gözönünde tutulmalıdır. Benzin içerisindeki ağır ve hafif hidrokarbonların yüzdesi çok önemlidir. Motorlarda kullanılan benzin içinde düşük sıcaklıklarda kolay buharlaşan hafif hidrokarbonların yüzdesi az ise soğukta ilk hareket kolayca sağlanamaz. Yanma karışımında benzin buharlarının hacimsel olarak belli bir orandan aşağı olmaması lazımdır, aksi halde karışım tutuşmaz. Bunun için benzin içindeki kolay buharlaşan hafif HC’ların ayarlanması gerekir ki bu iş içinde benzinin % 10 buharlaşma noktasının “Reid buhar basıncı” değerine göre ayarlanması gerekir. Soğukta ilk hareketin kolay sağlanması için buharlaşma eğrisinde başlangıcın yatık olması yani küçük bir sıcaklık artmasına mukabil buharlaşacak madde miktarının çok olması istenir. Kullanılan benzin içerisinde düşük sıcaklıklarda kolay buharlaşan HC miktarı kafi miktarda olmazsa bazı arızalar , verim düşüklükleri meydana gelebilir. Motor ilk

harekete geçirilirken cihazlar soğuk olduğu için buharlaşmayan ağır HC'lar cidarlara yapışıp kalır, silindire gidecek benzin hava karışımı benzin buharları bakımından zayıflar, ateşleme zorlaşır ve düzgün bir yanma temin edilemez. İyi bir yanma temin edebilmek için benzin içerisindeki ağır HC'ların yüzdesinin mümkün olduğu kadar az olması istenir (Şekil 2.1).

2.2.2 Vuruntu

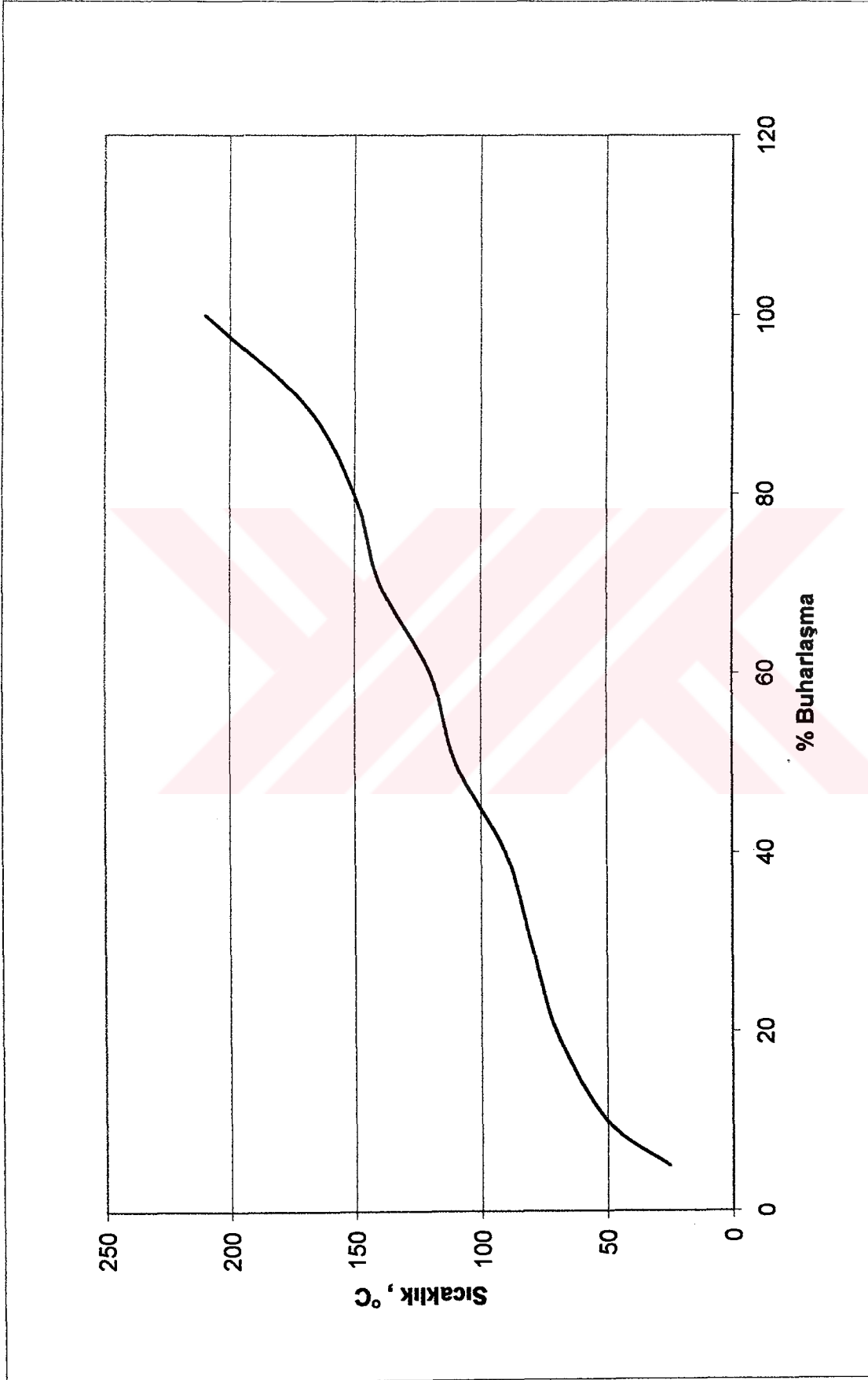
Benzin üretiminde göz önünde tutulması gereken en önemli faktörlerden biri de benzinin vuruntu özelliğidir. Vuruntunun meydana gelmesi şu şekilde açıklanabilir: Benzin ve hava karışımı bir kıvılcım ile ateşlendiği zaman önce aleve yakın kısımlar yanar. Bu yanmanın tesiriyle diğer kısımlarda basınç ve sıcaklık artışı olur. Basınç ve sıcaklığın yükselmesi ile alevden çok uzakta bulunan kısımlar kendiliğinden tutuşarak anormal bir yanma meydana getirirler. Yanma başlangıcında CO ve CO₂'den başka kararsız olan peroksitler ve aldehitler de meydana gelir ve bu sıcaklıkta patlayarak vuruntu tabir edilen darbeleri (metalimsi sesleri) meydana getirirler. Aromatlar ve izoparafinler hızla yanan parafinlere nazaran daha az vuruntu meydana getirirler

Vuruntu aşağıdaki sebeplerden dolayı zararlıdır:

- Basıncın ani ve çok yükselmesi motor üzerinde şiddetli bir darbe tesiri yaparak elastik parçaların titreşmelerine ve pistonun çökmesine sebep olur.
- Darbe dalgaları piston yüzü ve silindir üzerindeki gaz sınır tabakasını ortadan kaldırdığı için ısı iletkenlik katsayısı artar, piston kızar, silindirler ve soğutma suyu veya havası da çok ısınır.
- Sıcaklık çok yüksek olduğu için karbonun bir kısmı yanmadan kalır ve siyah duman halinde çıkar.
- Sıcaklık çok yüksek olduğu için karışım kendiliğinden ateş alır ve motor çok düzensiz ve sarsıntılı ile çalışır.

Hidrokarbonlar vuruntuya karşı gösterdikleri direnç bakımından aşağıdaki şekilde sıralanır:

- Aromatik bileşikler
- i-Parafinler
- Naftenler
- Olefinler



Şekil 2.1 Benzinin buharlaşma eğrisi. (Petrol Kimyası, 1995)

- Normal parafinler

Yakıtların vuruntuya gösterdikleri direnç oktan sayısı (OS) ile gösterilir. İ-oktan (2,2,4 Trimetil pentan) vuruntuya karşı en fazla direnç gösteren hidrokarbon olup oktan sayısı 100, n-Heptan ise en fazla vuruntu yapan hidrokarbon olup, oktan sayısı 0 kabul edilir. Örneğin OS =82 olan bir yakıt hacmen % 82 i-oktan ve % 18 n-Heptandan ibaret bir karışımla aynı vuruntuyu yapar. Bu oktan sayısına ROS (Research oktan sayısı) da denir. Ancak ROS yakıtın normal trafikteki vuruntusunu karakterize etmez. Bunun için Motor metodu denilen yeni bir metod geliştirilmiş ve bu metoda göre MOS (Motor oktan sayısı) i tesbit edilmiştir (Aksoy,1990).

2.3 Benzinin Yapısında Bulunan Hidrokarbonlar

Benzin bir petrol ürünü olup, petrol kimyası genel hatları ile hidrokarbon kimyasına eş tutulmaktadır. Benzinin yapısında 500'den fazla HC bileşiği bulunmaktadır. Bu bileşiklerde karbon atomu sayısı 3 ile 12 arasında değişmektedir. Benzini oluşturan her bir bileşiğin kendine ait kaynama noktası ve buhar oluşturma eğilimi vardır. Bu nedenle benzinin sabit bir kaynama noktası yoktur. Kaynama aralığı atmosferik basınçta 30 – 220 ° C arasındadır. Benzinin yapısında bulunan hidrokarbonlar; doymuş ve doymamış hidrokarbonlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar (ICS,2000).

2.3.1 Doymuş Hidrokarbonlar

- Kararlıdır, kurşunlu benzinin başlıca bileşenidir.
- Parlak alevde hava ile kolayca yanma eğilimindedir.
- Oktan miktarı; C atomu sayısına ve dallanma sayısına bağlıdır.

Alkanlar

Normal alkan = Karbonlar biri birlerine düz zincir şeklinde bağlanmışlardır, (C_nH_{2n+2})

Oktan değeri düşük olup, C zinciri arttıkça da azalır.

Normal heptan , C_7H_{16}

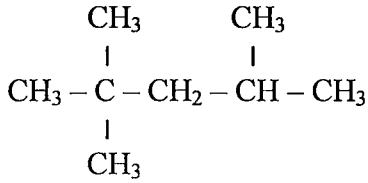


İzo alkan = Karbon bağları dallanmış zincir şeklindedir, (C_nH_{2n+2})

Oktan değeri daha yüksek olup, karbon bağlarında dallanma arttıkça oktan değeri de yükselmektedir.

İzo oktan =

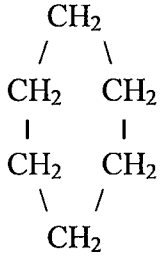
Aka 2,2,4-trimetilpentan, C_8H_{18}



Siklo alkan = Karbonlar halka şeklinde bağlıdır, (C_nH_{2n})

Oktan değeri yüksektir.

Sikloheksan, C_6H_{12}



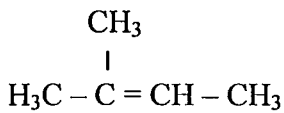
2.3.2 Doymamış Hidrokarbonlar

- Kararlı değildirler. Benzinin kalıcı bileşenidir.
- Kolay tutuşurlar.

Alkenler (aka olefinler, $C = C$ çift bağına sahiptirler)

Kararlı değildirler. Benzin içinde çok az bir yüzdeye sahiptirler. Reaktif ve toksit olma eğilimindedirler, bunun yanı sıra oktan değerleri gayet uygundur.

2-metil-2-büten, C_5H_{10}



Alkinler (aka asetilenler, C-C üçlü bağına sahiptirler)

Daha kararsızdırlar, basit rafineri teknikleri ile üretilirler,benzin içinde eser miktarda bulunurlar.

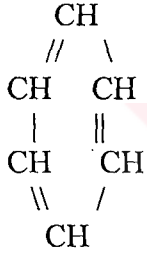
Asetilen , (C_2H_2)



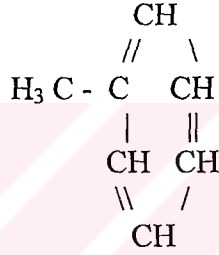
Arenler (Aka aromatikler)

Benzinin yapısında % 40'a kadar kullanılmaktaydı, Amerika'da tedricen % 20'lere kadar düşürülmüştür.Toksik eğilimi vardır.Fakat oktan değeri gayet uygundur.Bazı ülkelerde aromatik bileşiklerin kullanımı gittikçe artmakta olup, hatta kurşunsuz benzinlerde bu miktar % 50 olmuştur.

Benzen , C_6H_6



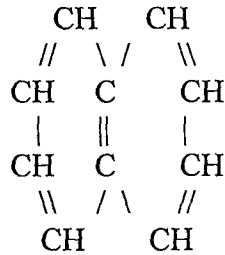
Toluen, C_7H_8



Polinükleer Aromatikler (aka PNA'lar veya PAH'lar)

Yüksek kaynama noktasına sahiptirler.Benzinde çok az miktarda bulunurlar.İki benzen halkasından meydana gelirler.Benzinde eser miktarda rastlanır.Benzen halkasının sayısı arttıkça toksit etkisi de artar.Zaten benzinin bileşiminde bu şekilde ikiden fazla halkalı olan benzene rastlanmaz.

Naftalin, $C_{10}H_8$



2.4 Benzin'e Kurşun Katılması

Kurşunlu benzinin yapısında aşağıdaki kimyasal maddeler bulunmaktadır.

- Alkan'lar
- Alkenler
- Aromatik bileşikler (çok az miktarda)
- Kurşun tetra etil
- Kurşun tetra metil
- 1,2 dibrometan
- 1,2 dikloreten

Motorlarda yanma ile meydana gelen vuruntuyu (antiknock) önlemek amacıyla benzine çok zehirli olan kurşun tetra etil ve kurşun tetrametil ilave edilmektedir. 1 gram kurşun tetra etilin 1 litre benzine ilave edilmesiyle oktan sayısının 10 sayı yükseldiği ve böylece motorun daha sakin çalıştığı deneysel olarak ispat edilmiştir. Ancak TEL yanarak PbO 'e dönüşür. Bu bileşikler ise piston ve silindir malzemeleri ile düşük ergime noktalı alaşım yaptığından tehlikelidir. Bu nedenle benzine kurşun TEL ilave edildiği zaman etilendibromür de katılır. Etilendibromür Pb ile uçucu bir bileşik olan $PbBr_2$ 'e dönüşür ve egzostan atılır. Ancak kurşun zehirli olduğu için bazı ülkelerde TEL kullanılması sınırlandırılmıştır. Benzine TEL yerine başka bileşikler örneğin ; metanol, etanol, metilizobutiliketon (MIBK), izopropileter (IPE), metiltersiyerbutileter (MTBE) de katılabilir.

Hidrokarbonların içinde vuruntuya en fazla direnç gösteren bileşikler aromatik bileşiklerdir. Modern bir rafinerinin görevi ise oktan sayısı yüksek benzin üretmektir. Bu problem termik ve katalitik kraking ve reformlama işlemlerinin geliştirilmesiyle çözülmüştür.

Kurşunlu benzinin yanması sonucu atmosfere atılan kurşunun % 70 – 75'i inorganik kurşun bileşikleri ve % 1'i de organik kurşun bileşikleri halindedir. % 20 - 25 egzoz sistemi içerisinde veya motor yağında bulunur.

Türkiyede kullanılan kurşunlu benzine ait özellikler Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS 2885 mevzuatında bildirilmiştir (Çizelge 2.1)

Çizelge 2.1 Kurşunlu normal ve süper benzine ait fiziksel ve kimyasal özellikler (TS 2885, Nisan 1994)

Özellik	Sınıf			
	Normal		Süper	
	Tip ¹⁾			
	Yaz Tipi	Kış Tipi	Yaz Tipi	Kış Tipi
Renk	Mavi		Turuncu	
Yoğunluk, 15,6 °C'da, kg/m ³	710-740		725-760	
Korozyon, bakır şerit, 50°C'da 3 h,max.	No 1			
Destilasyon				
70 °C'da buharlaşma, % (v/v)	15-45	15-47	15-45	15-47
100 °C'da buharlaşma, % (v/v)	40-65	43-70	40-65	43-70
180 °C'da buharlaşma, % (v/v), min	85	85	85	85
Kaynama noktası sonu, °C max	215	215	215	215
Destilasyon kalıntısı, (v/v), max	2	2	2	2
Buhar kitleme indisi VLI, max	950	1200	950	1200
Reid buhar basıncı, kpa	50-70	60-80	50-70	60-80
Mevcut gom, mg/100,max	5		4	
Oksidasyon kararlılığı, dakika, min	360			
Oktan sayısı (Aratırma metodu), min	91		95	
Oktan sayısı (Motor metodu), (1,1,1995'ten itibaren) ²⁾	80		84	
Kurşun, max.g/l	0,15		0,4	
Kükürt, max. % (m/m)	0,1			
Doktor deneyi veya Merkeptan	Negatif			
Kükürdü ppm (m/m) max.	15			
Benzen, % (v/v) max ³⁾ (1,7,1994'ten itibaren)	5.0			
1) Tiplerin kullanılacağı süreler Kış: 1 Kasım - 31 Mart (+ 15 gün) Yaz: 1 Nisan - 31 Ekim (+ 15 gün)				
2) Bu tarihe kadar motor metodunun kullanılması mecburiyeti yoktur.				

Benzinlerin sınıflandırılması 2 şekilde olmaktadır:

1. Sınıflandırma

1.1 Sınıflar :Benzinler oktan sayılarına göre

- Normal benzin
- Süper benzin

1.2 Tipler :Benzinler uçuculuklarına göre

- Yaz tipi
- Kış tipi

Türkiye'nin 06,03,1995 tarih ve 1/95 sayılı AT-Türkiye Ortaklık Konseyi Kararı'nın 8-11 maddeleri, sanayi mallarında topluluk teknik mevzuatına uyumun, Karar'ın yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 5 yıl içinde gerçekleştirilmesini öngörmektedir. Bu süre 01,01,2001 tarihinde dolmakta idi. Karar'ın 8. maddesine göre Türkiye tarafından uygulanmaya konulması gereken teknik mevzuat ve koşullar, 21,05,1997 tarih ve 2/97 sayılı AT-Türkiye Ortaklık Konseyi Kararı ile kesinleştirilmiştir. Akaryakıt kalitesine ilişkin 98/70/EC sayılı mevzuata uyulması istenmektedir.. 17 Ağustos 1999'da yaşanan depremde ülkemizin en büyük petrol rafinerilerinden biri olan TÜPRAŞ'ın büyük hasar görmesi nedeniyle ülkemizde AT mevzuatına uygun akaryakıt üretimini ilgilendiren yatırımlar tekrar gözden geçirilmiştir. Buna göre Faz 3 yerine, 98/70/EC Direktifi Ek-3 ve Ek-4'de belirtilen Faz 4 Emisyon mevzuatına uygun akaryakıt üretimi için yeni yatırım projelerinin hazırlanması ve uygulanması kararlaştırılmıştır. Söz konusu projelerin tamamlanarak yukarıda öngörülen spesifikasyonlara uygun akaryakıtın yurt genelinde temin edilebilmesi için, 01,01,2005 tarihi hedeflenmektedir. Faz 4 spesifikasyonunda akaryakıt üretimi için hedeflenen bu tarih, 98/70/EC sayılı Direkifte öngörülen tarih ile paraleldir.

98/70/EC sayılı Direktif çerçevesinde 01,01,2001 tarihinden itibaren pazarlanması yasaklanan *kurşunlu benzinin* sosyoekonomik nedenlerden dolayı 01,01,2001 tarihinden sonra da pazarlanması hedeflenmektedir.

2.5 Kurşunsuz Benzin

Kurşunsuz benzin aşağıdaki kimyasal maddeleri içermektedir.

- Alkan'lar
- Alken'ler
- İzö ve siklo alkanlar
- Aromatlar (% 50)

Kurşunsuz benzinde kurşun miktarı maksimum 0.013 gr / lt.dir.Günümüzde kurşunsuz benzinin kullanılması uygun görülmektedir. Bunun nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Çevrenin, ağır metal olan kurşun emisyonlarından korunması,
- Katalitik konvertör ünitesi ile egzoz gazlarındaki HC, CO, NO_x gibi kirleticilerin zararsız hale dönüştürülmesi,

- Egzos gazlarının zararsızlaştırılmasında kullanılan katalizörlerin etkisinin bozulmasını önlemek.

Türkiye’de kurşunsuz benzinle ilgili olarak TSE’nin uygulamaları TS EN-228/1994 direktifiyle belirlenmiştir (Çizelge 2.2, 2.3 , 2.4)

Çizelge 2.2 Kurşunsuz süper benzinin genel özellikleri ve deney metodları (TS EN-228/1994)

Özellik	Birim	Değerler		Deney metodu
		min .	max.	
Araştırma oktan sayısı, RON		95.0	-	TS 2431
Motor oktan sayısı, MON		85.0 ¹⁾	-	TS 2232
Kurşun	g/lt	.	0,013	TS 6313
Benzen	%, v/v	.	5.0 ²⁾	TS 7088
Yoğunluk (15 °C'da)	kg/m ³	725	780	TS 1013
Kükürt	%, m/m	.	0,10 ³⁾	TS 7472
Oksidasyon kararlılığı	dakika	360	-	TS 2646
Mevcut gom (yıkanmış)	mg/(100 ml)	.	5	TS 1312
Korozyon (3h, 50°C'da)	tip	.	1	TS 2741
Görünüş		berrak ve parlak		Gözle muayene

1) 01,01,1995'e kadar MON uygulanması mecburiyeti yoktur.
2) 01,07,1994'e kadar Benzen tayini yapma mecburiyeti yoktur.
3) 01,01,1995'den itibaren kükürt muhteviyatı, max. % 0,05 olacaktır.

Çizelge 2.3 Kurşunsuz normal benzinin genel özellikleri ve deney metodları (TS EN-228/Nisan 1994)

Özellik	Birim	Değerler		Deney Metodu
		min.	max.	
Araştırma oktan sayısı, RON		¹⁾	-	TS 2431
Motor oktan sayısı, MON		¹⁾	-	TS 2232
Kurşun	g/lt	.	0,013	TS 6313
Benzen	%, v/v	.	5.0	TS 7088
Yoğunluk (15 °C'da)	kg/m ³	725	780	TS 1013
Kükürt	%, m/m	.	0,10 ²⁾	TS 7472
Oksidasyon kararlılığı	dakika	360	-	TS 2646
Mevcut gom (yıkanmış)	mg/(100 ml)	.	5	TS 1312
Korozyon (3h, 50°C'da)	tip	.	1	TS 2741
Görünüş		berrak ve parlak		Gözle muayene

1) RON ve MON değerleri piyasaya verilirse daha sonra belirtilecektir
2) 01,01,1995'ten itibaren kükürt muhteviyatı max. % 0,05 olacaktır.

Çizelge 2.4 Kurşunsuz benzinin tipleri,(TS EN-228/Nisan 1994)

Özellik	Birim	Değerler								Deney metodu
		Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	Tip 6	Tip 7	Tip 8	
Buhar basıncı	kPa, min	35	35	45	45	55	55	60	65	EN 12
	kPa, max	70	70	80	80	90	90	95	100	
70 °C'da buharlaşma	% v/v min	15	15	15	15	15	15	15	20	TS 1232
	% v/v max	45	45	45	45	47	47	47	50	
VL1 (10VP + E70)	max	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	
100 °C'da buharlaşma	% v/v min	40	40	40	40	43	43	43	43	TS 1232
	% v/v max	65	65	65	65	70	70	70	70	
180 °C'da buharlaşma	% v/v min	85	85	85	85	85	85	85	85	TS 1232
Son kaynama noktası (FBP)	°C,max	215	215	215	215	215	215	215	215	TS 1232
Destilasyon kalıntısı	% v/v max	2	2	2	2	2	2	2	2	TS 1232

Türkiyedeki iklim şartlarına bağlı olarak TSE tarafından yaz aylarında Tip 2, kış aylarında Tip 7 benzinin kullanılması uygun görülmektedir.

Not: Yaz ayları: 1 Nisan – 31 Ekim (+ 15 gün)

Kış ayları: 1 Kasım – 31 Mart (+ 15 gün)

Kurşunsuz benzinin kalitesi ile ilgili olarak AT'ye 01,01,2005 tarihine kadar sağlamayı taahhüt ettiğimiz değerler Çizelge 2.5'te görüldüğü gibidir.

Çizelge 2.5 Kurşunsuz benzinle ilgili şu an ve hedeflenen standartlar

Kurşunsuz Benzin		TS 228/1994 TÜPRAŞ-240	98/70/EC 01,01,2001	98/70/EC 01,01,2005
Kükürt (max.)	mg/kg	500	150	50
Aromatik	% v/v	(**)	42	35
Benzen	% v/v	5	1	(*)
Kurşun (max.)	mg/lt	13	5	(*)

(*) 01,01,2005 tarihinden itibaren hedef olarak alınan benzen ve kurşun miktarları henüz belirlenmemiştir.

(**) TS 228 / Tüpraş-240 standardında aromatikler için sınır değeri tanımlanmamıştır

2.6 Uçucu Organik Bileşikler, (VOC)

Benzin istasyonlarından atmosfere uçucu organik bileşikler (VOC)'ler , hidrokarbonlar (HC) 'lar ve zararlı hava kirleticileri yayılır.Bu kirleticilerin büyük bir kısmı VOC'lerden oluşan benzin buharlarıdır. Benzin buharları keskin bir kokuya sahip olup, kanserojen madde ihtiva etmektedirler.VOC' ler benzin istasyonu yer altı depo tanklarının doldurulması sırasında ya da araçlara yakıt ikmali yapılırken atmosfere kaçarlar.VOC'ler partiküllerden sonra atmosferde en çok görülen kirletici grubudurlar. NO_x'ler ile reaksiyona girerler ve O₃ gazını meydana getirirler.



Uçucu organik bileşikler (volatile organic compounds) organik katı veya sıvı halde bulunurlar.Oda sıcaklığında buhar basınçları 0.01 psia (0.0007atm.) den büyüktür. Birçok organik bileşikte C atomu sayısı 12'den azdır.VOC'lerin yapısında organik karbon bulunur. Burada karbon; karbon , hidrojen , nitrojen veya sülfüre bağlıdır.CaCO₃ , CaC₂,CO veya CO₂ gibi bağlar söz konusu değildir.

VOC ve HC kesinlikle aynı şey değildir.Hidrokarbon (HC); sadece H ve C atomları içerir. Fakat benzin “hidrokarbon yakıtı (hydrokarbon-fuel) diye adlandırılır. Çünkü benzinin yapısında fazla miktarda H ve C atomları vardır. Bunun yanısıra az da olsa oksijen, nitrojen ve sülfür atomları da bulunmaktadır (De Nevers, 1995).

3. BENZİN İSTASYONLARINDA UYGULANAN BESLEME YÖNTEMLERİ VE BENZİN BUHARI KONTROL MEKANİZMALARI

Petrolün kaynağından alınarak, birtakım işlemlerden geçtikten sonra kullanılmasına kadar geçen her bir aşamanın buhar kayıpları açısından potansiyel bir kirlenici kaynak olduğu söylenebilir. Ham petrol genellikle elde edildiği yerlerde işlenmez. Petrol kuyularından uzakta rafinerilerde işlenir.

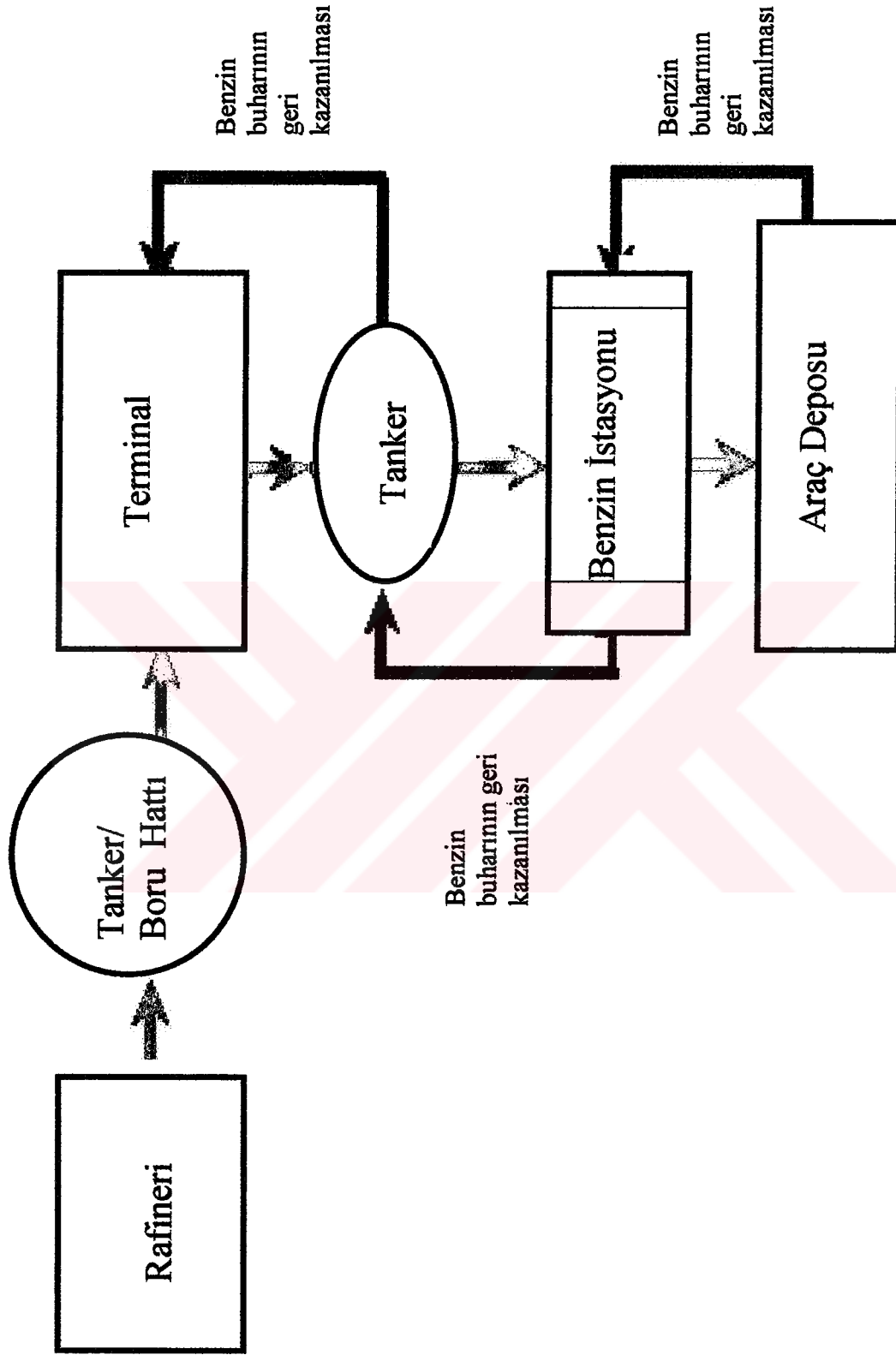
Petrolün rafinerilere taşınması aşağıda açıklanan vasıtalarla sağlanır.

- Boru hatları (Pipe-line) : Belli aralıkta pompa istasyonları vardır. Bu pompaların 80 – 100 Atü'lük basınçları yenebilecek güçte olması gerekir. Eğer petrol çok viskoz ise pipe- line'lar ısıtma elemanları ile donatılır. Boru hatlarıyla günde 4 km / h hızla 50,000 m³ petrol taşınabilir.
- Petrol 10,000 - 30,000 ton kapasiteli tankerlerle taşınabilir.
- Demiryolları ve tankerli kamyonlar.

Ham petrolden elde edilen ürünler şöyle sıralanabilir:

- Rafineri gazı
- Sıvı gaz (LPG)
- Orta destilatlar
- Vakum destilatları
- Ağır fuel oil
- Vazelinler
- Parafinler

Rafine edilmiş petrol ürünleri yine aynı taşıma yöntemleriyle fuel terminallere ve petro kimyasal endüstrilere taşınır. Buradan tankerler vasıtasıyla bölgesel depo tesislerine ve benzin istasyonlarına iletilir (Aksoy,1990). Bir petrol ürünü olan benzin için bu yolculuğun nihai noktası ; motorlu taşıtların benzin deposudur (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Buhar geri kazanım devri

3.1 Benzin İstasyonlarında Yer altı Depo Tankları

Benzin istasyonlarında depolar, hem atmosferik şartlardan etkilenmeyi minimize etmek, hem mekan bakımından daha fazla yer kazanmak hem de muhtemel sızıntı ve yanma tehlikesine karşı yeraltında inşa edilir.

Depoların doldurulması, boşaltılması ve nefeslenmesi (hava giriş çıkışı) sırasında buhar kayıpları olur. Nefeslenme kayıpları; basınç ve sıcaklık değişimleri sonucu ortaya çıkar. Depolarda atmosferik basınçtaki değişiklikten dolayı meydana gelen nefeslenme kaybı, sıcaklık değişiminden dolayı olandan çok daha küçüktür (De Nevers,1995). Dolayısıyla deponun sıcaklığının atmosferik sıcaklıktan fazla etkilenmemesi için yeraltına yapılması ve yalıtılması gerekir.

Ayrıca yer altı depolarında vanalar bulunmaktadır.Bu vanalar yardımıyla nefeslenme kayıpları azaltılmış olur. ® Buhar koruma vanası © diye adlandırılan bu vanalar , küçük basınç değişikliklerinde kapalı tutulur (0,5 psia pozitif basınç veya 0,062 psia negatif basınçta). Yer altı depo tankının benzinle beslenmesi sırasında buhar basıncı önemli ölçüde artacağından bu vanalar açılır.Ayrıca bu vanalar ; sıcaklık ve basınçta önemli değişiklikler olduğu zaman da açık tutulur. Besleme olmadığı zamanlar vanalar kapalı tutulur ve böylece nefeslenme yoluyla benzin kaçıışı önlenmiş olur.

Bir benzin istasyonunda bulunan yer altı depo tankı ve bununla ilgili aksam Ek-1,2 ve 3'te görülmektedir.

3.1.1 Yeraltı Depo Tanklarının Beslenmesi

Benzin istasyonlarında depo tanklarının beslenmesi iki şekilde olur:

3.1.1.1 Sıçratmalı Besleme

Deponun beslenmesi esnasında benzin depoya boşaltılarak verilir.Benzin depo tankına sıçrayarak girdiğinden depodaki benzinde önemli ölçüde türbülans meydana gelir.Dolayısıyla buhar oluşumu ve emisyon miktarı fazla olur (Şekil 3.2).

3.1.1.2 Daldırmalı Besleme

Depo tankının beslenmesi sırasında türbülansın ve buhar kayıplarının en aza indirilmesi amacıyla uygulanan bir besleme yöntemidir (DENR,1998).Muhtelif şekillerde tatbik edilir. Şöyle ki:

- Çift nokta sistemli depo tankları (Dual point systems)
 - Yukarıdan girişli çift nokta sistemli depo tankları (Dual point top systems)
 - Tabandan girişli çift nokta sistemler (Dual point bottom filling systems)
- Eşit eksenli sistemler (Coaxial systems)

Çift Nokta Sistemli Depo Tankları

Bu sistemde depo tankında iki açıklık noktası bulunmaktadır. Bunlardan birisi; deponun benzinle beslenmesi, diğeri ise depo tankındaki buharın tankere geri iletilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Çift nokta sistemler 2 farklı şekilde dizayn edilir:

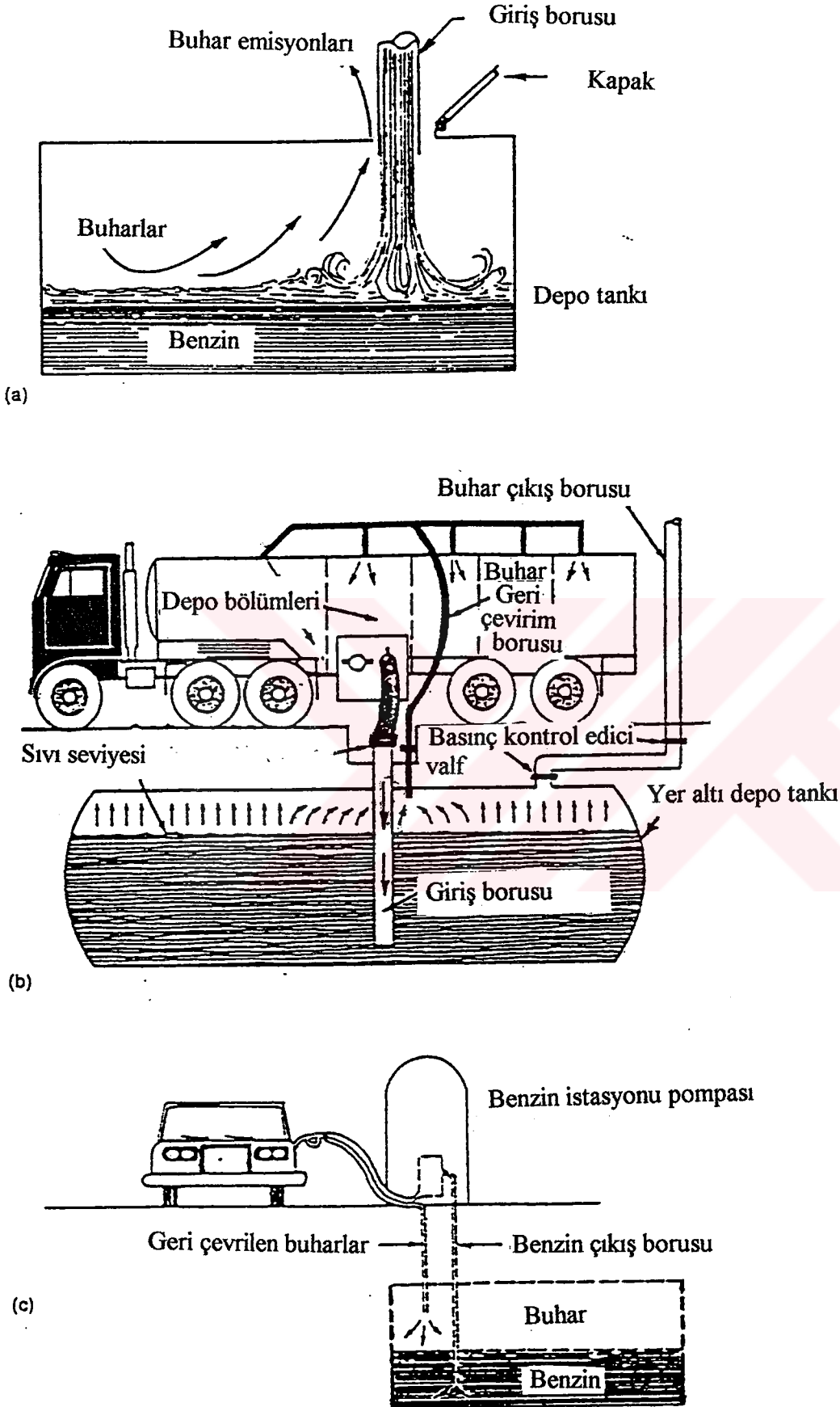
Yukarıdan Girişli Çift Nokta Sistemli Depo Tankları: Bu sistemde depo tankının beslenmesi deponun üstünden olmaktadır. Benzin girişi “ batık giriş borusu ” ile sağlanmaktadır. Benzin girişi Şekil 3.3’te görüldüğü gibi üstten olursa batık giriş borusu ile tankın tabanı arasındaki mesafe :15.2 cm. , eğer giriş yandan olursa bu mesafenin 30.4 cm. olması tavsiye edilir. Benzin buharlarının tankere geri iletilmesi depo üstünden olmaktadır.

Tabandan Girişli Çift Nokta Sistemli Depo Tankları: Besleme depo tankının tabanından olmaktadır. Beslemenin tabandan olması türbülansa engel olur. Dolayısıyla atmosfere kaçan buhar miktarı daha az olur. (Şekil 3.4)

Eşit Eksen Sistemli Depo Tankları

Bu sistemde tankın beslenmesi ve benzin buharlarının tanktan çıkışı tek bir noktadan sağlanmaktadır. Depoya benzin girişi içerideki boruyla olurken, buhar çıkışı ise bunu çevreleyen diğ borudan olmaktadır. Benzin deposunun beslendiği iç borunun çapı 7,5 cm.dir. Borunun çapı ise 10 cm.dir. Bu sistemde de aynen diğelerinde olduğu gibi besleme yapılmadığı zaman nefeslenme yoluyla buharın depodan atmosfere kaçışını önlemek için

“ buhar koruma vanası “ kullanılmaktadır (Şekil 3.5).



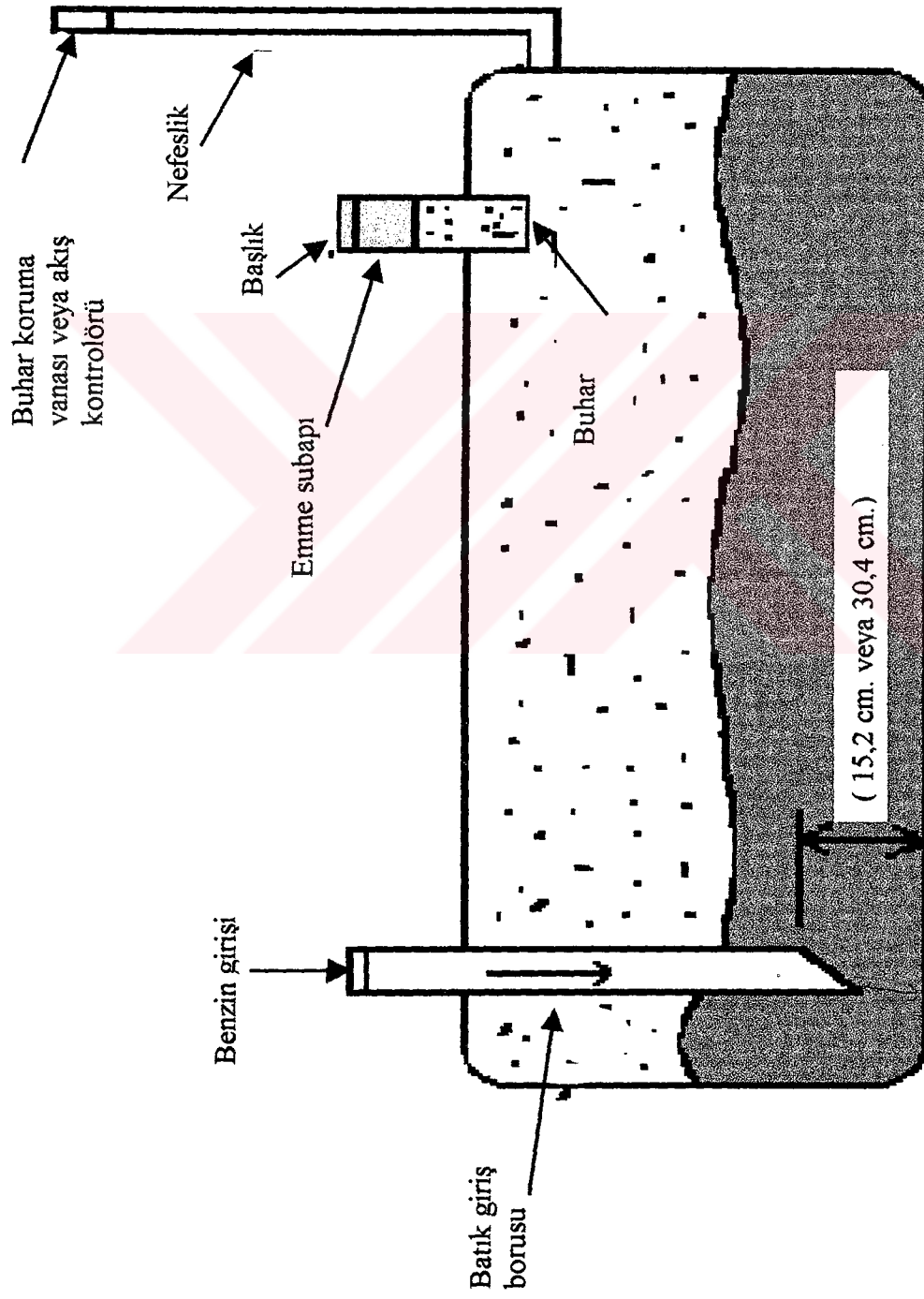
Şekil 3. 2 Yer altı depo tankında

(a) Sıçratmalı besleme,

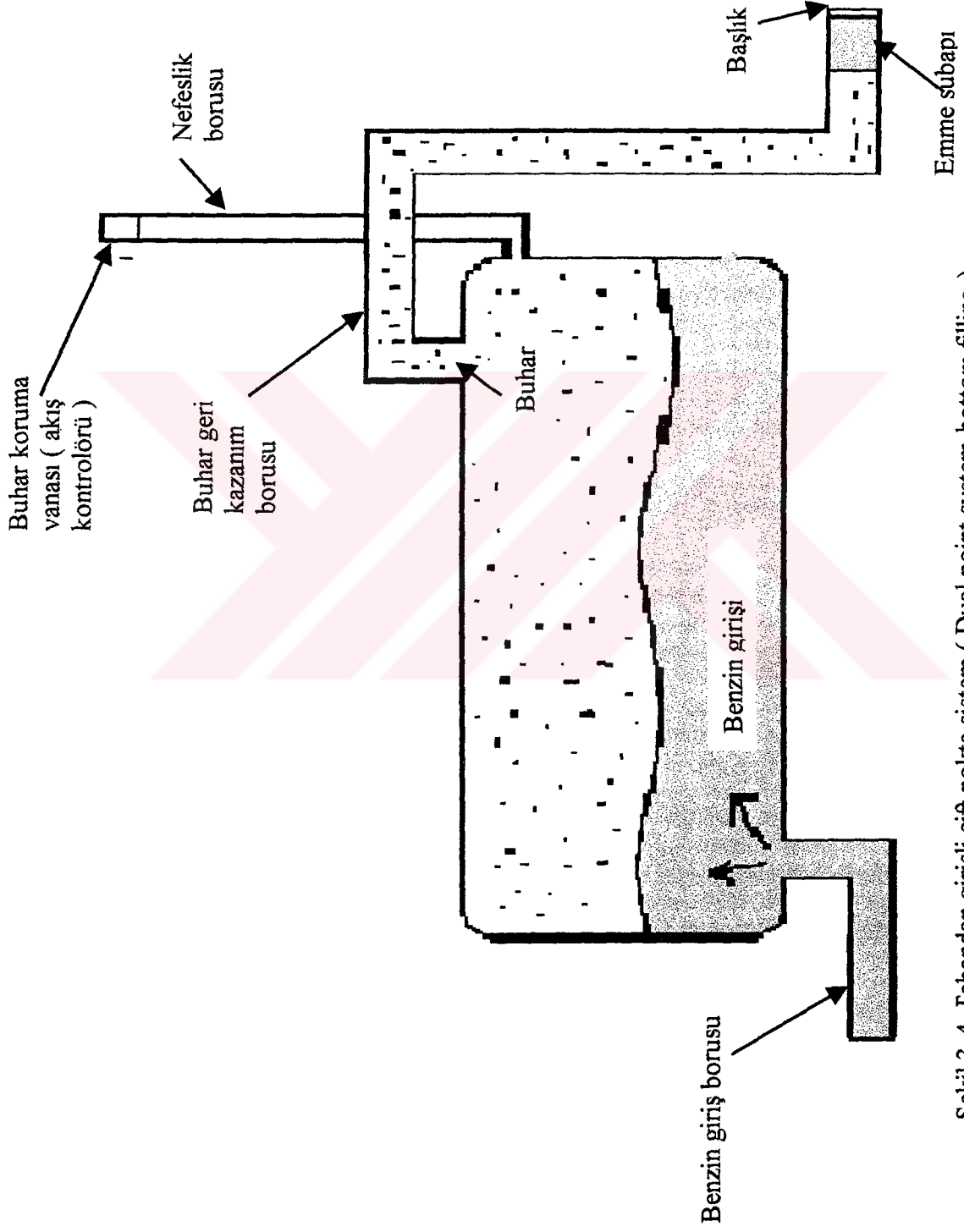
(b) Daldırmalı+1. kademe buhar geri kazanımlı

(c) 2. kademe buhar geri kazanım sistemlerinin olması durumu

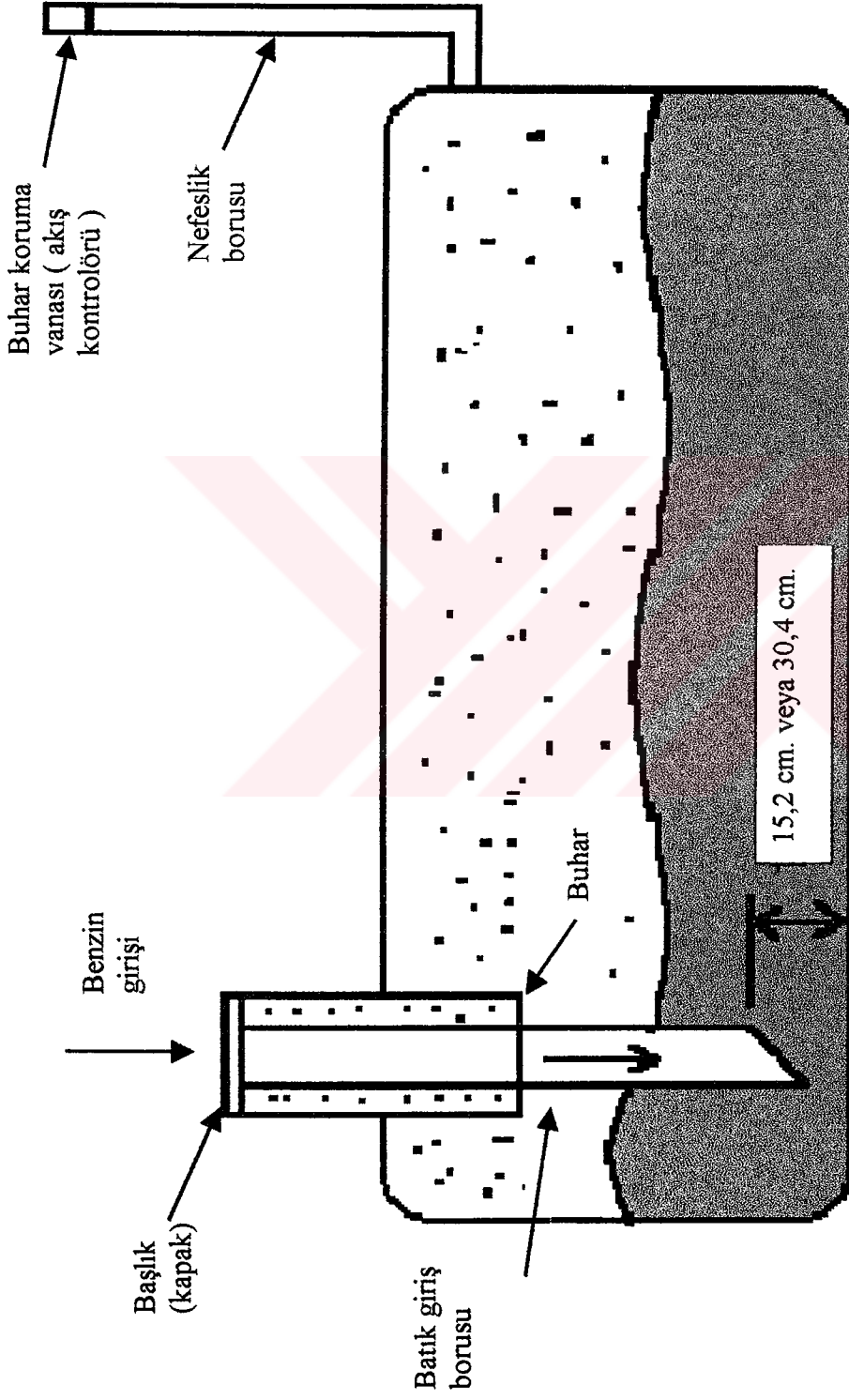
(AP.42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Chapter 4.4 OAQPS,U.S. EPA, Research Triangle Park NC. Sept. 1985)



şekil 3. 3 Yukarıdan girişli çift nokta sistem (Dual point system --Top filling),
(DENR, 1998)



şekil 3.4 Tabandan girişli çift nokta sistem (Dual point system-bottom filling-)
(DENR, 1998)



Şekil 3.5 Eşit eksenli sistem (Coaxial system), (DENR,1998)

3.2 Tanker Depoları

3.2.1 Tanker Depolarının Beslenmesi

Benzinin benzin istasyonuna iletilmesi, tankerler vasıtasıyla olur. Tankerler zaman zaman tek bir ürünü taşımak için dizayn edilirler .Böyle tankerlere “ *belli normal benzin tankerleri* © denir Dolum tesislerinde tanker depoları benzinle beslenirken benzin buharları atmosfere kaçabilmektedir. (Petroleum Industry,1/95).

Tankerlerde benzin buharı şu şekillerde oluşmaktadır:

- Tankerde daha önceki yüklemeden geriye kalan ürünün buharlaşmasıyla ,
- Tankerdeki benzin yer altı depo tankına verildiği zaman ; buhar dengeleme sistemi (vapor balance system) vasıtasıyla depo tankındaki buharların tankere geri iletilmesiyle
- Tankere yeni bir benzin beslemesi olduğu zaman bu ürünün dahi buharlaşmasıyla meydana gelir.

Bu sırada meydana gelen buhar emisyonunun miktarı aşağıdaki parametrelerin bir fonksiyonudur:

- Bir önceki yükün fiziksel ve kimyasal karakteristikleri,
- Bir önceki yükün boşaltılma metodu,
- Benzin istasyonunda boşaltılan tankere ,yükleme terminaline geri dönünceye kadar uygulanan işlemler
- Yeni yükü yükleme metodu,
- Yeni yükün fiziksel ve kimyasal karakteristikleri.

Tankerlerin benzin, petrol vs. ile beslenmesi aşağıdaki besleme metodlarına göre olmaktadır:

3.2.2 Sıçratmalı Besleme(Splash Loading)

Bu metotla tankerlerin beslenmesinde ; giriş borusu benzin seviyesinin üstünde olur.Giriş borusundan iletilen benzin, tankere yüksek bir seviyeden düştüğü için türbülansa neden olur.Türbülans ise buhar miktarının ve dolayısıyla buhar kayıplarının artmasına neden olur.Şayet türbülans çok yüksek olursa , sıvılar nefesliğe dahi kaçabilirler.(Şekil 3.6)

3.2.3 Daldırmalı Besleme (Submerged Loading) :

Bu da iki şekilde olur:

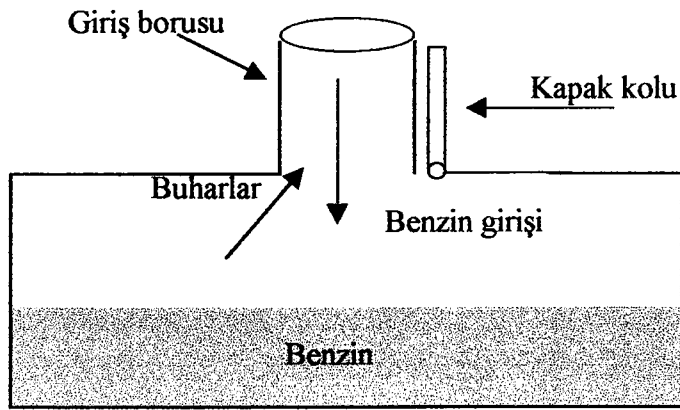
- Daldırmalı giriş borusu ile besleme metodu (submerged fill pipe method) (Şekil 3.7)
- Tabandan besleme metodu (bottom loading method) (Şekil 3.8).

Daldırmalı giriş borusu ile besleme metodunda; giriş borusu tankerin tabanına kadar uzanmakta olup, tabanla boru ucu arasındaki m saf  çok azdır.Tabandan besleme metodunda ise giriş borusu tankerin tabanından gelir ve dayanır.Bu her iki tip beslemede de giriş borusu ağız sıvı seviyesinin altındadır.Daldırmalı beslemede; sıvının türbülansı büyük oranda kontrol edilir. Buhar kayıpları ; sıçramalı besleme metoduna nisbeten daha azdır.

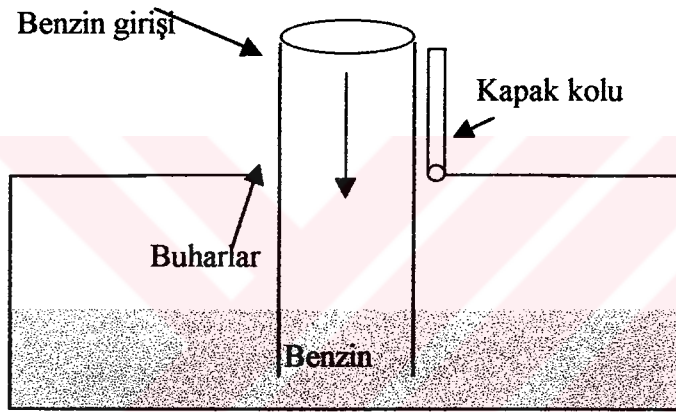
Eğer bir tanker yeni temizlenmişse veya hiç VOC ihtiva eden bir bileşik taşımamışsa , tank içindeki havada hiç buhar olmayacaktır.Fakat benzin gibi uçucu bir madde taşımışsa ve hiç havalandırılmamışsa kargo tankının içindeki havada muhakkak buhara rastlanır (Petroleum Industry, 1/95).

3.3 Motorlu Araçların Beslenmesi

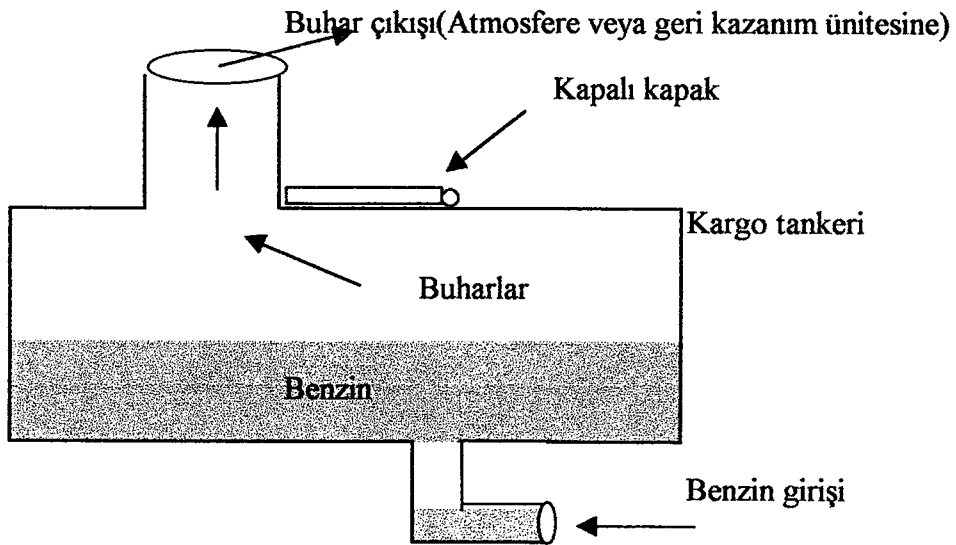
Benzin istasyonlarında benzin buharı emisyonlarının ikinci önemli kaynağı ; araçların yakıt deposunun doldurulması esnasında meydana gelmektedir. Araca yakıt ikmalı yapılırken, yakıt deposundan çıkan buharlar ile birlikte dökülme,sızıntı vs. benzin buharı emisyon kaybına neden olmaktadır .



Şekil 3.6 Şıratmalı besleme,(Petroleum Industry, 1/95)



Şekil 3.7 Daldırmalı besleme,(Petroleum Industry, 1/95)



Şekil 3.8 Tabandan besleme,(Petroleum Industry, 1/95)

3.4 Benzin Buharı Kontrol Mekanizmaları

Benzin istasyonlarında ve araçlarda VOC'nin atmosfere kaçışını önlemek maksadıyla birtakım buhar geri kazanım sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar;

3.4.1 Birinci kademe buhar geri kazanım sistemi

(Stage 1 Vapor Recovery System)

3.4.2. İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi

(Stage 2 Vapor Recovery System)

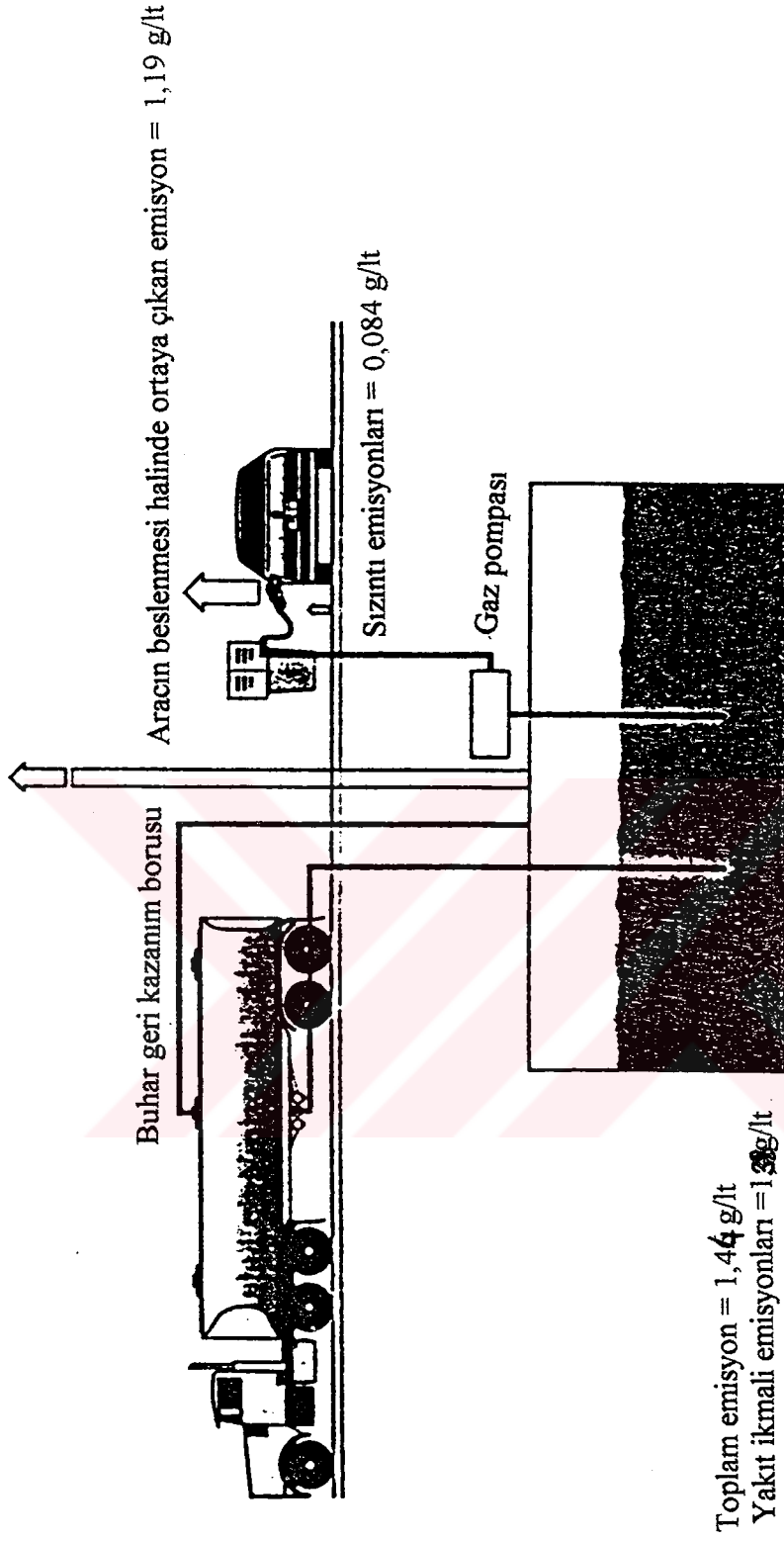
3.4.1 Birinci Kademe Buhar Geri Kazanım Sistemi

Benzin istasyonlarında yeraltı depo tankının benzinle beslenmesi esnasında, depo giriş borusundan ve nefeslikten, benzin buharları atmosfere kaçarlar. Bu aşamadaki VOC emisyonlarının kontrolü maksadıyla '1.Kademe buhar geri kazanım sistemi geliştirilmiştir (Şekil 3.9). Depo tankı benzinle beslendiği zaman depo tankının üst kısmında biriken benzin buharları da "buhar geri çevrim borusu (vapor return line)" yardımıyla tankere geri iletilir.Böylelikle buharların atmosfere kaçışı önlenmiş olur.Bu sistemde tankerden depo tankına verilen benzinin yerini depo tankından tankere geri iletilen buharlar almaktadır.Şekil 3.9'de görülen emisyon değerleri CARB'nin yaptığı bir çalışmadan elde edilen deneysel verilerdir.

Benzin istasyonlarında nefeslik (vent line); depo tankının beslenmesi ve boşalması sırasında meydana gelebilecek yüksek basınç ve vakuma karşı açık bırakılır. Bu nefesliklerin üzerinde birtakım aksesuarlar yardımıyla (Float vent valve , pressure vacuum vent valve) tankta meydana gelen buharın atmosfere verilmesi yerine buhar geri dönüş hattı üzerinden tankere geri iletilmesi sağlanır. Basınç kısıcı valfler; tankta küçük çapta basınç ve sıcaklık değişikliklerine olanak vererek kapalı tanklarda emisyon miktarını belli bir limit değerinde tutmaya yararlar.Bu valflerin dikkatli bir şekilde kullanılması önemlidir.Bunlar soğuk havalarda donabilirler, dolayısıyla artan basınca mani olamazlar (Ek 1-2-3).

Birinci kademe buhar geri kazanım sistemi ile buharların % 95'i geri kazanılır. % 5'i ise nefeslikten atmosfere kaçan kısımdır.

Havalanma emisyonları = 0,058 g/lt benzin ikmalinde
0,11 g/lt nefeslenme kaybı



Şekil 3.9 Birinci kademe buhar geri kazanım sistemi, (De Nevers, 1995)

Bu sistem ilk olarak 1950 yılında Kaliforniya’da uygulanmıştır.Şu anda ise birçok Avrupa ülkesinde yaygın durumdadır (De Nevers,1995).

3.4.2 İkinci Kademe Buhar Geri Kazanım Sistemi (Stage 2 Vapor Recovery System)

Benzin istasyonlarında araçların benzinle beslenmesi sırasında benzin buharları atmosfere kaçabilmektedirler. Bu nedenle 1. kademe buhar geri kazanım sistemine benzer bir sistem taşıtların benzin deposunun beslenmesi aşamasında benzin buharlarının geri kazanılması maksadıyla geliştirilmiştir (De Nevers,1995) (Şekil 3.10). Bu sistemde benzinin taşıtı beslemesi ve yakıt deposundaki buharların yer altı depo tankına iletilmesi özel olarak geliştirilmiş tabancalar ve hortumlar yardımıyla sağlanır (Şekil 3.10-11). İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi buharların yer altı depo tankına iletilmesinde kullanılan mekanizmaya bağlı olarak iki şekilde çalışır (Petroleum Equipment & Technology, 2000). Bunlar;

- Denge sistemleri
- Yardımcı sistemler

3.4.2.1 Denge Sistemleri (Balance Systems):

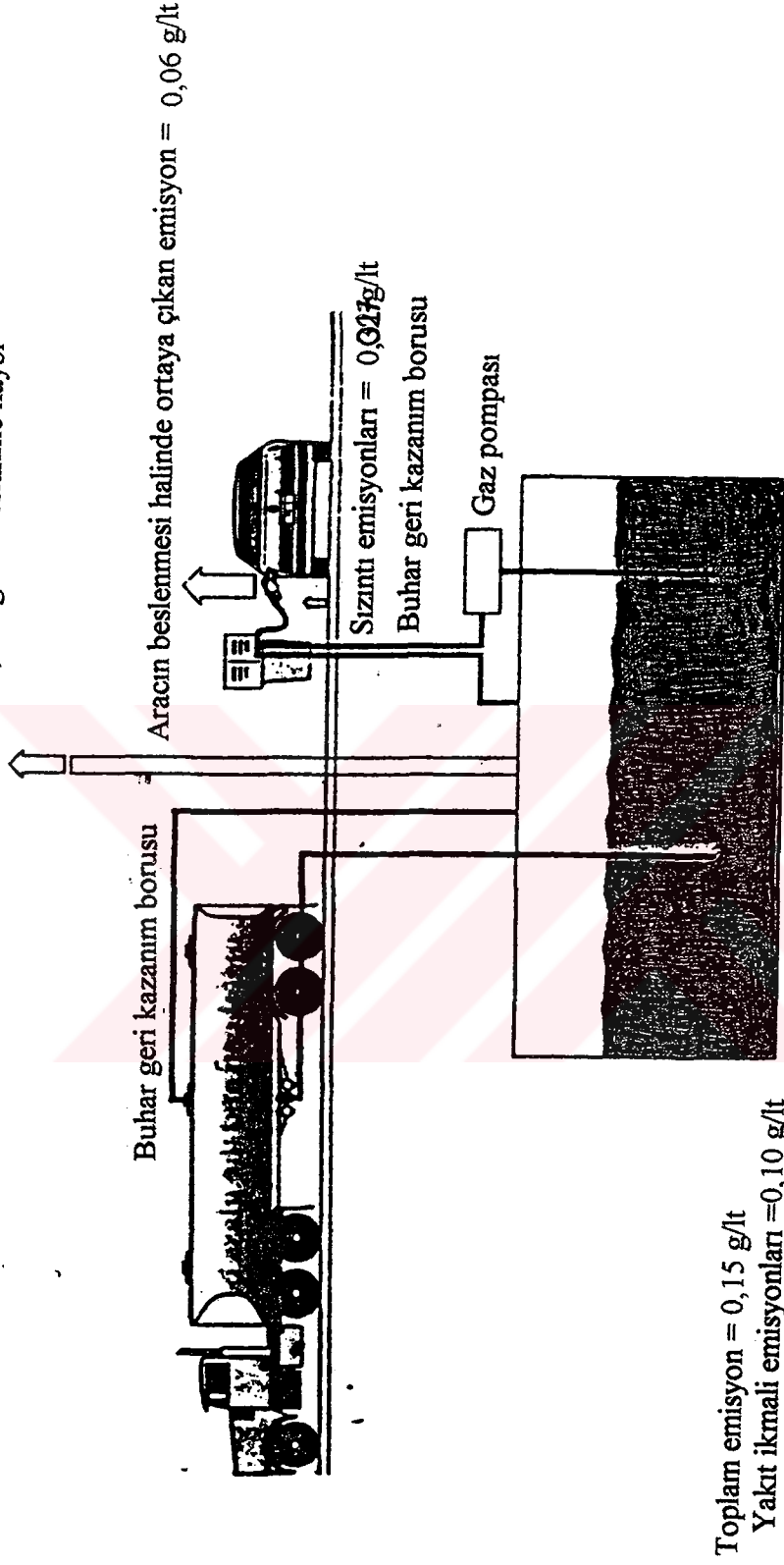
Buharın doğal hareketine bağlı olarak eşit eksenli boruya doğru kendi kendine ilerlemesi esasına dayanır. Taşıtın yakıt tankı ile yer altı depo tankı arasında denge sağlanıncaya kadar bu işlem devam eder.Böylelikle buharın atmosfere kaçıışı önlenmiş olur.Denge sisteminde, aracın beslendiği yüzey ile besleyen tabanca arasındaki sızdırmazlık sağlayan contanın büyük bir önemi vardır.

3.4.2.2 Yardımcı Sistemler (Assist Systems)

Bu sistemde taşıtın yakıt deposunda bulunan buharın depo tankına iletilmesi ya bir vakum ya da bir basınç mekanizması ile sağlanır.

Birinci ve ikinci kademe buhar geri kazanım sistemlerinin çalışma prensipleri: genelde aynıdır. Şöyle ki : azalan benzinin yerini buhar, buharın da yerini benzin almaktadır.Bu prensip; benzinin hem tanker ile yer altı depo tankı hem de yer altı depo tankı ile aracın benzin deposu arasındaki transferinde geçerlidir.Aracın benzin deposunda bulunan buharların yer altı depo tankına iletilmesi; yakıt ikmali yapılırken ortaya çıkan pozitif basınç sonucu gerçekleşmektedir. Aynı sonucu elde etmek amacıyla bazı sistemlerde mekanik blowerler

Havalandırma emisyonları = 0,058 g/lt benzin ikmalinde
0,013 g/lt nefeslanma kaybı



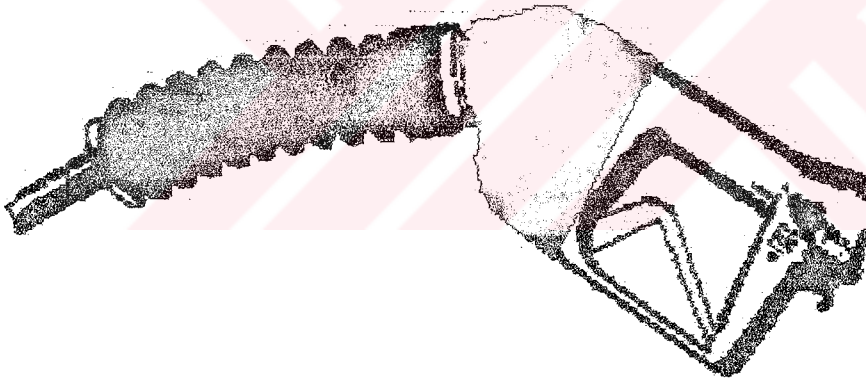
Şekil 3.10 İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi, (De Nevers, 1995)

kullanılır. Fakat blowerle yer altı depo tankına giren havanın hacmi, depo tankından çıkan benzinin hacminden daha fazla olması durumunda benzin buharının bir kısmının nefeslikten kaçma tehlikesi vardır. Bu ise VOC kontrolü açısından istenmeyen bir durumdur (CAA,1999). EPA'nın yaptığı bir araştırmaya göre: 2. kademe buhar geri kazanım sistemiyle VOC emisyonları % 95 azaltılmaktadır

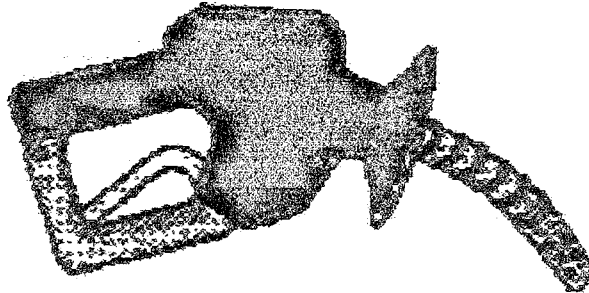
3.4.2.3 Buhar Geri Kazanım Tabancaları (Vapor Recovery Nozzles)

Buhar geri kazanım tabancalarının asıl fonksiyonu ; Besleme yapılırken yakıt tankı giriş borusunda benzin buharlarını yakalamaktır.Tabancanın yakıt tankı giriş borusunda muhtemel bir sızıntıyı önleyecek şekilde temasını sağlamak maksadıyla şekil 3.11'da görüldüğü gibi körük (bellows) yerleştirilir. Bu körüğün uç kısmında ağızlık yapısı bulunur. Ağızlık ise buharların rahat bir şekilde çekilmesini sağlayacak açıklıkları olan bir yapıya sahiptir. Bazı sistemlerde tabancalar çekvalfli olabilmektedir.Çekvalf ; tabanca kullanılmadığı zaman buharın atmosfere kaçmasına mani olur (CAA,1999).

a-Körüklü tabanca



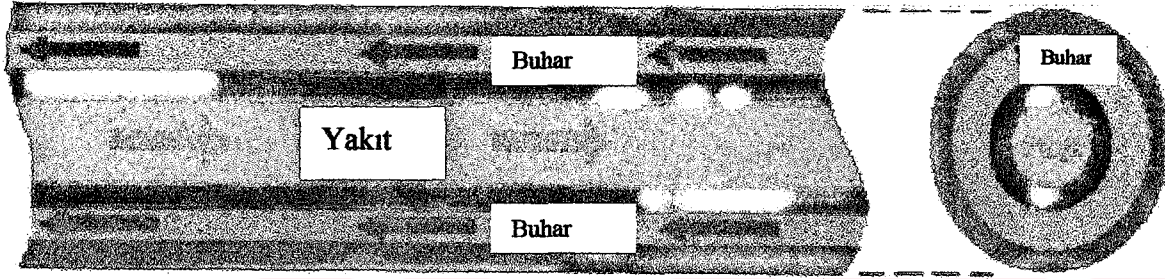
b-Körüksüz tabanca



Şekil 3.11 a-Buhar geri kazanım sistemine uygun körüklü tabanca
b-Normal körüksüz tabanca, (CAA,1999)

3.4.2.4 Buhar Geri Kazanım Hortumları (Vapor Recovery Hoses)

İkinci kademe buhar geri kazanım sisteminde kullanılması öngörülen tek hortum tipi; eşit eksenli hortumlardır. İççe iki hortumdan oluşmaktadır. İçteki hortum benzin girişi, bunu çevreleyen diğer hortum ise buharların aracın yakıt tankından yer altı depo tankına transferini sağlar.Eşit eksenli hortumların dıştan görünümü tek bir hortum gibidir



Şekil 3.12 Buhar geri kazanım hortumu, (CAA,1999)

3.4.3 Araçlarda Buhar Geri Kazanım Sistemi

Benzin istasyonlarında araçlara yakıt ikmali yapılırken atmosfere kaçan benzin buharlarının kontrolü maksadıyla 2 yöntem uygulanmaktadır.

3.4.3.1 İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi

Benzin istasyonlarında uygulanmakta olup, Bölüm 3.4.2’de izah edilmiştir.

3.4.3.2 On-Board buhar geri kazanım sistemi

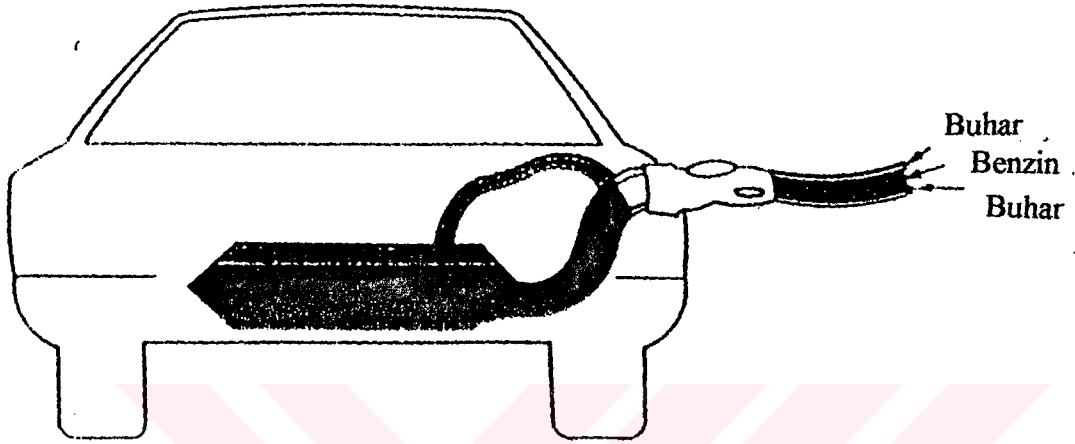
(On Board Refueling Vapor Recovery System (ORVR))

besleme sistemine (engine intake system) bağılırlar.Aracın çalışması esnasında motor besleme sistemine ulaşan hidrokarbonlar yakılır.

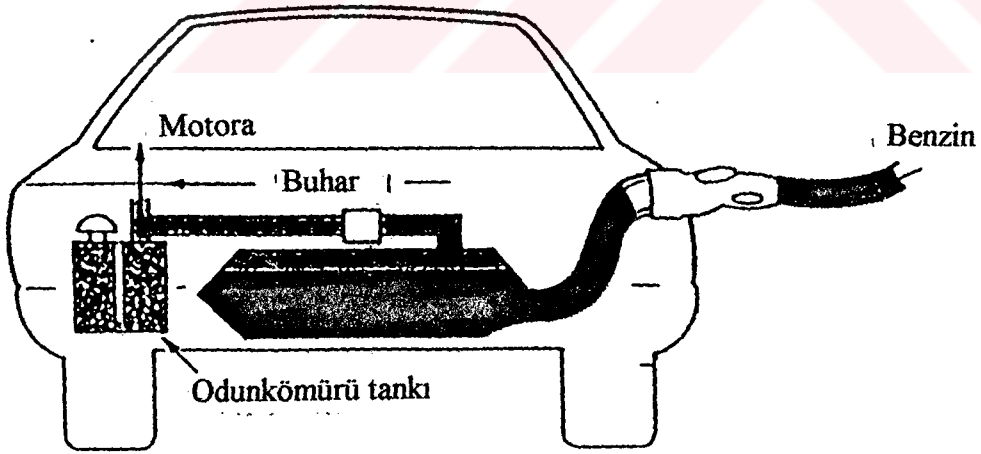
İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi ile ORVR karşılaştırıldığında birinin diğeri üzerine çok açık bir avantajı olmadığı söylenebilir.ORVR' ile geri kazanım uzun süreli fayda sağlamaktadır.Fakat bu sistemin tüm motorlu araçlara tatbiki bir hayli vakit alacaktır. İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi daha yaygın olup, sağladığı fayda ise kısa süreli olmaktadır (Şekil 3.13 ,14,15).

Şu anda ABD'de ORVR'nin yaygınlaştırılmasına dair çalışmalar yapılmaktadır.Bazı bölgelerde ORVR'i yerleşinceye kadar ikinci kademe buhar geri kazanım sisteminin kullanılmasına müsaade edilmiştir(Snelgrove,1990).

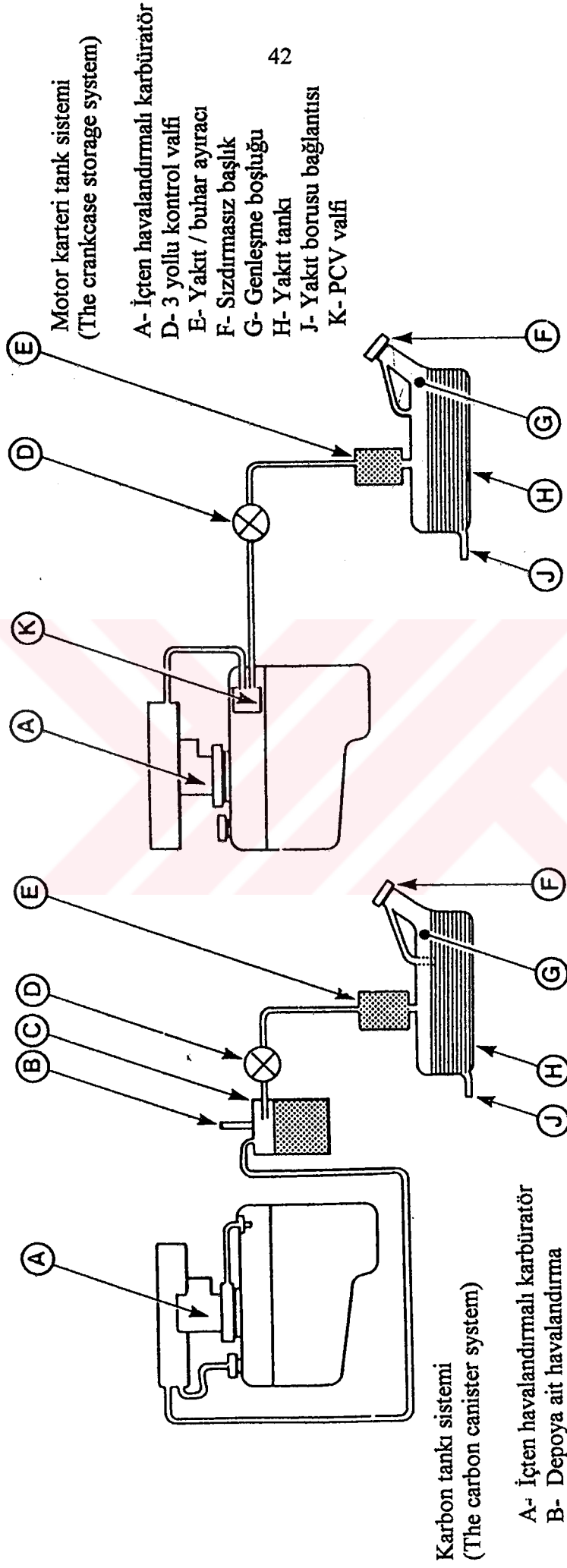




Şekil 3.13 İkinci kademe buhar geri kazanım sistemi, (Snelgrove, 1990)



Şekil 3.14 On Board buhar geri kazanım sistemi, (Snelgrove, 1990)



Şekil 3.15 Motorlu taşıtlarda bulunan buhar emisyonu sistemleri, (Ford Motor Company, 1981)

4. UYGULANAN YÖNTEM

4.1 Gerekli Verilerin Toplanması

4.1.1 İstanbul'un Nüfus – Taşıt Sayısı – Benzin İstasyonu Durumu

İstanbul'da mevcut benzin istasyonlarıyla ilgili bilgiler İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ruhsat Ve Denetim Müdürlüğü'nden , nüfus ve taşıt sayısına ait veriler ise İl Trafik Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

İstanbul'da ilk olarak 1954 yılında Beyoğlu'nda herbiri toplam 24 m³ kapasitede ve 12 tabancadan oluşan iki benzin istasyonu kurulmuştur. Bundan 9 yıl sonra 1963'te Eyüp'te toplam 24 m³ kapasitede ve 18 tabancası olan İstanbul'un 3. benzin istasyonu faaliyete geçmiştir. 1969'un sonunda ise İstanbul'da toplam benzin istasyonu sayısı 16 olup, toplam depo kapasitesi 556 m³'e ulaşmıştır. Bu benzin istasyonlarının toplam depo kapasitesi (Toplam depo kapasitesi:süper + normal + kurşunsuz benzin deposu) 24 veya 48 m³, tabanca sayıları ise 12 ya da 18 adettir. 1960'larda İstanbul'un Bakırköy, Beşiktaş, Beykoz, Kadıköy, Üsküdar ve Zeytinburnu ilçelerinde benzin istasyonu bulunmaktadır.

1970-1980 yıllarında İstanbul'da toplam istasyon sayısı 59, toplam depo kapasitesi ise 1803 m³ olmuştur. Bu tarihlerde inşa edilen benzin istasyonlarının büyük bir çoğunluğu 24 veya 48 m³ bazı depoların kapasitesi ise 12, 44 ve 64 m³ tabanca sayısı ise 12 veya 18 adettir. Bunun yanısıra 4, 6 ve 10 tabancaya sahip istasyonlar da vardır.

1990'ın başında İstanbul'da toplam 5321 m³ kapasitede 214 istasyon olmuştur. Bu dönemde İstanbul'un bütün ilçelerinde benzin istasyonu bulunmakta olup, depo kapasiteleri genelde 24 m³'tür. Bunun yanı sıra 12, 15,18,32, 36, 60, 80 m³ depo kapasitesine sahip istasyonlar da görülmektedir. Bu depoların tabanca sayıları 12 ya da 18'dir. Ayrıca tabanca sayısının 4, 6, 9, 10, 14, 16 ve 30 olduğu istasyonla da mevcuttur.

Özellikle 1980 yılından sonra İstanbul'a olan yoğun göçler neticesinde artan nüfusla birlikte motorlu taşıt sayısı ve dolayısıyla benzin istasyonu sayısında da büyük bir patlama olmuştur. (Şekil 4.1,2,3). Nüfus – petrol istasyonu ve motorlu taşıt sayısındaki artışın yıllara göre durumuna dikkat edilirse 1980' den sonra bu 3 değerde de açık bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 4.4).

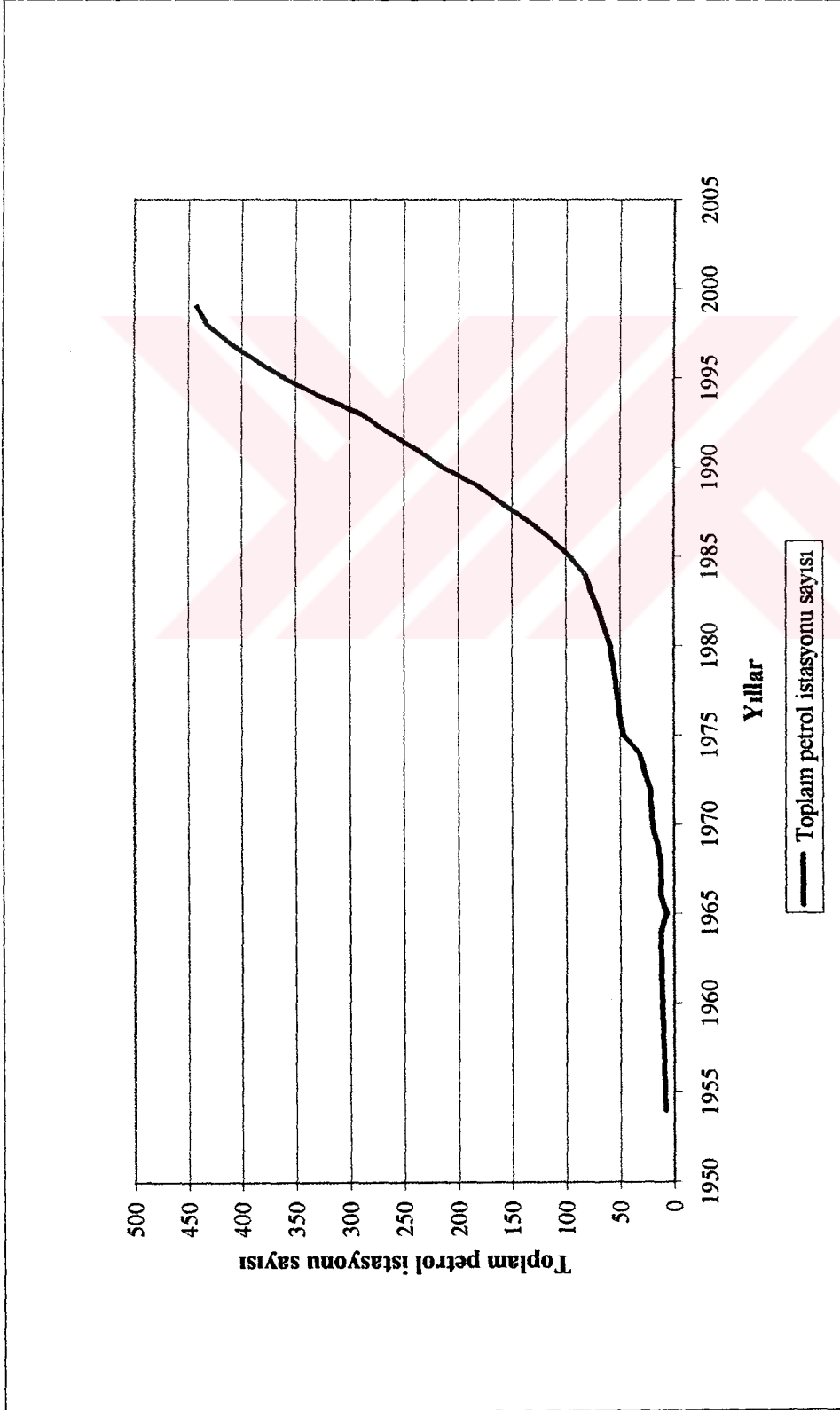
1999'un sonlarında ise İstanbul'da toplam 11486 m³ hacminde 442 adet istasyon bulunmaktadır. Depo kapasiteleri ise genellikle 24, 36 ve 48 m³ olup, tabanca sayıları ise 12 veya 18'dir. Şu anda İstanbul'da en büyük depo kapasitesine sahip ilçe Pendik olup, 28 benzin istasyonunun toplam depo kapasitesi 888 m³'tür. Pendik'ten sonra ise sırasıyla 751 m³'te Kadıköy, 646 m³'te Gaziosmanpaşa, 645 m³'te Üsküdar, 628 m³'te Şişli gelmektedir. Eminönü ise 138 m³ ile en az depo hacmi kapasitesine sahip olan ilçedir (Şekil 4.5).

Asya yakasında bulunan 8 ilçede toplam 162 petrol istasyonu bulunmakta olup, toplam depo hacmi ise 4341 m³'tür. Asya yakasındaki benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif değerleri Şekil 4.6 'da görülmektedir . Avrupa yakasında bulunan 18 ilçede toplam 280 petrol istasyonu bulunmakta olup, toplam depo hacmi ise 7145 m³'tür. Avrupa yakasındaki benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif değerleri Şekil 4.7 'de görülmektedir. İstanbul'un Avrupa yakası hem nüfus hem de benzin istasyonu sayısı bakımından Asya yakasına nisbeten daha yoğundur.

Benzin İstasyonlarında depolar genelde yeraltına inşa edilmiş olup, 3 adet ayrı türde benzin ihtiva etmekte ve genelde üçü de eşit hacimde olmaktadır. Bu depolar ; süper, normal ve kurşunsuz benzin ihtiva ederler. Sayıları az olmakla beraber bazı istasyonlarda kurşunlu benzin deposu bulunmaktadır. Depoların kapasiteleri ile tabanca sayıları arasında da doğrudan bir ilişki yoktur.

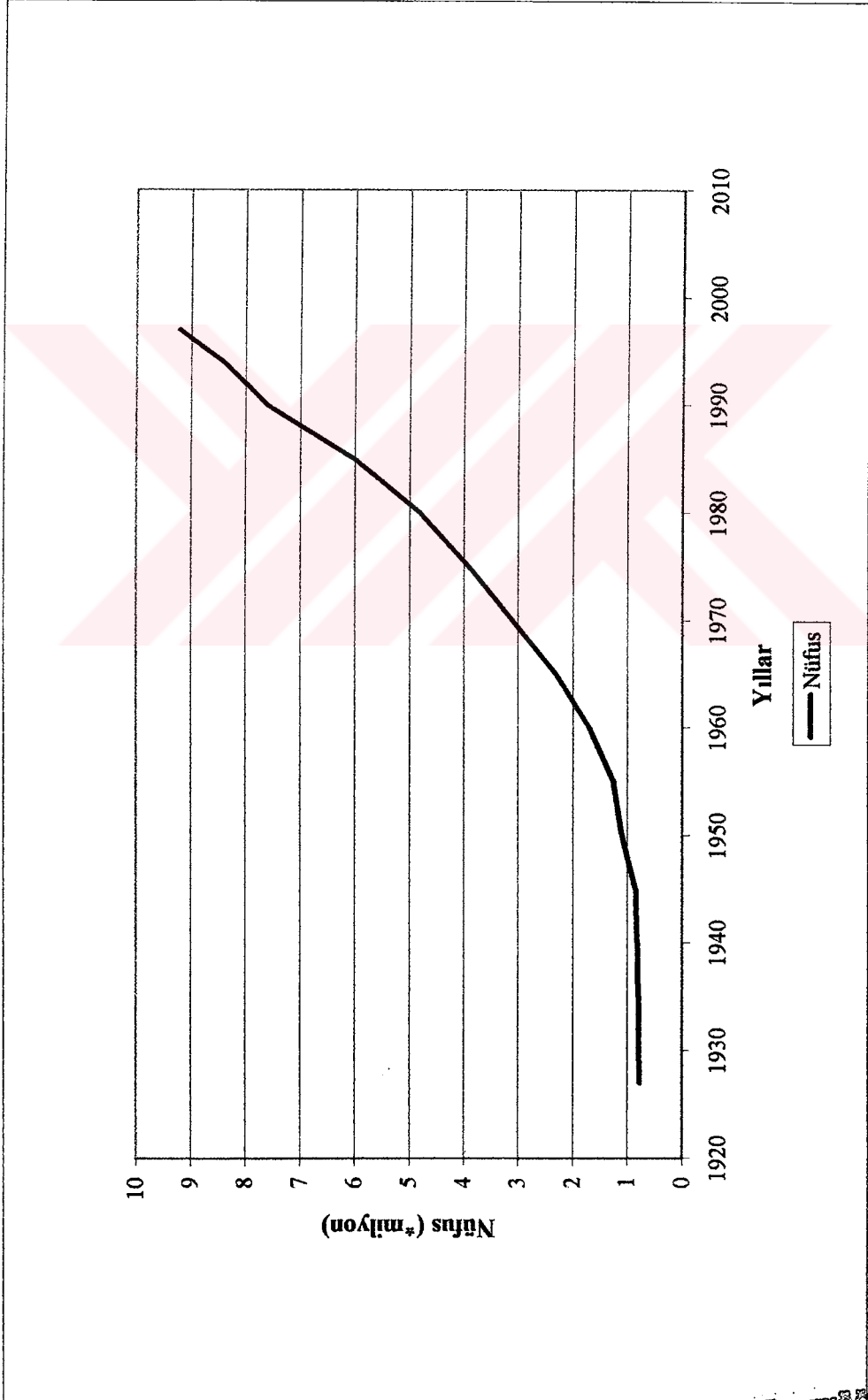
Yıl	* T.P.I.S.
1954	8
1963	12
1964	12
1965	7
1966	12
1968	12
1969	16
1970	20
1971	21
1972	22
1974	32
1975	47
1976	50
1977	52
1978	54
1979	56
1980	59
1981	64
1982	70
1983	76
1984	82
1985	96
1986	113
1987	135
1988	160
1989	183
1990	214
1991	237
1992	266
1993	289
1994	328
1995	360
1996	387
1997	412
1998	432
1999	442

* Toplam petrol istasyonu sayısı



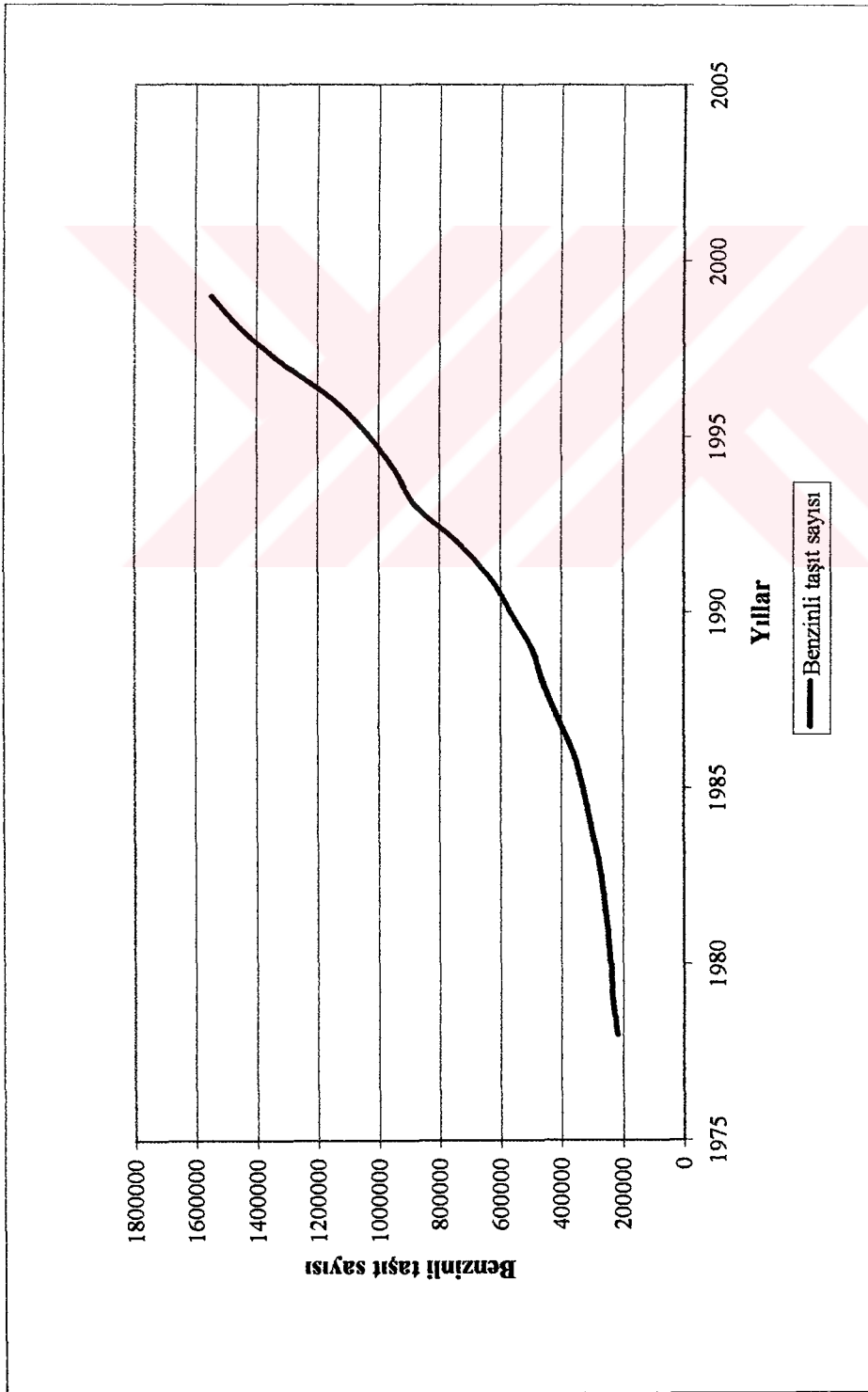
Şekil 4.1 İstanbul'da petrol istasyonu sayısındaki artışın incelenmesi

Yıllar	Nüfus (milyon)
1927	0,78
1935	0,8
1940	0,82
1945	0,85
1950	1,1
1955	1,25
1960	1,7
1965	2,3
1970	3,1
1975	3,9
1980	4,8
1985	6
1990	7,6
1994	8,4
1997	9,2

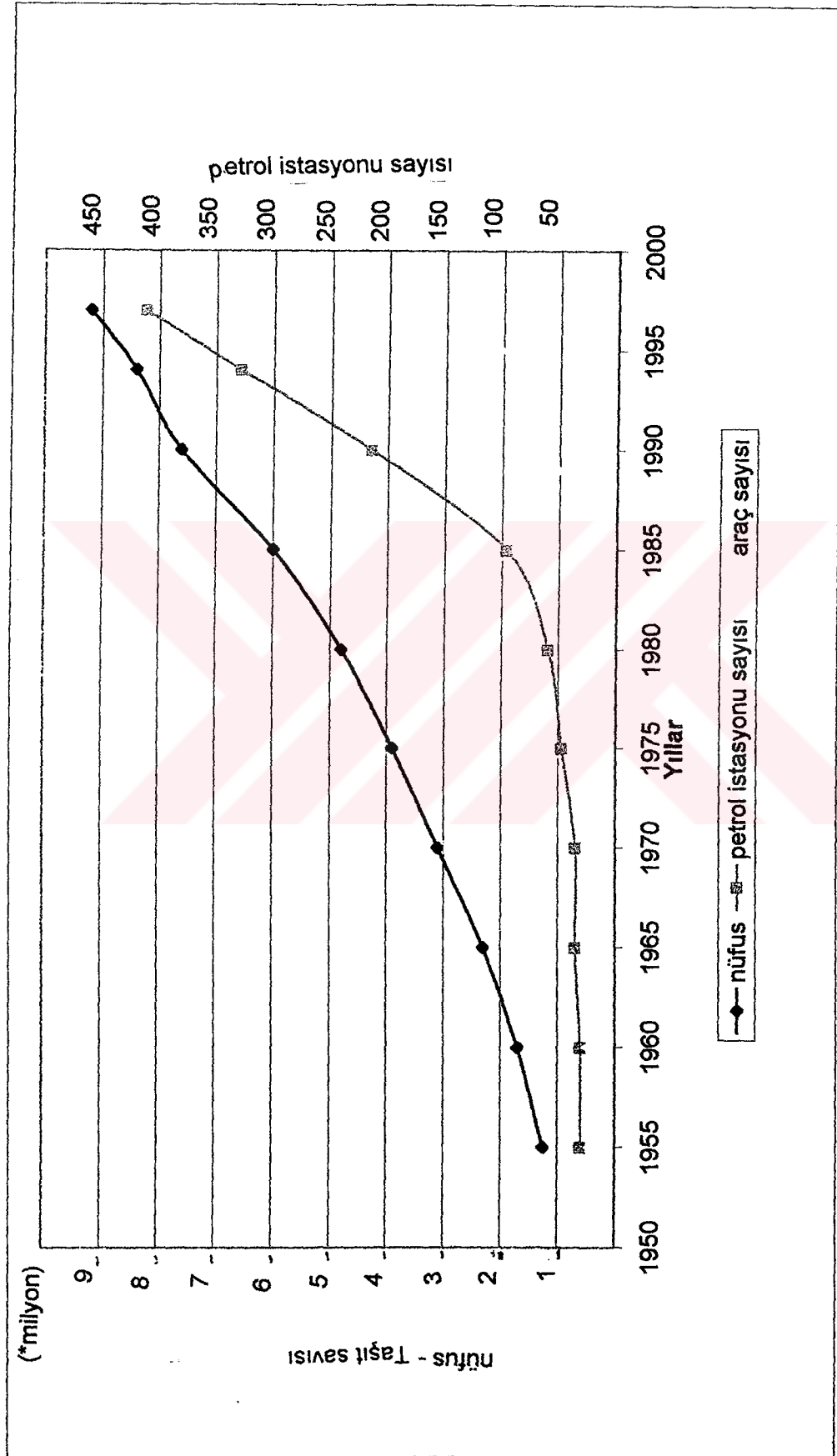


Şekil 4.2 İstanbul'da nüfus artışının incelenmesi

Yıllar	Ben. taşı. say.	Yıllık % artış
1978	216049	7,5
1979	232310	3,08
1980	239481	3,9
1981	248782	5,3
1982	262017	6,5
1983	279174	8,4
1984	302655	8,6
1985	328698	9,9
1986	361500	13,2
1987	409146	12,3
1988	459699	8,2
1989	497457	13,7
1990	565794	12,03
1991	633893	16,6
1992	739125	18,7
1993	877593	7,6
1994	944061	8,7
1995	1026554	11,1
1996	1141145	14,2
1997	1303683	10,5
1998	1441181	7,4
1999	1548006	

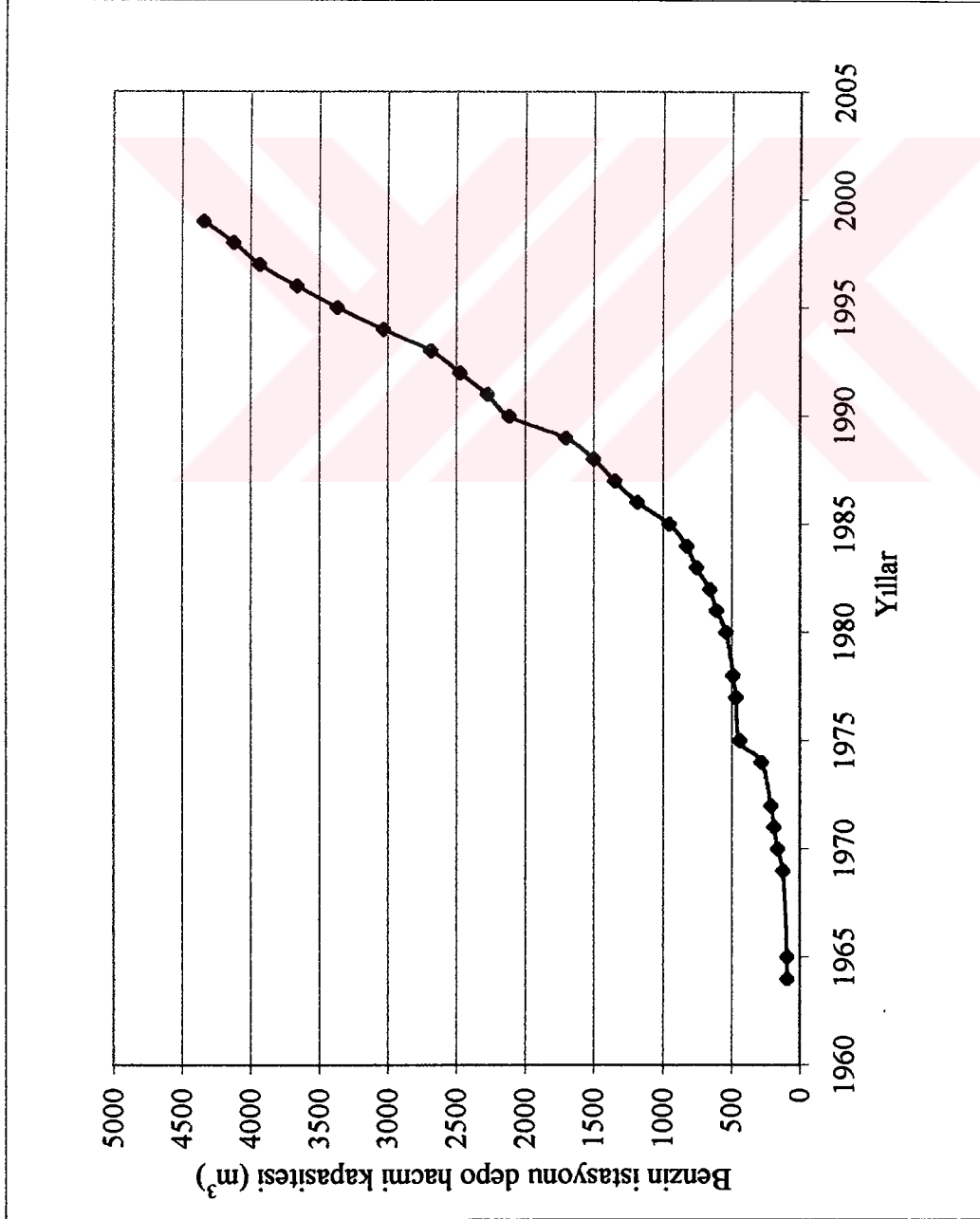


Şekil 4.3 İstanbul'da benzinli taşıt sayısındaki artışın incelenmesi



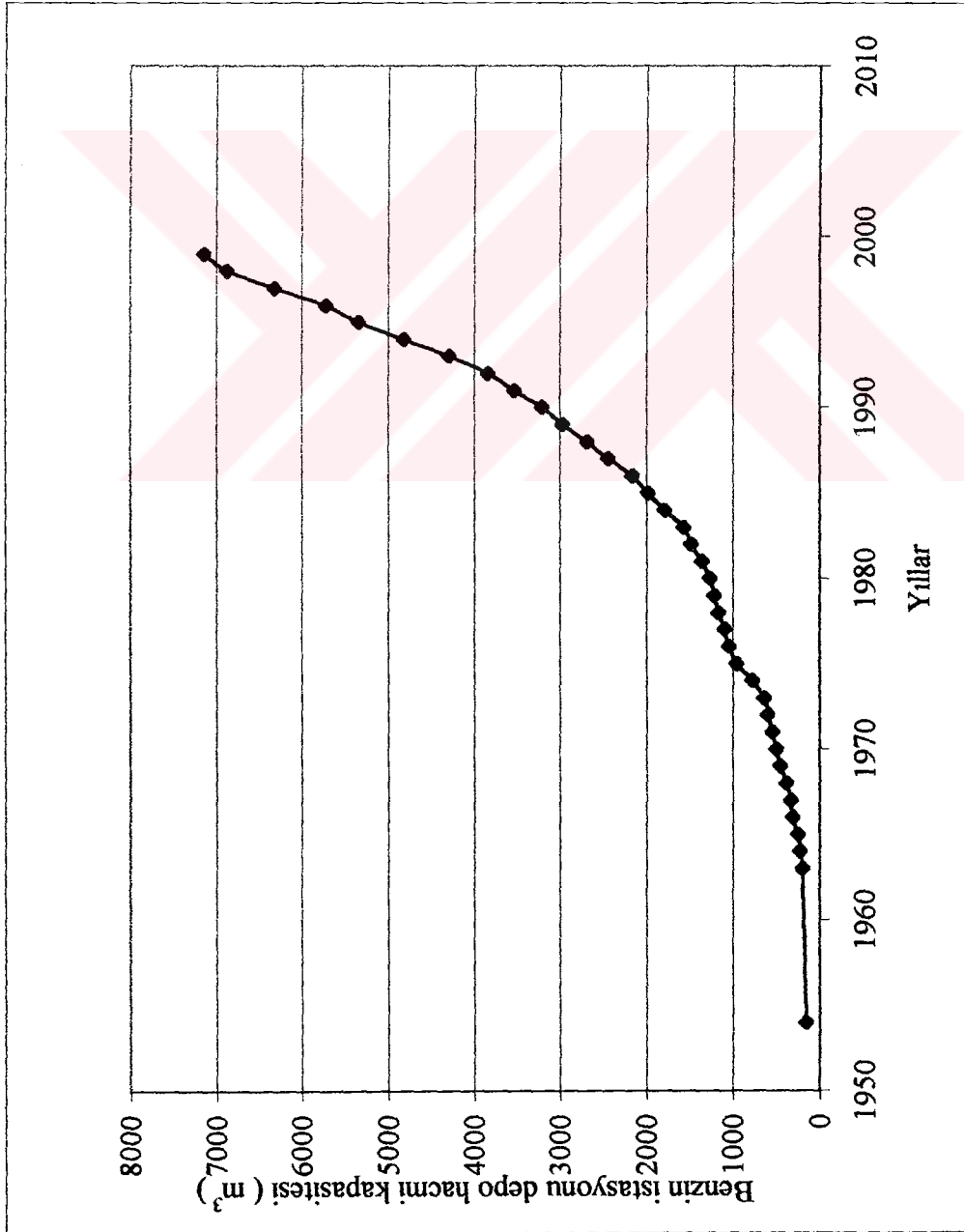
Şekil 4.4 İstanbul'un nüfus-petrol istasyonu ve araç sayısındaki değişimin yıllara göre birlikte incelenmesi

Yıllar	Benzin istasyonu depo hacmi kapasitesi (m ³)
1964	24
1965	60
1969	100
1970	164
1971	188
1972	212
1974	284
1975	442
1977	466
1978	490
1980	538
1981	610
1982	658
1983	754
1984	826
1985	952
1986	1184
1987	1346
1988	1502
1989	1706
1990	2115
1991	2275
1992	2473
1993	2685
1994	3030
1995	3364
1996	3660
1997	3934
1998	4125
1999	4341

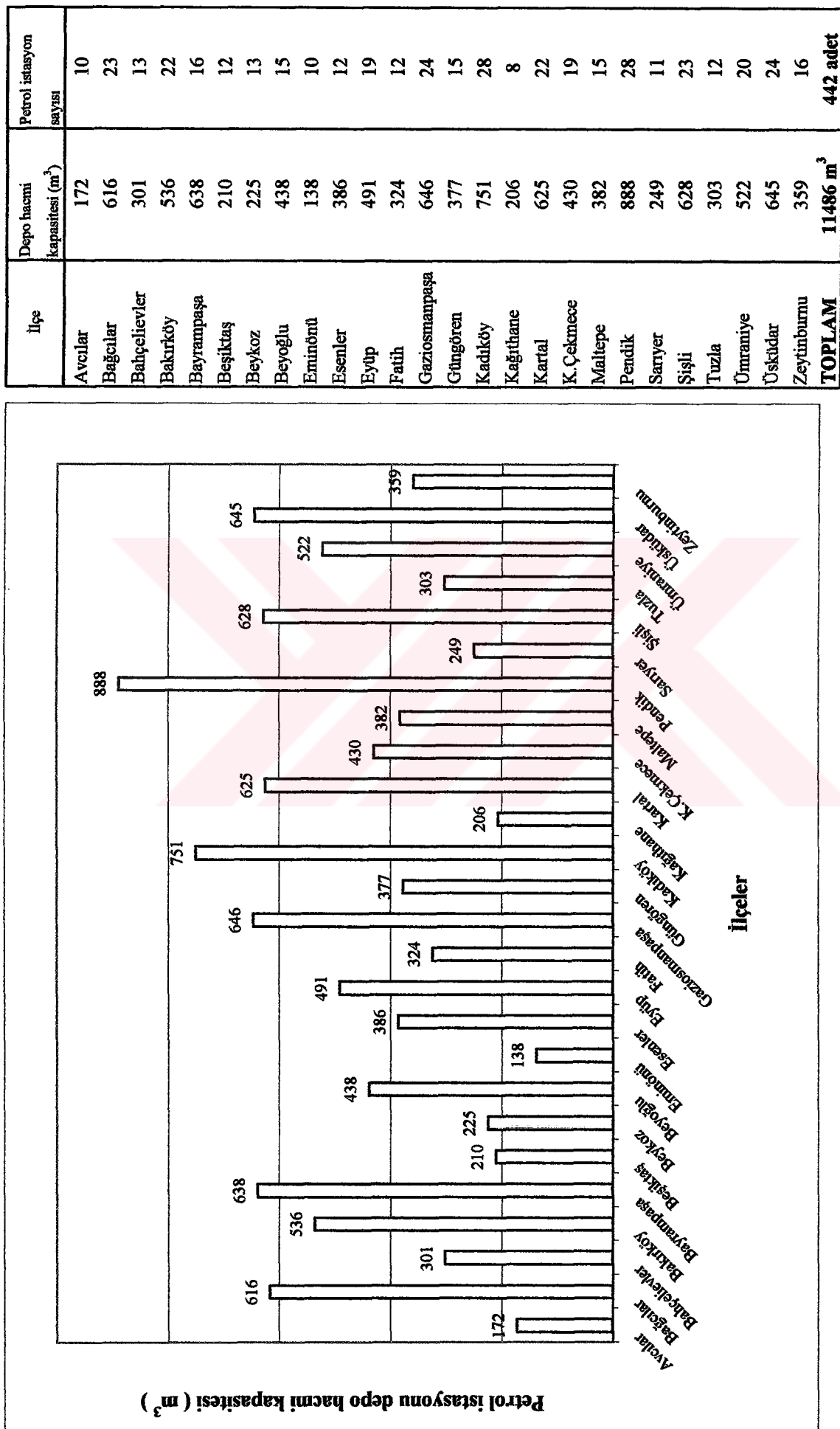


Şekil 4.5 Asya yakasında bulunan benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif dağılımı

Yıllar	Benzin istasyonu depo hacmi kapasitesi (m ³)
1954	48
1963	72
1964	120
1965	216
1966	312
1967	336
1968	384
1969	456
1970	504
1971	552
1972	600
1973	648
1974	780
1975	959
1976	1049
1977	1097
1978	1169
1979	1217
1980	1265
1981	1361
1982	1481
1983	1565
1984	1792
1985	1987
1986	2162
1987	2441
1988	2684
1989	2974
1990	3206
1991	3530
1992	3838
1993	4292
1994	4823
1995	5341
1996	5721
1997	6327
1998	6879
1999	7145



Şekil 4.6 Avrupa yakasında bulunan benzin istasyonları depo hacmi kapasitelerinin yıllara göre kümülatif dağılımı



Sekil 4.7 İstanbul'un ilçelerinin petrol istasyonları depo hacmi kapasitesilerinin durumu

4.1.2 İstanbul'da Tüketilen Benzin Miktarının Tesbiti

Kabul yöntemi:

İstanbul'da 2000 yılının başlangıcı itibariyle mevcut taşıt sayısı: 2,064,008'dir (İl Trafik Müdürlüğü, 2000).

Taşıtların % 75'inin benzinli araç olduğu kabul edilirse toplam benzinli taşıt sayısı;

$$(2,064,008) * (0,75) = 1,548,006$$

Bu taşıtların % 50'sinin trafikte olduğu kabulüyle;

$$(1,548,006) * (0,50) = 774,003 \text{ trafikteki taşıt sayısıdır.}$$

Bir taşıtın günde 75 km. mesafe katettiği ve 10 km.de 1 litre benzin harcadığı düşünülürse;

$$(774,003) * (75 \text{ km/gün}) * (1 \text{ lt}/10 \text{ km}) = 5805 \text{ m}^3/\text{gün} = 4237 \text{ ton/gün}$$

$$(4237 \text{ ton/gün}) * (365 \text{ gün/yıl}) = 1,546,505 \text{ ton/yıl}$$

Devlet İstatistik Enstitüsünden alınan veriler yardımıyla:

Kabul yönteminin kontrolü maksadıyla 1999 yıl sonu itibariyle İstanbul'da tüketilen benzin miktarıyla ilgili datalar DİE'ten temin edilmiştir (Ek-4). Buna göre;

$$\text{Kurşunsuz benzin miktarı: } 434,572 \text{ ton/yıl} = 560739 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Süper benzin miktarı: } 499,861 \text{ ton/yıl} = 670954 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{Normal benzin : } 262,028 \text{ ton/yıl} = 356501 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$\text{TOPLAM: } 1,196,461 \text{ ton/yıl} = 1,588,194,000 \text{ lt/yıl}$$

$$= 661,747,500 \text{ lt}/5 \text{ ay}$$

$$= 4,351,216 \text{ lt/gün benzin tüketilmiştir.}$$

İstanbul'da ortaya çıkan benzin buharı emisyon miktarlarının tesbitinde istatistiksel verilerden elde edilen toplam benzin miktarları kullanılmıştır. Şöyle ki;

İstanbul'da 442 adet benzin istasyonu mevcut olup her istasyonda 3 ayrı depo (süper+normal+kurşunsuz benzin deposu olmak üzere) bulunmaktadır.

$$\text{Toplam depo sayısı; } (442) * (3) = 1326 \text{ adet}$$

$$\text{İstanbul'un toplam depo kapasitesi } 11486 \text{ m}^3$$

$$\text{Herbir deponun ortalama hacmi: } (11486)/(1326) = 8,7 \text{ m}^3 = 8700 \text{ lt.}$$

$$\text{İstanbul'da depolara; } (661,747,500 \text{ lt})/(11,486,000 \text{ lt}) = 58 \text{ defa/ } 5 \text{ ay ve,}$$

$$1 \text{ yılda ise depolara ; } (1,588,194) / (11486 \text{ m}^3) = 138 \text{ defa/yıl besleme yapılmaktadır}$$

$$1 \text{ depoda } 5 \text{ ayda tüketilen benzin miktarı; } (58) * (8,7) = 504.6 \text{ m}^3 \text{ tür.}$$

4.1.3 İstanbul'da Toprak ve Hava Sıcaklığı Durumu

İstanbul'un hava ve toprak sıcaklığına dair bilgiler, Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden alınmıştır. Meteoroloji İstasyonlarına ait datalar 40 – 50 yıllık bir rasat süresi sonunda elde edilen ortalama değerlerdir.

Kartal , Göztepe ve Florya'da bulunan meteoroloji istasyonlarından alınan aylar bazında toprak sıcaklığının toprağın kalınlığına göre durumu Çizelge 4.1'de görülmektedir. Benzin buharı emisyon kütlesi hesaplamalarında baz alınan toprak sıcaklığı değerleri Kartal, Göztepe ve Florya istasyonlarına aittir. İstanbul'da benzin istasyonlarında depolar yere gömülü olduğundan hesaplamalarda depodaki benzinin sıcaklığı toprağın 50 cm. derinliğindeki sıcaklık olarak kabul edilmiştir. Buna göre Mayıs-Eylül ayları arasında 50 cm. toprak derinliğindeki ortalama sıcaklık 22 °C'dir. Bu değer yer altı depo tankından kaynaklanan benzin buharı emisyon miktarı hesaplamalarında kullanılacaktır.

Tanker depolarından kaynaklanan benzin buharı emisyon miktarı hesaplamalarında ise Sarıyer, Kartal, Göztepe ve Florya meteoroloji istasyonlarından alınan ve Mayıs- Eylül ayları arasındaki ortalama hava sıcaklığı değerlerinin ortalaması olan 23 °C alınmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1 Toprak kalınlığına bağlı olarak sıcaklığın aylara göre değişiminin incelenmesi

Meteoroloji istasyonu	Toprak kalınlığı (cm)	Aylara Göre Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C)											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
FLORYA	5	5,2	5,8	8	13,6	20	25,2	27,6	26,6	22,1	16,4	11,4	7,5
	10	5,7	6,2	8,5	13,9	20	25	27,2	26,6	22,2	16,7	11,9	8,1
	20	5,6	5,9	8	13,2	18,9	23,7	26	25,6	21,8	16,6	11,8	8
	50	7,8	7,4	8,4	12,4	17,1	21,6	24,3	24,8	22,5	18,5	14,3	10,3
	100	10	9	9,4	12	15,4	19,1	21,9	23	22,3	19,6	16,2	12,8
GÖZTEPE	5	5,1	5,8	8,2	14,4	20,9	26,4	28,7	27,6	22,6	16,1	11	7,1
	10	5,4	5,9	8,3	14,2	20,3	25,4	27,8	27,1	22,3	16,1	11,3	7,6
	20	5,5	5,8	7,9	13,4	19,4	24,1	26,7	26,2	21,9	16,1	11,4	7,8
	50	8	7,5	8,8	12,7	17,5	22,3	25,2	25,5	22,7	18,3	14,1	10,2
	100	10	9,1	9,4	11,8	15	18,6	21,6	22,5	21,6	19	15,8	12,6
KARTAL	5	5,7	6,9	9,4	15,1	21,2	27	29,2	28,1	23,8	16,6	11,1	7,5
	10	5,9	7	9	14,6	20,6	26,3	29,1	28,1	23,8	16,8	11,6	7,8
	20	6	6,8	8,8	13,7	19,2	24,5	27,4	26,7	22,8	16,8	11,7	8,2
	50	7,9	7,8	9,1	13,3	18	23,2	26,5	26,6	24,2	18,8	12,5	10
	100	9,6	9,1	9,7	12,7	16,4	20,8	24,1	25,2	23,7	19,9	15,4	12,1

Çizelge 4.2 Hava sıcaklığındaki değişimin aylara göre incelenmesi

Meteoroloji istasyonu	Hava sıcaklığı (°C)	Hava Sıcaklığı (°C)											
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
SARIYER	Min.	-11	-8,4	-5,8	-1,4	3	8,5	12,5	10,5	7,1	0,6	-1,2	-7
	Ort.	5,5	5,6	6,7	10,8	15,4	20	22,3	22,5	19,6	15,4	11,7	8,2
	Max.	22	23,1	27,4	31,1	34,5	37,7	36,2	39,6	36,6	32,2	26,4	22,6
FLORYA	Min.	-12,6	-10	-9,6	-0,4	2,6	8,4	12	11,4	6,7	1,8	-4,8	-11,5
	Ort.	5,3	5,5	6,9	11,1	15,9	20,6	23,2	23,1	19,7	15,4	11,5	8
	Max.	19,4	21	26,6	28	33,2	38,2	37	38,6	38,8	30,2	26,7	20
GÖZTEPE	Min.	-13,9	-16,1	-11,1	-2	2,8	7,1	10,6	10,2	8	2,2	-7,2	-10,8
	Ort.	5,6	5,6	7,1	11,6	16,4	20,8	23,2	23,2	19,7	16,5	11,6	8
	Max.	21,7	24	26,8	32,7	34,1	39,2	39,2	40,5	37,5	34,2	26,4	21,5
KARTAL	Min.	-6,8	-9	-5,6	0,2	4,8	9,8	13,6	14,3	7,7	3,3	-2	-4,2
	Ort.	6,4	6,8	8	12,6	17,1	21,6	23,9	23,7	20,8	16,3	12,2	8,8
	Max.	20,2	24,8	25,1	30,7	33,8	37,9	39,3	40	34,7	32,4	26,4	21,7

4.2 Benzin İstasyonu Yer altı Depo Tankında Meydana Gelen Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması

Benzin istasyonlarında benzin buharı emisyonu:

- Yakıt besleme metodu ve hızına
- Deponun yapısına
- Benzinin sıcaklığına ,buhar basıncına ve bileşenine bağlıdır.

Benzin istasyonlarında depo tankının beslenmesi sırasında meydana gelen emisyon miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanabilir,(+ %30 hata ile) (EPA, 1995)

$$L_L = 12,46 \frac{SPM}{T} \quad (4.1)$$

L_L = Sıvının yükleme kaybı ,lb/10³ gal
(0,12 * L_L), g/lt

S = Sıvı seviyesinin üstündeki buhara ait doygunluk faktörü (Çizelge 4.3)

P = Depodaki benzinin gerçek buhar basıncı (psia). Şekil 4.11'deki nomogram yardımıyla tespit edilir.

M= Benzin buharının molekül ağırlığı ,(gr/gr-mol)

T = Depodaki sıvının sıcaklığı, °R(°F +460)

Kontrollü yapılan yükleme sırasında ortaya çıkan emisyonlar; Denklem (4.1) 'de hesaplanan kontrolsüz emisyon oranı ile tüm azaltma verimi çarpılarak hesaplanır.

$$\left(1 - \frac{eff}{100} \right)$$

Burada azaltma verimi; toplama sisteminin buharları yakalama verimini, kontrol verimini ve kontrol ekipmanının da verimini kapsamaktadır.Yükleme emisyonlarını azaltma yöntemleri ; alternatif yükleme metodlarını geliştirmek ve buhar geri kazanım ekipmanının uygulanmasını sağlamaktır.Benzin istasyonunda depo tankından kargo tankına geri çevrilen buharlar daha sonra yükleme terminaline geri taşınır.Burada; soğutma, absorpsiyon, adsorpsiyon ve/veya kompresyon yöntemleriyle geri kazanılır.Geri kazanılan ürün depolanır . Buharlar aynı zamanda termal bir oksidasyon ünitesinde oksitlenme ile kontrol edilebilir. Fakat bu sistemde

geri kazanma olmamaktadır. Geri kazanım ünitelerinin kontrol verimi % 90-99 civarındadır (Petroleum Industry, 1/95).

Çizelge 4.3 Doygunluk faktörü (S), (Petroleum Industry, 1/95)

Emisyon Kaynağı	İşletme Modeli	"S" Faktörü
Yer altı Deposu	Sıçratmalı besleme	1,45
	Sıçratmalı besleme-Buhar denge kontrollü	1,00
	Daldırmalı besleme	0,60
	Daldırmalı besleme- Buhar geri kazanımlı	1,00
Tanker Deposu	Sıçratmalı besleme-Belirli normal servis tankeri	1,45
	Sıçratmalı besleme-Buhar denge kontrollü	1,00
	Daldırmalı besleme-Belirli normal servis tankeri	0,60
	Daldırmalı besleme- Buhar geri kazanımlı	1,00
	Daldırmalı besleme	0,50

Emisyon kütlelerinin hesaplanmasında ;

$$M_E = F_{1bar} * V * P * D \quad (4.2)$$

denklemini kullanılır (Kaynak: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume1: Stationary Point and Area Sources (AP-42, 1998), Chapter 5, Section 2, Transportation and Marketing of Petroleum Liquids). Bu denklemde;

M_E : Belirtilen zaman periyodunda ortaya çıkan emisyon miktarıdır. (ton)

F_{1bar} : Gerçek buhar basıncının 1 bar olması durumundaki emisyon faktörüdür.

V : Belirtilen zaman periyodunda tüketilen benzin miktarıdır. (milyon-litre)

P : Gerçek buhar basıncı, (TVP , bar).

D : Yoğunluk faktörüdür. Benzin için 1 alınır.

4.3 Tanker Depolarında Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması

Dolum tesislerinde tanker deposu benzinle beslenirken depoda mevcut benzin buharları atmosfere kaçabilmektedirler. Buhar emisyonlarının tesbitinde aynen yeraltı depo tanklarında olduğu gibi yöntem takip edilebilir, şöyle ki;

Yükleme kaybının hesaplanmasında Denklem (4.1) kullanılır.

Emisyon kütlesi hesaplamasında ise;

$$M_E = F_{Ibar} * V * P * D \quad (4.3)$$

denklemini kullanılır . Burada ;

$V = (m^3 * 1000)$ olarak alınır.

4.4 Motorlu Taşıtlarda Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması

Taşıtların yakıt tankının benzinle beslenmesi sırasında atmosfere kaçan benzin buhar miktarı; benzinin sıcaklığına, aracın depo tankı sıcaklığına, benzinin RVP'ına ve dağıtım oranına (dispensing rate) bağlıdır.Araçlar benzinle beslendiği zaman hiçbir kontrolün yapılmaması halinde ortaya çıkan emisyon miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (AP-42 ,1998).

$$E_R = 264.2 \left[(-5.909) - 0.0949 (T) + 0.0884 (T_D) + 0,485 (RVP) \right] \quad (4.4)$$

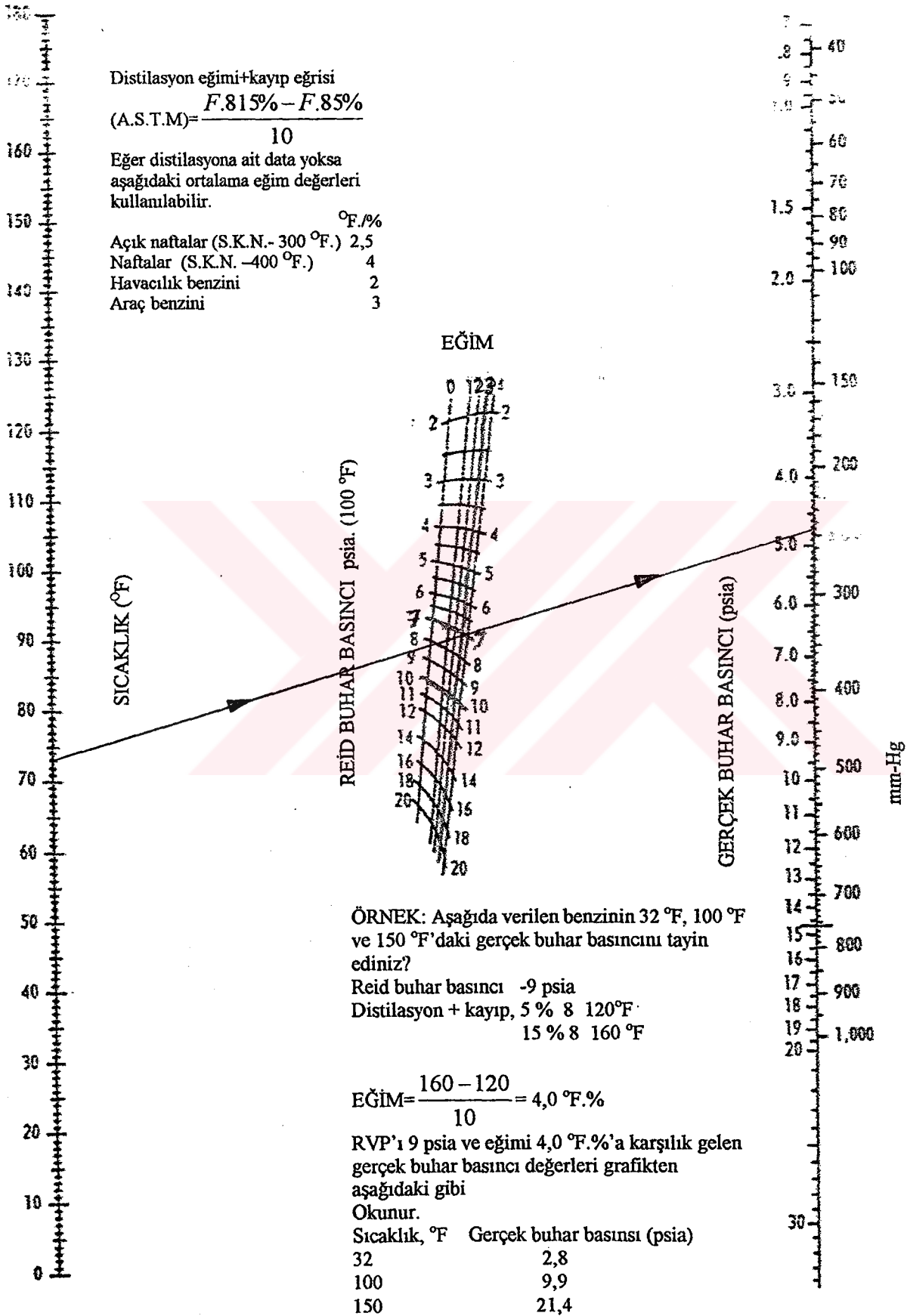
Burada;

E_R = Aracın benzinle beslenmesi sırasında meydana gelen kayıp. (mg/lit)

T = Taşıt deposundaki yakıt sıcaklığı ile dispense olmuş yakıtın sıcaklığı arasındaki fark.(°F)

T_D = Dispense olmuş yakıtın sıcaklığı(°F)

RVP = Reid buhar basıncı. (psia)



Şekil 4.8 Benzinin buhar basıncı,(Armistead, Washington, 1959)

5. BULGULAR

5.1 Yer altı Depo Tankına Dair Bulgular

İstanbul'da bulunan benzin istasyonları yer altı depo tanklarının beslenmesi sırasında atmosfere kaçan benzin buharı emisyon miktarının hesaplanmasında aşağıdaki yol takip edilmiştir;

Öncelikle benzin istasyonu depo tankında meydana gelen benzin buharı yükleme kaybı hesabı yapılır ve bunun için Denklem (4.1)'ten istifade edilir.

$$L_L = 12,46 \frac{SPM}{T}$$

Bu denklemde yer alan S,P,M ve T değerleri şöyle tespit edilir:

S: Benzin buharının doygunluk faktörüdür

Bu değer, yer altı depo tankını besleme metoduna göre değişmektedir. Sıçratmalı beslemede 1,45 ,daldırmalı beslemede ise 1 olarak alınır (Çizelge 4.1).

P: Benzinin gerçek buhar basıncı değeridir, (psia)

Türkiye'de üretilen benzinin Reid buhar basıncı 7-10 psia arasında değişmektedir. Gerçek buhar basıncının tespitinde Şekil 4.8'den faydalanılır. Burada benzin için eğim değeri 3 olarak kabul edilmiştir. 23 °C sıcaklık ve RVP'ın 7,8,9 ve 10 psia olması durumunda tespit edilen gerçek buhar basıncı değerleri Çizelge 5.1'de görülmektedir. İstanbul genelinde en çok görülen sıcaklık değerlerinde benzinin gerçek buhar basıncı ve diğer özelliklerine ait bilgi Çizelge 5.2'de görülmektedir.

M: Benzin buharının molekül ağırlığıdır (Çizelde 5.1).

T: Benzinin depo içindeki sıcaklık değeridir, °R(°F+460)

Benzin istasyonlarında depo tankları genelde yere gömülüdür. Bu nedenle benzinin depo içindeki sıcaklık değeri olarak toprak ısısının ortalama sıcaklığı alınmıştır. Ortalama toprak sıcaklığı ise; Florya, Göztepe ve Kartal meteoroloji istasyonlarından alınan Mayıs- Eylül ayları arasında toprağın 50 cm. derinliğindeki sıcaklık değerlerinin (Çizelge 4.1) ortalaması olup, 23 °C (533 °R)'dir (Çizelge 5.1)

Bu verilere göre hesaplanan yükleme kaybı (L_L) değerleri Çizelge 5.1 'dedir. Yine Çizelge 5.1 'de daldırmalı besleme ile birlikte buhar geri kazanımlı ve verimliliğin % 95 olması durumundaki yükleme ve nefeslik kayıpları da görülmektedir.

Benzin buharı emisyon miktarının hesaplanmasında ise,

$$M_E = F_{1bar} * V * P * D \quad (4.2)$$

denklemini kullanılmıştır. Bu denklemde;

F_{1bar} : Gerçek buhar basıncının 1 bar olması durumundaki yükleme kaybı değeridir.

Çizelge 5.1'de hesaplanan yükleme kaybı değerleri F_{1bar} 'ın hesaplanmasında kullanılır. F_{1bar} 'ın tespitiyle P'nin herhangi bir değeri için emisyon kütlesinin hesaplanması kolaylaşacaktır. Şöyle ki:

Çizelge 5.1'de ;Yer altı depo tankının sıçratmalı beslenmesi durumunda, RVP 7 psia ve gerçek buhar basıncı (P) = 4.6 psia = 0,32 bar ve hesaplanan yükleme kaybı değeri (L_L) = 1284 mg/lit ise bu durumda F_{1bar} :

$$F_{1bar} = \frac{1}{0,32} * (1,284) = 4,01 \text{ mg/lit'dir.}$$

V : Herbir ilçede, belirlenen zaman periyodunda tüketilen benzin miktarıdır (milyon-lit).

Hesaplamalarda DİE'den temin edilen 1 gün, 5 ay ve 1 yıl periyotlarında tüketilen benzin miktarları dikkate alınmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki Avcılar örneğinde olduğu gibi yapılmıştır, şöyle ki:

İstanbul'da 1 yılda tüketilen benzin miktarı : 1,588,194 m³/yıl

İstanbul'un toplam benzin istasyonu kapasitesi : 11486 m³

Avcılar'ın toplam depo kapasitesi: 172 m³

Avcılar ilçesinde 1 yılda tüketilen benzin miktarı;

$$=(138 \text{ defa/yıl}) / (172) = 23,90 \text{ lt/yıl}$$

P : Gerçek buhar basıncı, (bar)

P değeri ise benzin'in 23 °C'de RVP 7,8,9 ve 10 'a mukabil gelen gerçek buhar basıncı değerleridir. Çizelge 5.1'de görülmektedir.

D ise yoğunluk faktörü olup, benzin için 1'dir.

İstanbul'un Asya ve Avrupa yakasında toplam 26 ilçede bulunan yer altı depo tanklarından çıkan benzin buharı emisyon miktarları; sıçratmalı, daldırmalı ve buhar geri kazanımlı hallerin her biri için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 5.3-5.8).

Çizelge 5.1 İstanbul'da benzin istasyonu yeraltı depo tankında meydana gelen yükleme kayıplarının besleme türüne göre incelenmesi

RVP (psia)	7	8	9	10
P (psia)	4,6	5,3	6	6,8
M (g/g-mol)	68	67	66	66
T (°R)	533	533	533	533
Sıçratmalı besleme L_L (lb/10 ³ gal) (mg/lt)	10,7 (1284)	12 (1440)	13.42 (1610)	15.21 (1825)
Daldırmalı besleme L_L (lb/10 ³ gal) (mg/lt)	7,4 (888)	8,3 (996)	9,3 (1116)	10,5 (1260)

Buhar geri kazanımlı ve verimlilik % 95 olması durumu

L_L (lb/10 ³ gal) (mg/lt)	0,37 (44)	0,41 (50)	0,46 (56)	0,52 (63)
--	-------------	-------------	-------------	-------------

Çizelge 5.2 Benzin'e ait özellikler

BENZİN	Buharın molekül ağırlığı 60°F (15.6°C) M _v , (gr/gr-mol)	Kondanse buharın yoğunluğu 60°F (15.6°C) W _{vc} , (kg/lt)	Sıvının yoğunluğu 60°F (15.6°C) W _L , (kg/ lt))	Gerçek Buhar Basıncı, P (bar)						
				45 °F(7,2°C)	50 °F(10°C)	55 °F(12,7°C)	60 °F(15,5°C)	65 °F(18,3°C)	70 °F(21,1°C)	75 °F(23,8°C)
Benzin RVP 7	68	0,62	0,67	0,18	0,2	0,22	0,25	0,27	0,31	0,33
Benzin RVP 8	67	0,62	0,67	0,21	0,23	0,26	0,29	0,31	0,35	0,38
Benzin RVP 9	66	0,61	0,67	0,24	0,27	0,29	0,32	0,35	0,38	0,43
Benzin RVP 10	66	0,61	0,67	0,23	0,3	0,33	0,36	0,4	0,43	0,49

Çizelge 5.3 Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/gün) (1.Sıratmalı besl.2:Daldırmalı besl.3:Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No.	İlçe	Topl.depo hacmi (m ³)	Tük.benz.mik.(milyon-lt/g)	Emisyon Miktarı (ton / gün)											
				RVP 7 psia			RVP 8 psia			RVP 9 psia			RVP 10 psia		
				TVP = 0.32 bar			TVP = 0.36 bar			TVP = 0.41 bar			TVP = 0.47 bar		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}		
1	Beykoz	225	0,09	0,12	0,08	0,004	0,13	0,09	0,004	0,14	0,1	0,005	0,16	0,11	0,006
2	Kadıköy	751	0,28	0,36	0,25	0,012	0,4	0,28	0,013	0,45	0,31	0,015	0,51	0,35	0,017
3	Kartal	625	0,24	0,31	0,21	0,01	0,35	0,23	0,011	0,38	0,27	0,013	0,44	0,3	0,015
4	Maltepe	382	0,14	0,18	0,12	0,006	0,2	0,14	0,007	0,22	0,16	0,008	0,25	0,17	0,009
5	Pendik	888	0,34	0,43	0,3	0,15	0,49	0,33	0,016	0,55	0,38	0,019	0,62	0,43	0,021
6	Tuzla	303	0,11	0,14	0,1	0,005	0,16	0,11	0,005	0,17	0,12	0,006	0,2	0,14	0,007
7	Ümraniye	522	0,19	0,24	0,17	0,008	0,27	0,18	0,009	0,3	0,21	0,01	0,35	0,24	0,012
8	Üsküdar	645	0,24	0,31	0,21	0,01	0,34	0,23	0,011	0,38	0,27	0,013	0,43	0,3	0,015
TOPLAM		4341	1,63	2,09	1,44	0,205	2,34	1,59	0,076	2,59	1,82	0,09	2,96	2,04	0,102

Çizelge 5.4 Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/5 ay) (1.Sıçratmalı besl.2:Daldırmalı besl.3:Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No.	İlçe	Topl.depo hacmi (m ³)	Tük.benz.mik.(milyon-l/ 5 ay)	Emisyon Miktarı (ton / 5 ay)											
				RVP 7 psia			RVP 8 psia			RVP 9 psia			RVP 10 psia		
				TVP = 0.32 bar			TVP = 0.36 bar			TVP = 0.41 bar			TVP = 0.47 bar		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}		
				4,01	2,77	0,137	4,00	2,76	0,137	3,93	2,72	0,136	3,88	2,68	0,134
1	Beykoz	225	12,96	16,63	11,49	0,57	18,67	12,88	0,64	20,89	14,45	0,72	23,63	16,32	0,82
2	Kadıköy	751	43,26	55,51	38,35	1,89	62,3	42,98	2,13	69,7	48,24	2,41	78,89	54,49	2,72
3	Kartal	625	36	46,19	31,91	1,58	51,84	35,77	1,77	58,01	40,15	2	65,65	45,34	2,26
4	Maltepe	382	22	28,23	19,5	0,96	31,68	21,86	1,08	35,45	24,53	1,22	40,11	27,71	1,38
5	Pendik	888	51,16	65,65	45,35	2,24	73,67	50,83	2,52	82,43	57,05	2,85	93,29	64,44	3,22
6	Tuzla	303	17,46	22,4	15,48	0,76	25,14	17,35	0,86	28,13	19,47	0,97	31,84	21,99	1,09
7	Ümraniye	522	30,07	38,59	26,65	0,32	43,3	29,88	1,48	48,45	33,53	1,67	54,83	37,87	1,89
8	Üsküdar	645	37,16	47,68	32,94	1,63	53,51	36,92	1,83	59,87	41,44	2,07	67,76	46,8	2,34
TOPLAM		4341	250,07	320,88	221,67	10,96	360,11	248,47	12,31	402,93	278,86	13,91	456	314,96	15,72

Çizelge 5.5 Asya yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/yıl) (1: Sıçratmalı besl.2:Daldırmalı besl.3:Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No.	İlçe	Topl.depo hacmi (m ³)	Tük.benz.mik.(milyon-lt/ y)	Emisyon Miktarı (ton / yıl)											
				RVP 7 psia			RVP 8 psia			RVP 9 psia			RVP 10 psia		
				TVP = 0.32 bar			TVP = 0.36 bar			TVP = 0.41 bar			TVP = 0.47 bar		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}			F _{1bar}		
				4,01	2,77	0,137	4,00	2,76	0,137	3,93	2,72	0,136	3,88	2,68	0,134
1	Beykoz	225	31,11	39,92	27,57	1,36	44,79	30,91	1,53	50,12	34,69	1,73	56,73	39,18	1,95
2	Kadıköy	751	103,84	133,25	92,04	4,55	149,53	103,18	5,12	167,32	115,8	5,79	189,36	130,8	6,53
3	Kartal	625	86,42	110,89	76,6	3,78	124,44	85,86	4,26	139,25	96,37	4,82	157,6	108,85	5,44
4	Maltepe	382	52,81	67,77	46,81	2,31	76,05	52,47	2,6	85,09	58,89	2,94	96,3	66,52	3,32
5	Pendik	888	122,78	157,55	108,83	5,38	176,8	122	6,05	197,84	136,92	6,84	223,9	154,65	7,73
6	Tuzla	303	41,89	53,75	37,13	1,83	60,32	41,62	2,06	67,5	46,71	2,33	76,39	52,76	2,63
7	Ümraniye	522	72,18	92,62	63,98	3,16	103,94	71,71	3,56	116,3	80,49	4,02	131,63	90,91	4,54
8	Üsküdar	645	89,18	114,44	79,05	3,9	128,42	88,6	4,39	143,7	99,45	4,97	162,63	112,33	5,61
TOPLAM				770,19	532,01	26,27	864,29	596,35	29,57	967,12	669,32	33,44	1094,5	756	37,75

Çizelge 5.6 Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/gün) (1: Sıçratmalı besl.2:Daldırmalı besl.3:Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No.	İlçe	Topl.depo hacmi (m ³)	Tuk.benz.mik (milyon-lt/gün)	Emisyon Miktarı (ton / gün)														
				RVP 7 psia					RVP 8 psia					RVP 9 psia				
				TVP = 0.32 bar					TVP = 0.36 bar					TVP = 0.41 bar				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{1bar}					F _{1bar}					F _{1bar}				
1	Avcılar	172	0,06	0,07	0,05	0,002	0,086	0,06	0,003	0,096	0,066	0,003	0,1	0,075	0,004	0,388	2,68	0,134
2	Bağcılar	616	0,23	0,3	0,2	0,01	0,33	0,228	0,01	0,37	0,256	0,012	0,4	0,29	0,014	0,4	0,29	0,014
3	Bahçelievler	301	0,11	0,14	0,09	0,005	0,15	0,109	0,005	0,17	0,12	0,006	0,2	0,14	0,007	0,2	0,14	0,007
4	Bakırköy	536	0,2	0,25	0,17	0,008	0,28	0,198	0,009	0,32	0,22	0,011	0,36	0,25	0,012	0,36	0,25	0,012
5	Bayrampaşa	638	0,24	0,3	0,21	0,01	0,34	0,238	0,011	0,39	0,27	0,013	0,43	0,3	0,015	0,43	0,3	0,015
6	Beşiktaş	210	0,08	0,1	0,07	0,003	0,11	0,08	0,003	0,13	0,09	0,004	0,14	0,1	0,005	0,14	0,1	0,005
7	Beyoğlu	438	0,16	0,2	0,14	0,007	0,23	0,16	0,007	0,26	0,18	0,009	0,29	0,2	0,01	0,29	0,2	0,01
8	Eminönü	138	0,05	0,06	0,04	0,002	0,07	0,05	0,002	0,08	0,05	0,002	0,09	0,06	0,003	0,09	0,06	0,003
9	Esenler	386	0,14	0,18	0,12	0,006	0,2	0,14	0,007	0,22	0,15	0,008	0,25	0,17	0,008	0,25	0,17	0,008
10	Eyüp	491	0,18	0,23	0,16	0,007	0,25	0,18	0,008	0,3	0,2	0,01	0,32	0,22	0,011	0,32	0,22	0,011
11	Fatih	324	0,12	0,15	0,1	0,005	0,17	0,12	0,006	0,19	0,13	0,006	0,21	0,15	0,007	0,21	0,15	0,007
12	G.Osmanpaşa	646	0,24	0,3	0,21	0,01	0,34	0,24	0,011	0,39	0,27	0,013	0,43	0,3	0,015	0,43	0,3	0,015
13	Güngören	377	0,14	0,18	0,12	0,006	0,2	0,14	0,007	0,22	0,16	0,008	0,25	0,17	0,008	0,25	0,17	0,008
14	Kağıthane	206	0,08	0,1	0,07	0,003	0,11	0,08	0,004	0,12	0,09	0,004	0,14	0,1	0,005	0,14	0,1	0,005
15	K.Çekmece	430	0,16	0,2	0,14	0,007	0,23	0,16	0,008	0,26	0,18	0,009	0,29	0,2	0,01	0,29	0,2	0,01
16	Sarıyer	249	0,09	0,11	0,08	0,003	0,13	0,09	0,004	0,14	0,1	0,005	0,16	0,11	0,005	0,16	0,11	0,005
17	Şişli	628	0,23	0,3	0,2	0,01	0,33	0,23	0,011	0,37	0,26	0,012	0,41	0,29	0,014	0,41	0,29	0,014
18	Zeytinburnu	359	0,13	0,16	0,11	0,005	0,18	0,13	0,006	0,2	0,14	0,007	0,23	0,16	0,008	0,23	0,16	0,008
TOPLAM		7145	2,64	3,33	2,28	0,109	3,736	2,633	0,122	4,226	2,932	0,142	4,7	3,285	0,161	4,7	3,285	0,161

Çizelge 5.7 Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/5 ay) (1: Sıratmalı besl.2: Daldırmalı besl.3: Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No	İlçe	Topl.depo hacmi (m ³)	Tık.benz.mik (mily.l/5ay)	Emisyon Miktarı (ton / 5 ay)											
				RVP 7 psia			RVP 8 psia			RVP 9 psia			RVP 10 psia		
				TVP = 0.32 bar			TVP = 0.36 bar			TVP = 0.41 bar			TVP = 0.47 bar		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{Ibar}			F _{Ibar}			F _{Ibar}			F _{Ibar}		
				4,01	2,77	0,137	4,00	2,76	0,137	3,93	2,72	0,136	3,88	2,68	0,134
1	Avclar	172	9,9	12,7	8,77	0,43	14,26	9,84	0,49	15,95	11,04	0,55	18,05	12,47	0,62
2	Bağcılar	616	35,48	45,52	31,45	1,55	51,09	35,25	1,75	57,16	39,56	1,97	64,7	44,69	2,23
3	Bahçelievler	301	17,34	22,25	15,37	0,76	24,96	17,23	0,85	27,93	19,33	0,97	31,62	21,84	1,09
4	Bakırköy	536	30,88	39,62	27,37	1,35	44,46	30,68	1,52	49,75	34,43	1,72	56,31	38,89	1,94
5	Bayrampaşa	638	36,75	47,15	32,57	1,61	52,92	36,51	1,81	59,21	40,98	2,04	67,01	46,29	2,31
6	Beşiktaş	210	12,09	15,51	10,71	0,53	17,4	12,01	0,59	19,48	13,48	0,67	22,05	15,22	0,76
7	Beyoğlu	438	25,23	32,37	22,36	1,1	36,33	25,06	1,24	40,65	28,13	1,4	46	31,77	1,58
8	Eminönü	138	7,95	10,2	7,04	0,34	11,44	7,89	0,39	12,8	8,86	0,44	14,49	10,01	0,5
9	Esenler	386	22,23	28,52	19,7	0,97	32,01	22,08	1,09	35,81	24,79	1,23	40,53	28	1,4
10	Eyüp	491	28,28	36,29	25,06	1,23	40,72	28,09	1,39	45,56	31,53	1,57	51,57	35,62	1,78
11	Fatih	324	18,66	23,94	16,54	0,81	26,87	18,54	0,92	30,06	20,8	1,04	34,03	23,5	1,18
12	G.Osmanpaşa	646	37,21	47,74	32,98	1,63	53,58	36,97	0,83	59,95	41,49	2,07	67,85	46,86	2,34
13	Güngören	377	21,72	27,87	19,25	0,95	31,27	21,58	1,07	35	24,22	1,21	39,6	27,35	1,36
14	Kağıthane	206	11,86	15,21	10,51	0,51	17,07	11,78	0,58	19,11	13,22	0,66	21,62	14,93	0,74
15	K.Çekmece	430	24,77	31,78	21,95	1,08	35,66	24,61	1,22	39,91	27,62	1,38	45,17	31,2	1,56
16	Sarıyer	249	14,34	18,4	12,71	0,62	20,64	14,24	0,7	23,1	15,99	0,8	26,15	18,06	0,9
17	Şişli	628	36,18	46,42	32,06	1,58	52,09	35,94	1,78	58,29	40,34	2,01	65,97	45,57	2,27
18	Zeytinburnu	359	20,68	26,53	18,33	0,9	29,77	20,54	1,01	33,32	23,06	1,15	37,71	26,04	1,3
TOPLAM		7145	411,55	528,02	364,73	17,95	592,54	408,84	19,23	663,04	458,87	22,88	750,43	518,31	25,86

Çizelge 5.8 Avrupa yakasındaki ilçelerin petrol istasyonları depo tanklarında meydana gelen benzin buharı emisyonları (ton/yıl) (1: Sıçratmalı besl. 2: Daldırmalı besl. 3: Buhar geri kaz. ve verimlilik % 95)

Sıra No.	İlçe	Topl. depo hacmi (m ³)	Tük. benz. mik. (mily.-lt/yıl)	Emisyon Miktarı (ton / yıl)											
				RVP 7 psia			RVP 8 psia			RVP 9 psia			RVP 10 psia		
				TVP = 0.32 bar			TVP = 0.36 bar			TVP = 0.41 bar			TVP = 0.47 bar		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				F _{Ibar}			F _{Ibar}			F _{Ibar}			F _{Ibar}		
				4,01	2,77	0,137	4,00	2,76	0,137	3,93	2,72	0,136	3,88	2,68	0,134
1	Avclar	172	23,78	30,51	21,08	1,04	34,24	23,62	1,17	38,31	26,52	1,32	43,36	29,95	1,49
2	Bağclar	616	85,17	109,29	75,49	3,73	122,65	84,62	4,2	137,23	94,98	4,74	155,31	107,28	5,36
3	Bahçelievler	301	41,61	53,39	36,88	1,82	59,91	41,34	2,05	67,04	46,4	2,32	75,88	52,41	2,62
4	Bakırköy	536	74,11	95,09	65,69	3,24	106,71	73,63	3,65	119,41	82,64	4,13	135,14	93,34	4,66
5	Bayrampaşa	638	88,21	113,19	78,19	3,86	127,02	87,64	4,35	142,13	98,37	4,91	160,86	111,1	5,55
6	Beşiktaş	210	29,03	37,25	25,73	1,27	41,8	28,84	1,43	46,77	32,37	1,62	52,93	36,56	1,82
7	Beyoğlu	438	60,56	77,71	53,68	2,65	87,2	60,17	2,98	97,58	67,53	3,37	110,43	76,28	3,81
8	Eminönü	138	19,08	24,48	16,91	0,83	27,47	18,95	0,94	30,74	21,27	1,06	34,79	24,03	1,2
9	Esenler	386	53,37	68,48	47,3	2,34	76,85	53,02	2,63	86	59,51	2,97	97,32	67,22	3,36
10	Eyüp	491	67,89	87,11	60,17	2,97	97,76	67,45	3,34	109,39	75,71	3,78	123,8	85,51	4,27
11	Fatih	324	44,71	57,37	39,63	1,96	64,38	44,42	2,2	72,04	49,86	2,49	81,53	56,31	2,81
12	G. Osmanpaşa	646	89,15	114,39	79,02	3,9	128,37	88,57	4,39	143,64	99,42	4,97	162,57	112,29	5,61
13	Güngören	377	52,03	66,76	46,11	2,28	74,92	51,69	2,56	83,83	58,02	2,9	94,88	65,53	3,27
14	Kağıthane	206	28,42	36,46	25,19	1,24	40,92	28,23	1,4	45,79	31,69	1,58	51,82	35,79	1,78
15	K. Çekmece	430	59,34	76,14	52,59	2,6	85,44	58,96	2,92	95,61	66,17	3,3	108,21	74,74	3,73
16	Sarıyer	249	34,36	44,09	30,45	1,5	49,47	34,14	1,69	55,36	38,31	1,91	62,65	43,27	2,16
17	Şişli	628	86,66	111,2	76,81	3,79	124,79	86,1	4,27	139,63	96,64	4,83	158,03	109,16	5,45
18	Zeytinburnu	359	49,54	63,57	43,91	2,17	71,33	49,22	2,44	79,82	55,24	2,76	90,34	62,4	3,12
TOPLAM		7145	987,02	1266,5	874,83	43,19	1421,2	980,61	48,61	1590,3	1100,7	54,96	1799,9	1243,2	62,07

İstanbul'un 26 ilçesinde, 11486 m³ depo hacmi kapasitesinde 442 adet benzin istasyonu bulunmaktadır. Bunlardan; Asya yakasında 8 ilçede 162 adet benzin istasyonu 4341 m³ kapasitede Avrupa yakasında ise 18 ilçede 7145 m³ hacimde 280 adet benzin istasyonu vardır. Pendik (888 m³) en büyük, Avcılar (172 m³) ile en küçük depo hacmine sahip ilçelerdir. Asya ve Avrupa yakasındaki ilçelerin herbirinin atmosferdeki benzin buharı emisyonuna katkısı Şekil 5.1'de görülmektedir. Asya yakasında Pendik % 8 ile en çok, Kadıköy %7 1 ile en çok Avcılar ve Eminönü ise % 1 ile en az benzin buharı emisyonuna katkısı olan ilçelerdir.

Benzin buharı emisyon miktarları; farklı benzin türleri için Asya ve Avrupa yakasında bulunan ilçelerin herbirinde 1 gün, 5 ay ve 1 yıl gibi zaman periyotlarında sıçratmalı, daldırmalı ve buhar geri kazanımlı besleme yöntemleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 5.3-5.8). Bu çizelgelerde benzin buharı emisyonlarının uygulanan besleme metoduna ve benzinin Reid buhar basıncına bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

İstanbul'da benzin istasyonlarında genelde sıçratmalı besleme yapılmaktadır. Depoların sıçratmalı beslenmesi durumunda hiçbir buhar kontrol mekanizması olmamakla beraber depoda meydana gelen türbülans nedeniyle buharlaşma fazla olmaktadır. Sıçratmalı beslemede benzin buharı emisyon miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 5.3-5.8).

Benzin istasyonlarında sıçratmalı besleme yerine daldırmalı beslemenin uygulanması durumunda emisyon miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 5.2-5.3). Mesela; Asya yakasında sıçratmalı besleme durumunda RVP 7 psia olan benzin kullanıldığı zaman meydana gelen toplam emisyon miktarı 770,19 ton/yıl olmasına rağmen daldırmalı beslemede 532,01 ton/yıl'dır (Çizelge 5.5). Emisyon miktarındaki azalma ;

$$\frac{770,19 - 532,01}{770,19} = \% 30 \text{ 'dur}$$

Benzin buharlarının geri kazanımı bakımından en ideal yöntem olan 2. kademe buhar geri kazanım sisteminin uygulanması durumunda emisyon miktarı değerlerinin hem sıçratmalı besleme hem de daldırmalı beslemeden daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 5.3- 5.8). Mesela; Asya yakasında RVP 7 psia olan benzinde sıçratmalı besleme yerine buhar geri kazanım sisteminin kullanılması durumunda (Çizelge 5.5) emisyon miktarında;

$$\frac{770,19 - 26,27}{770,19} = \% 96 \text{ azalma olmaktadır.}$$

Benzinin reid buhar basıncı da benzin buharı miktarını etkilemektedir. Mesela; Sıçratmalı besleme durumunda Asya yakasında RVP 7 psia olan benzin kullanıldığı zaman ortaya çıkan emisyon miktarı 770,19 ton/yıl olup RVP 8 psia benzin kullanıldığında emisyon miktarı 864,29 ton/yıl'dır. Reid buhar basıncının artmasıyla emisyon miktarında;

$$\frac{864,29 - 770,19}{770,19} = \% 12 \text{ artış olmaktadır.}$$

Benzer şekilde;

Asya yakasında sıçratmalı beslemede toplam buhar emisyonu miktarına göre ise;

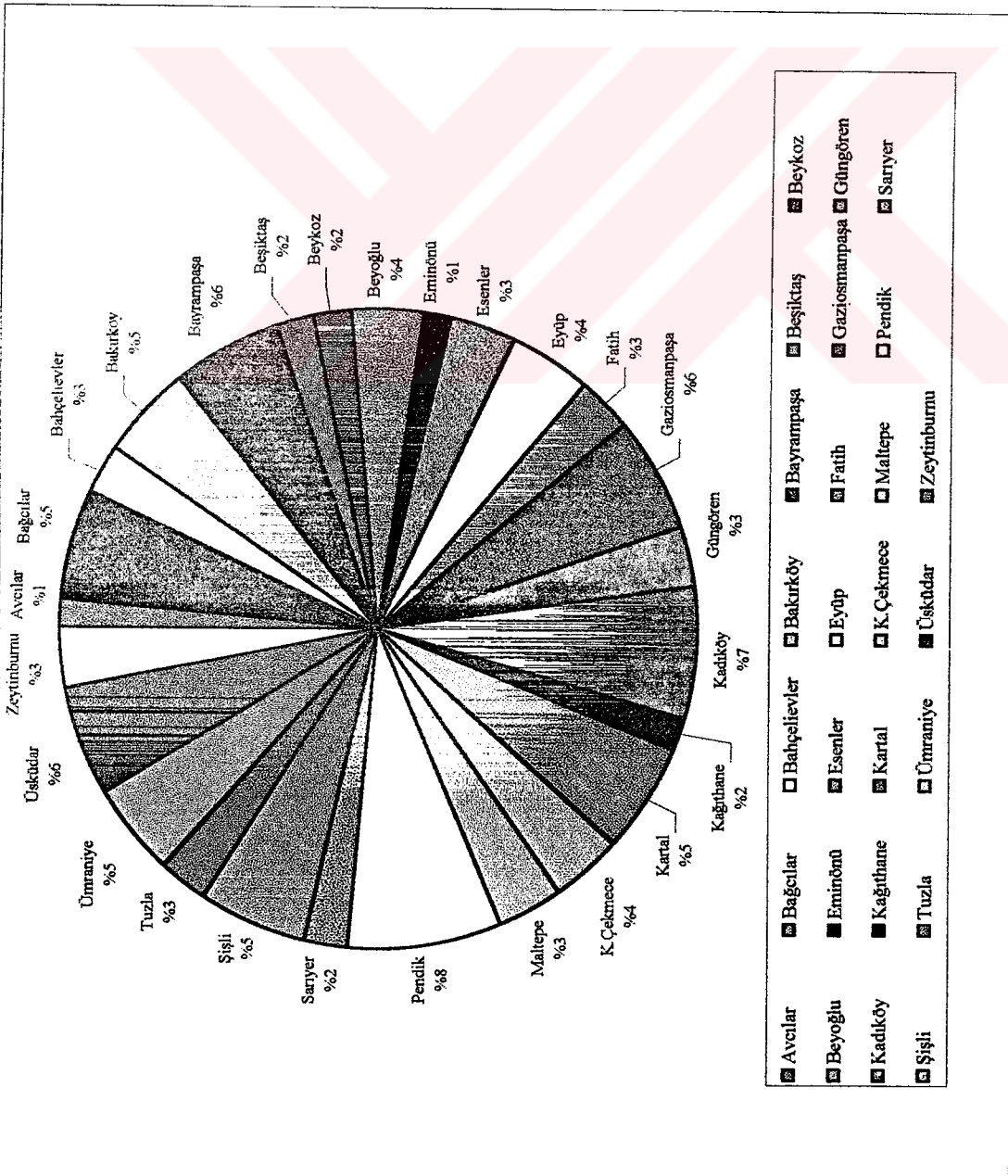
RVP 7 psia benzinden ortaya çıkan toplam emisyon miktarı: 770,19 ton/yıl.

RVP 10 psia benzinden ortaya çıkan toplam emisyon miktarı: 1094,54 ton/yıl.

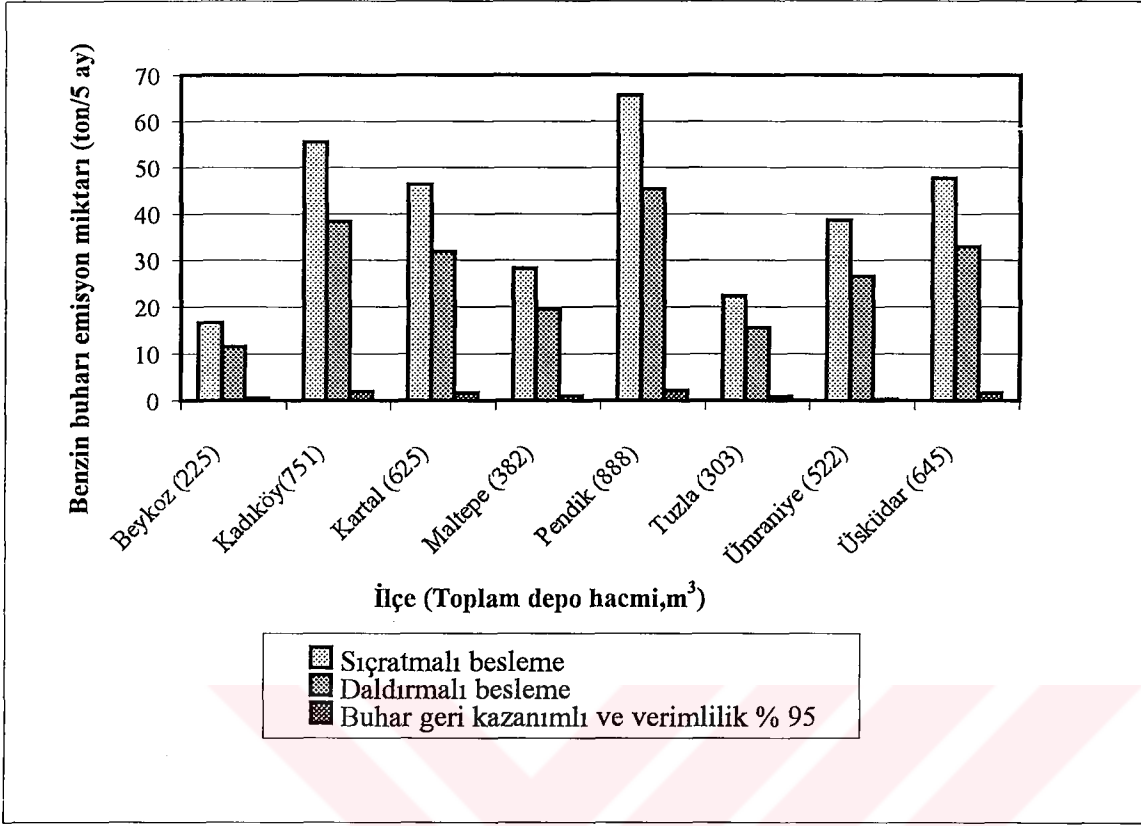
$$\frac{1094,54 - 770,19}{770,19} = \% 42 \text{ emisyon miktarında artış olmaktadır.}$$

Asya yakası hem nüfus hem depo kapasitesi bakımından Avrupa yakasına nisbeten daha yoğun olup, Avrupa yakasında 987,020 m³/yıl tüketilmekte iken Asya yakasında bu miktar 600,210 m³/yıl'dır. Dolayısıyla Avrupa yakasında benzin buharı emisyon miktarları daha yüksektir (Şekil 5.4-5.5).

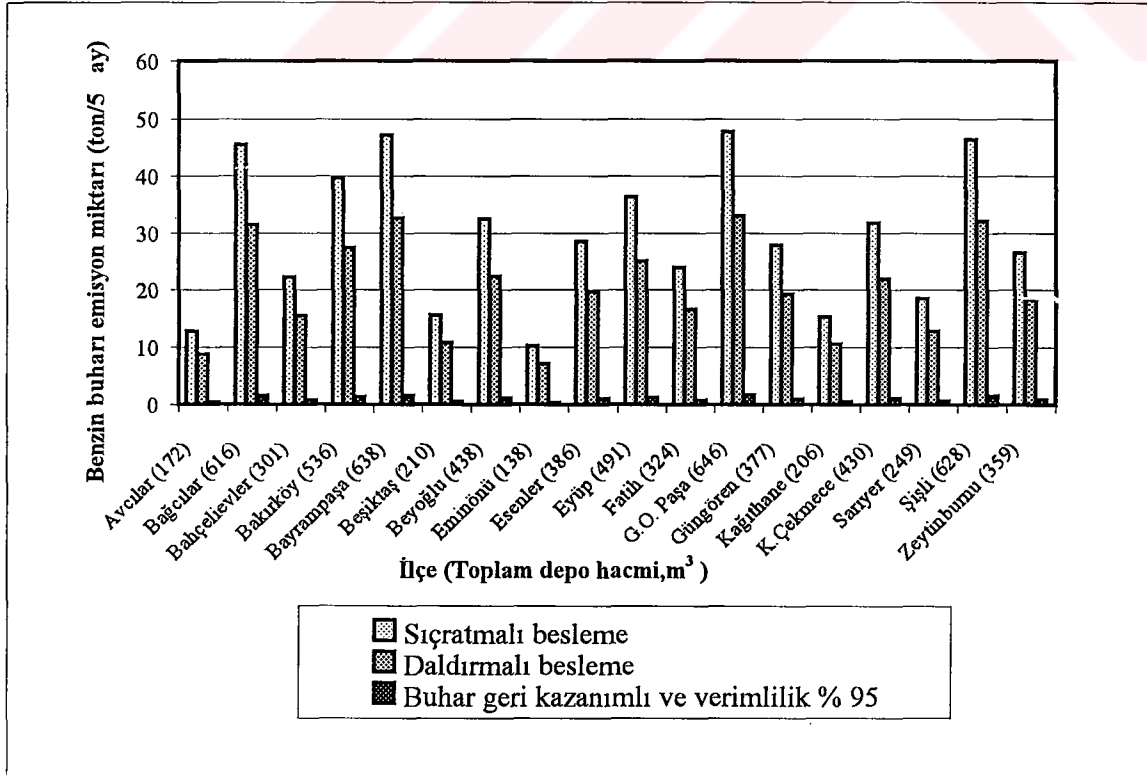
İlçe (Topl. Dep.hac.) m ³	Yer altı depo tankının sıratmalı beslenmesi durumunda ortaya çıkan benzin buharı emis. (ton/yıl)
Avcılar (172 m ³)	30,51
Bağcılar (616 m ³)	109,29
B. evler (301 m ³)	53,39
Bakırköy (536 m ³)	95,09
B.paşa (638 m ³)	113,19
Beşiktaş (210 m ³)	37,25
Beykoz (225 m ³)	39,92
Beyoğlu (438 m ³)	77,71
Eminönü (138 m ³)	24,48
Esenler (386 m ³)	68,48
Eyüp (491 m ³)	87,11
Fatih (324 m ³)	57,37
G.O.paşa (646 m ³)	114,39
Güngör. (377 m ³)	66,76
Kadıköy (751 m ³)	133,25
Kağıthane. (206 m ³)	36,46
Kartal (625 m ³)	110,89
K.Ç.mece (430 m ³)	76,14
Maltepe (382 m ³)	67,77
Pendik (888 m ³)	157,55
Sarıyer (249 m ³)	44,09
Şişli (628 m ³)	111,2
Tuzla (303 m ³)	53,75
Ümraniye (522 m ³)	92,62
Üsküdar (645 m ³)	114,44
Z.burnu (359 m ³)	63,57
TOPLAM	2036,67



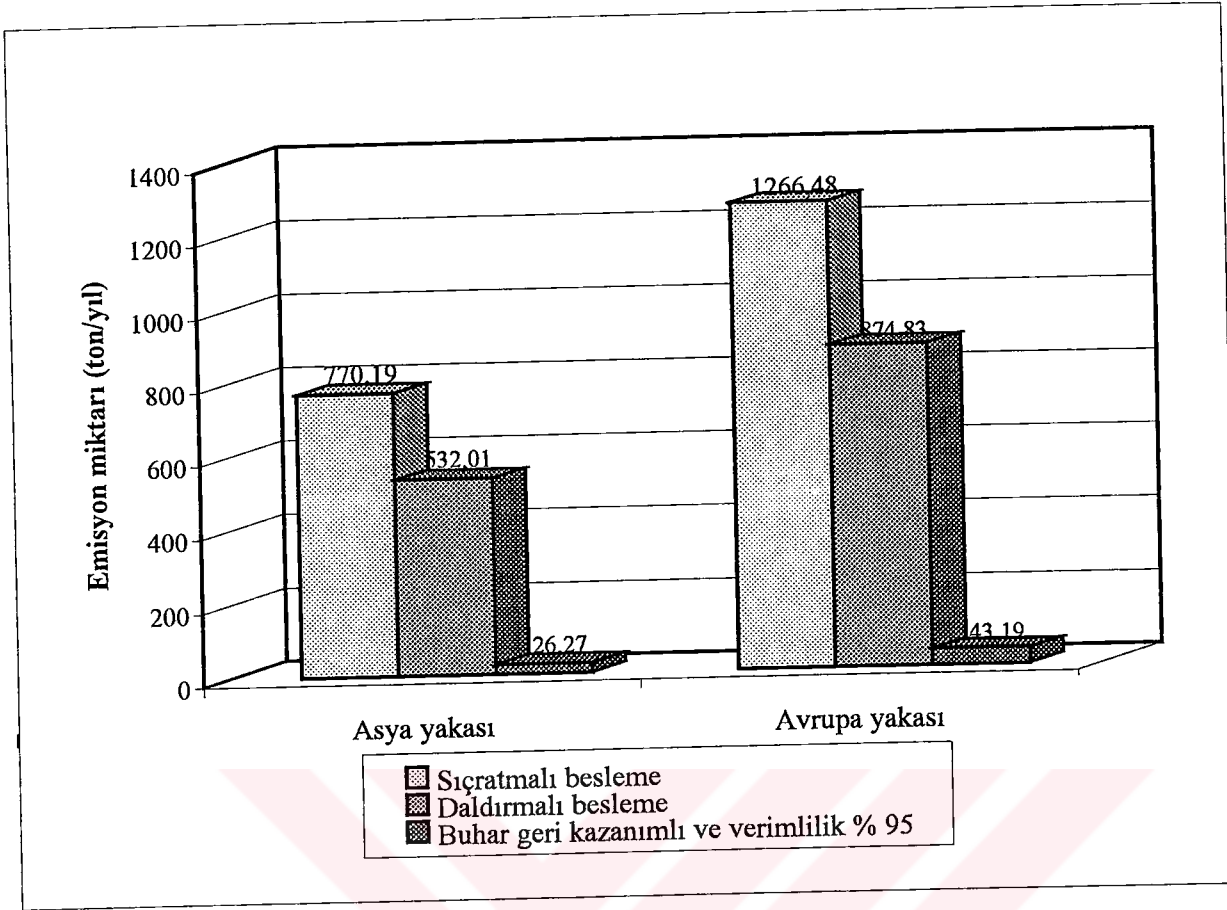
Şekil 5.1 İstanbul genelinde sıratmalı beslemeye meydana gelen benzin buharı emisyonlarının ilçeler bazında % cinsinden değerlendirilmesi



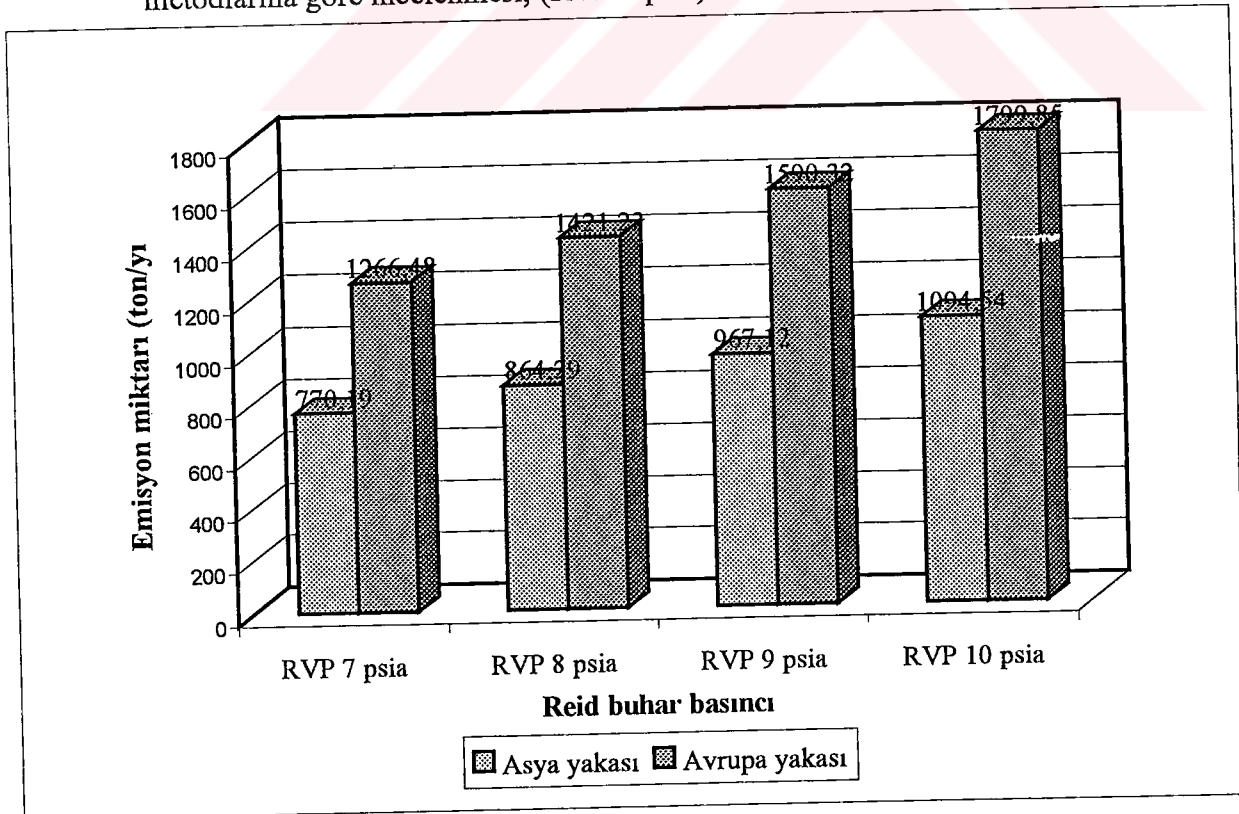
Şekil 5.2 Asya yakasında meydana gelen benzin buharı emisyonlarının farklı besleme yöntemlerine göre incelenmesi, (RVP 7 psia)



Şekil 5.3 Avrupa yakasında meydana gelen benzin buharı emisyonlarının farklı besleme yöntemlerine göre incelenmesi, (RVP 7 psia)



Şekil 5.4 Asya ve Avrupa yakasında benzin buharı emisyonlarının farklı besleme metodlarına göre incelenmesi, (RVP 7 psia)



Şekil 5.5 Reid buhar basıncına bağlı olarak emisyon miktarındaki artışın Asya ve Avrupa yakası için birlikte incelenmesi

Ekonomik açıdan benzin türünün ve besleme yönteminin incelenmesi:

Çizelge 5.9 : Benzin'e ait bazı özellikler

Benzin türü	Satış fiyatı TL/lt) (Haziran 2001)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Motorlu taşıtlarda kullanım oranı
Kurşunsuz benzin	1,052,000	0,775	% 70
Süper benzin	1,051,000	0,745	% 24
Normal benzin	1,006,000	0,735	% 06

İstanbul genelinde şu anda yer altı depo tanklarının beslenmesi “sıçratmalı besleme” şeklinde dir. Sıçratmalı besleme yerine daldırmalı ve buhar geri kazanımlı sistemlerin kullanılması halinde, geri kazanılacak benzin miktarları ve bunun ülke ekonomisine katkıları incelenmiştir (Çizelge 5.10 - 5.11). İstanbul’da şu anda benzin istasyonlarında sıçratmalı besleme yöntemi uygulanmakta olup, meydana gelen benzin buharı kaybı 2036,67 ton/yıl’dır. Yani İstanbul’da şu anda benzin istasyonlarındaki kayıp % 0,17’dir.

Daldırmalı beslemenin uygulanması durumunda kayıp; 1406,84 ton/yıl olup, % 0,11 civarındadır. İstanbul’da şu anda daldırmalı beslemenin uygulanması durumunda 823.190 lt/yıl benzin geri kazanılarak, ekonomiye 720,524 \$/yıl katkı sağlanabilir. Türkiye’de genelde RVP 7-10 arasındaki benzin tercih edilmekte olup, yer altı depo tanklarında daldırmalı beslemenin uygulanması halinde 700.000-1.000.000 \$/yıl ekonomik zarar önlenmiş olacaktır. Buhar geri kazanım sisteminde ise kayıplar çok daha az olmakla beraber bunun ekonomiye katkısı 2.000.000 – 3.000.000 \$/yıl arasındadır..

Çizelge 5.10 İstanbul'da yeraltı depo tanklarında sıçratmalı besleme yerine daldırmalı besleme yönteminin uygulanmasının ekonomik yönden incelenmesi

	Benzinin Reid buhar basıncı			
	RVP 7 psia	RVP 8 psia	RVP 9 psia	RVP 10 psia
İstanbul'da şu anda yeraltı depo tanklarında uygulanan sıçratmalı besleme durumunda meydana gelen toplam benzin buharı emisyon miktarı (ton/yıl)	2036,67	2285,52	2557,44	2894,39
Daldırmalı besleme yöntemi uygulanması halinde ortaya çıkacak emisyon miktarı, (ton/yıl)	1406,84	1576,96	1769,97	1999,17
Sıçratmalı besleme yerine daldırmalı besleme yönteminin uygulanması halinde geri kazanılacak benzin mikt.				
Kurşunsuz benzin (lt/yıl)	568,878	639,989	711,263	808,585
Süper benzin (lt/yıl)	202,898	228,260	253,681	288,393
Normal benzin (lt/yıl)	51,414	57,841	64,283	73,079
TOPLAM (lt/yıl)	823.190	926.090	1,029,227	1,170,057
Daldırmalı besleme yönteminin uygulanması halinde geri kazanılacak benzinin ülke ekonomisine katkısı (\$/yıl)				
Kurşunsuz benzin (\$/yıl)	499,717	561,057	623,54	708,860
Süper benzin (\$/yıl)	177,705	199,918	222,182	252,584
Normal benzin (\$/yıl)	43,102	48,490	53,890	61,264
TOPLAM (\$/yıl)	720,524	809.465	899,612	1,022,708

Çizelge 5.11 İstanbul'da yeraltı depo tanklarında sıçratmalı besleme yerine buhar geri kazanımlı besleme yönteminin uygulanmasının ekonomik yönden incelenmesi

	Benzinin Reid buhar basıncı			
	RVP 7 psia	RVP 8 psia	RVP 9 psia	RVP 10 psia
İstanbul'da şu anda yeraltı depo tanklarında uygulanan sıçratmalı besleme durumunda meydana gelen toplam benzin buharı emisyon miktarı (ton/yıl)	2036,67	2285,52	2557,44	2894,39
Buhar geri kazanımlı besleme yöntemi uygulanması halinde ortaya çıkacak emisyon miktarı, (ton/yıl)	69,46	78,18	88,4	99,82
Sıçratmalı besleme yerine buhar geri kazanımlı yöntemin uygulanması halinde geri kazanılacak benzin miktarı				
Kurşunsuz benzin (lt/yıl)	1,776,834	1,993,726	2,230,100	2,524,127
Süper benzin (lt/yıl)	633,732	711,089	795,395	900,264
Normal benzin (lt/yıl)	160,590	180,191	201,554	228,128
TOPLAM (lt/yıl)	2,571,156	2,885,006	3,227,049	3,652,519
Buhar geri kazanımlı besleme yönteminin uygulanması halinde geri kazanılacak benzinin ülke ekonomisine katkısı (\$/yıl)				
Kurşunsuz benzin (\$/yıl)	1,557,691	1,747,833	1,955,054	2,212,818
Süper benzin (\$/yıl)	555,043	622,795	696,633	788,481
Normal benzin (\$/yıl)	134,626	151,060	168,969	191,247
TOPLAM (\$/yıl)	2,247,360	2,521,688	2,820,656	3,192,546

Teorik olarak hesaplanan benzin buharı kayıplarının pratikteki değerlerle karşılaştırılması amacıyla şöyle bir uygulama yapılmıştır. Bakırköy ilçesinde bulunan bir petrol istasyonundan 04.06.2000-11.06.2001 tarihleri arasında depolara giren ve satılan benzin miktarlarıyla ilgili datalar temin edilmiştir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.12 Petrol istasyonuna ait datalar

Tarih	Kurşunsuz benzin	Süper benzin	Normal benzin
04.06.2001 (açılış stok miktarı, lt)	17,237	13,870	3,520
04.06.2001 (satın alınan miktar, lt)	19,800	2,450	-
05.06.2001	27,950	10,100	2,450
06.06.2001	27,150	7,350	2,450
07.06.2001	19,800	9,700	-
08.06.2001	25,300	5,750	2,450
09.06.2001	17,150	14,300	2,450
10.06.2001 (Pazar)	-	-	-
04.06-11.06.2001 tarihlerinde benzin istasyonu depo tankında bulunan benzin miktarı (litre)	184,387	63,520	13,320
04.06-11.06.2001 tarihlerinde benzin istasyonunda satılan benzin miktarı (litre)	167,527	51,941	10,583
Kalması gereken stok, (litre)	16,860	11,579	2,737
Kalan stok(Depo tankı cihazında görülen miktar,litre)	16,413	11,405	3,520
Kayıp benzin miktarı (litre/hafta)	-447	-174	-44

Kayıp benzin miktarının hesap yöntemiyle tespiti ;

$$L_L = 12,46 \frac{SPM}{T} \text{ formülünde;}$$

S = 1,45 (Benzin istasyonunda yer altı depo tankının beslenmesi sıçratmalı besleme yöntemine göre olmaktadır.)

T = 28 °C = 82,4 °F = 542,4 °R (Depo tankındaki benzinin sıcaklığı 28 °C olarak ölçülmüştür.)

Emisyon miktarının tespitinde ise;

$$M_E = F_{1bar} * V * P * D \text{ formülü kullanılmıştır.}$$

Bu formülde V :(hacim, milyon-litre) olarak 1 haftada depoda bulunan toplam benzin miktarı alınmıştır.

Çizelge 5.13 Hesap yöntemine ait sonuçlar

	RVP 7 psia	RVP 8 psia	RVP 9 psia	RVP 10 psia
Gerçek buhar basıncı, P, (82,4 °F)				
TVP, (mm-Hg)	290	330	375	415
TVP, (bar)	0,38	0,44	0,50	0,55
TVP, (psia)	5,6	6,38	7,25	8,02
Molekül ağırlığı (gr/gr-mol)	68	67	66	66
L _L (lb/10 ³ galon)-(mg/lt)	12,68 -1522	14,23-1708	15,93-1912	17,63-2116
F _{1bar}	4,005	3,881	3,824	3,847
Emisyon miktarı, M_E (litre)				
Kurşunsuz benzin	280	314	352	390
Süper benzin	96	108	121	134
Normal benzin	20	22	25	28

Pratikte tespit edilen değerler:

Kayıp benzin miktarı (litre/hafta)	-447 (kurşunsuz)	-174 (süper)	-44 (normal)
---	-------------------------	---------------------	---------------------

Çizelge 5.12’de benzin istasyonunda tespit edilen değerler ile Çizelge 5.13’de hesap yöntemi sonuçları karşılaştırıldığında; Hesap değerlerinin, yerinde tespit edilen değerlerden genel olarak daha düşük çıktığı görülmektedir. Fakat RVP 10 psia’ya ait emisyon miktarı değerleri ile istasyonda tespit edilen kayıp değerleri birbirine en yakın değerler olup aralarında yaklaşık % 15 bir sapma vardır. Benzin istasyonunda tespit edilen kayıplar daha fazla olup bunun sebepleri;

1. Depodaki benzin seviyesini ölçen cihazın hatalı okumasından kaynaklanabilir.
2. Benzin istasyonlarında benzinin buharlaşma kayıplarına ek olarak dökülme, saçılma ve sızıntıdan kaynaklanan kayıplar daha fazla olabilir.
3. Depodaki sıcaklık ve basınç değişimlerinin fazla olmasından kaynaklanabilir.



5.2 Motorlu Araçlara Dair Bulgular

İstanbul'da motorlu taşıtların benzinle beslenmesi esnasında meydana gelen benzin buharı emisyon miktarının tespitinde aşağıdaki yöntem takip edilmiştir.

Öncelikle yükleme kaybının hesaplanabilmesi için Denklem 4.4 uygulanır.

$$E_R = 264,2 [(-5,909) - 0,0949(T) + 0,0884(T_D) + 0,485(RVP)]$$

Bu denklemde gerekli olan verilerin tespiti maksadıyla bazı sıcaklık ölçümleri yapılmıştır.

Şöyle ki;

Haziran ayında, günün en sıcak olduğu öğlen saatlerinde Bakırköy'de bulunan bir benzin istasyonu deposunda ve bir taksinin depo tankında benzine ait tespit edilen sıcaklık değerleri şöyledir.

Dışarıda hava sıcaklığı = 38 °C

Aracın yakıt tankında bulunan benzinin sıcaklığı = 32 °C = 89,6 °F

T_D = Dispense olmuş yakıtın sıcaklığı

Yer altı deposundaki benzinin sıcaklığıdır = 25 °C = 77 °F

T = Taşıt deposundaki yakıtın sıcaklığı ile dispense olmuş yakıt sıcaklığı arasındaki fark
= 89,6 – 77 = 12,6 °F

Denklem 4.4 yukarıdaki değerlere göre hesaplandığında Çizelge 5.14'teki E_R değerleri tespit edilir.

Çizelge 5.14 Motorlu araçlara dair emisyon miktarları

RVP (psia)	E_R (mg/lt)	P(psia - bar)	F_{1bar}	M_E (gr/l beslm.de) (1 araçta)	M_E (gr/ 5ay) (1 araçta) M_E (ton/5 ay) (topl.)	M_E (gr/yıl) (1 araçta) M_E (ton/yıl) (topl.)
7	818,25	6,38 - 0,43	1,9	20,4	349	839
					540,25	1299
8	946,39	7,44 - 0,51	1,9	23,5	403	968
					623,84	1498
9	1074,5	8,12 - 0,55	2	26,8	458	1100
					708,98	1703
10	1202,7	9,18 - 0,63	1,9	30,05	513	1230
					794,12	1905

Benzin buharı emisyon miktarının tespitinde ise ;

$M_E = F_{1bar} * V * P * D$ denklemi kullanılır.

İstanbul'da bulunan benzinli taşıt sayısı = 1,548,006 adet

İstanbul'da tüketilen toplam benzin miktarı = 1,588,194,000 lt/yıl,

= 661,747,500 lt/5 ay

= 4,351,216 lt/gün 'dür.

Araç başına tüketilen benzin miktarı = (1,588,194,000) / (1,548,006) = 1025,96 lt/yıl

= (661,747,500) / (1,548,006) = 427,48 lt/5 ay

Benzinli bir aracın deposu ortalama 65 lt.dir. Aracın her yakıt ikmalinde deposunun 25 lt.sini

Doldurduğu düşünülürse, bir aracın beslenme sayısı ;

(1025,96) / (25) = 41 defa / 1 yılda

= 17 defa / 5 ayda'dır.

Hesaplanan benzin buharı emisyon miktarları Çizelge 5.14'te görüldüğü gibidir.

İstanbul'da yer altı depo tanklarından ve motorlu araçlardan havaya atılan toplam benzin buharı emisyon miktarına ait bilgiler Çizelge 5.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.15 İstanbul havasına atılan benzin buharı emisyonlarının depo tankı ve motorlu araçlar için birlikte incelenmesi

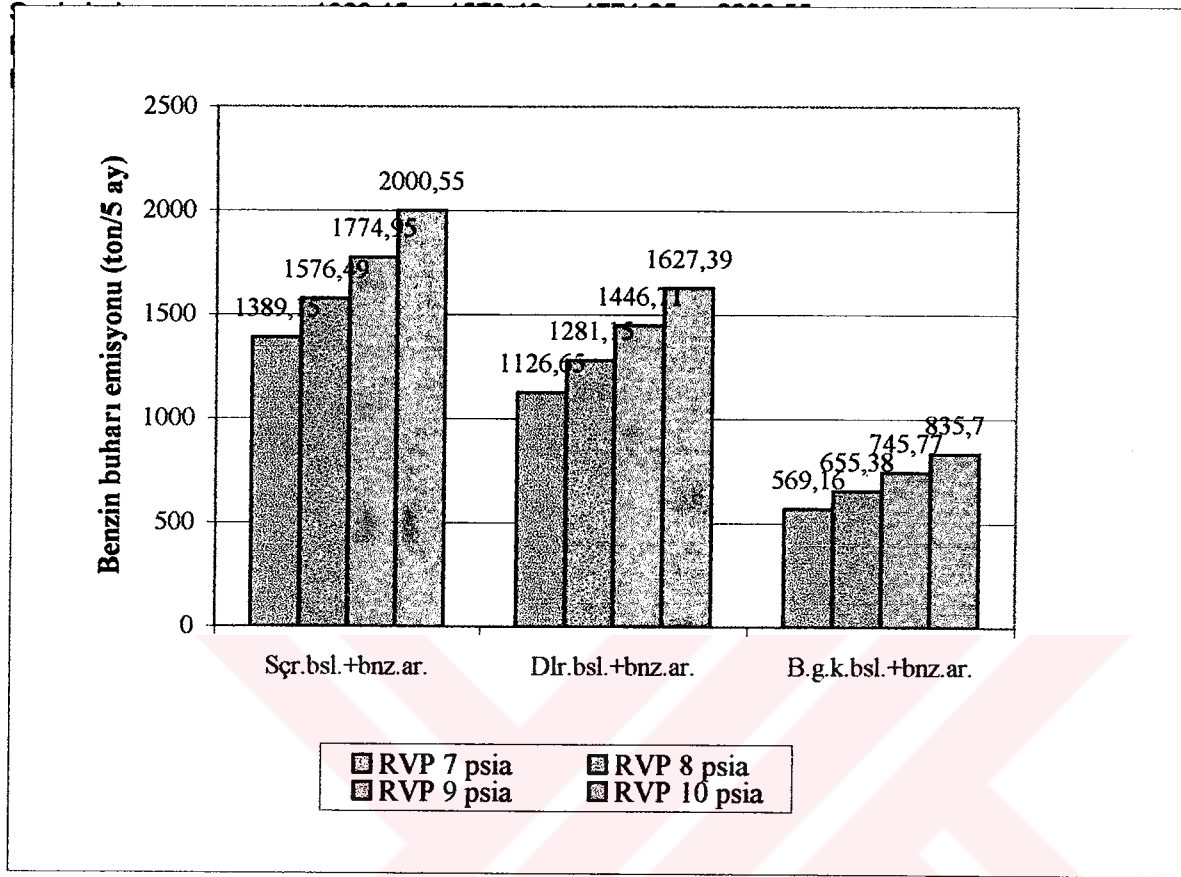
RVP (psia)	Benzinli araç deposu + sıçratmalı besleme		Benzinli araç deposu + daldırmalı besleme		Benzinli araç deposu + buh.ger. Kaz.ver.%95 besleme	
	(ton / 5 ay)	(ton / yıl)	(ton / 5 ay)	(ton / yıl)	(ton / 5 ay)	(ton / yıl)
7	1389,15	3335,67	1126,65	2705,84	569,16	1368,46
8	1576,49	3783,52	1281,15	3074,96	655,38	1576,18
9	1774,95	4260,44	1446,71	3472,97	745,77	1791,4
10	2000,55	4799,39	1627,39	3904,17	835,7	2004,82

İstanbul'da tüketilen benzin miktarı= 1,196,461 ton/yıl'dır

İstanbul'da şu anda sıçratmalı besleme ve motorlu araçlardan kaynaklanan benzin buharı kaybının ekonomiye zararı; 3,500,000-5,000,000 \$/yıl arasındadır.

RVP 7 psia benzinde sıçratmalı beslenen yeraltıdeposundan ve motorlu taşıttan kaynaklanan benzin buharı miktarı ise = 3335,67 ton/yıl'dır.

Yani ; $\frac{(3335,67) * (100)}{(1,196,461)} = \% 0,27$ benzin İstanbul'da kaybolmaktadır.



Şekil 5.6 İstanbul'da benzin istasyonlarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharı kaybının birlikte incelenmesi

Çizelge 5.16 İstanbul'da benzinli araç depolarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharı kayıplarının % cinsinden incelenmesi

RVP	Benzinli araç deposu + sıratmalı besleme	Benzinli araç deposu + daldırma besleme	Benzinli araç deposu + buh. ger. Kaz. ver. %95 besleme
(psia)	% kayıp	% kayıp	% kayıp
7	0,27	0,23	0,11
8	0,32	0,26	0,13
9	0,36	0,29	0,15

İstanbul'da 2000 yılı itibariyle benzinli araçlardan ve benzin istasyonlarından kaynaklanan benzin buharı kayıpları sıratmalı besleme durumunda ve RVP 10 psia iken % 0,36 olmaktadır (Çizelge 5.16).

5.3 Tanker Deposuna Dair Bulgular

Tanker Depolarından Kaçan Benzin Buharı Emisyon Miktarının Hesaplanması

İstanbul'da Mayıs-Eylül ayları arasında ortalama hava sıcaklığı : 20,63 °C = 69,13 °F

69,13 °F için Şekil 4.8' den RVP'ın 7,8,9,10 olması hallerindeki gerçek buhar basıncı değerleri okunmuş ve değerler Çizelge 5.17 'da gösterilmiştir

Çizelge 5.17 Tanker deposundaki benzine ait özellikler

RVP (psia)	7	8	9	10
TVP (psia)(bar)	4,4 (0,30)	5,02 (0,34)	5,6 (0,38)	6,3 (0,43)
M (g / g-mol)	68	67	66	66
T (oR)	529,13	529,13	529,13	529,13

Tanker deposunda sıçratmalı ve daldırmalı besleme halinde meydana gelen yükleme kayıpları;

$$L_L = 12,46 \frac{SPM}{T}$$

Formülü ile hesaplanabilir. Burada S değeri; Çizelge 4.3'den belirli normal servis tankeri için sıçratmalı beslemede 1,45 , daldırmalı besleme halinde ise 0,60 olduğu görülmektedir. Çizelge 4.3 'de görülen değerler Denklem (4.1) 'de yerine koyulursa hesaplanan yükleme kaybı değerleri Çizelge 5.18'de görülmektedir.

Çizelge 5.18 Tanker deposunda sıçratmalı ve daldırmalı besleme hallerinde meydana gelen yükleme kaybı değerleri

RVP (psia)	7	8	9	10
Sıçratmalı besleme L_L (lb/10 ³ gal) (mg/lt)	10,21 (1225)	11,48 (1377)	12,62 (1513)	14,19 (1702)
Daldırmalı besleme L_L (lb/10 ³ gal) (mg/lt)	4,1 (491,71)	4,7 (563,67)	5,1 (611,64)	5,8 (695,6)

Tankerlerde meydana gelen benzin buharı emisyon miktarının hesaplanmasında Denklem (4.3)'den istifade edilir.

$$M_E = F_{1 \text{ bar}} * V * P * D$$

$F_{1 \text{ bar}} = 1 \text{ bar}$ 'a göre düzenlenmiş emisyon kütlesi değerleri olup, Çizelge 5.19 'da gösterilmiştir.

V =Belli bir zaman peryodunda tanker deposunda bulunmuş olan benzin miktarıdır

İstanbul'da tüketilen toplam benzin miktarları = 1,588,194,000 lt/yıl

$$= 661,747,500 \text{ lt/5 ay}$$

İstanbul'da mevcut tanker sayısı 100 , ortalama tanker hacmi ise 25 m^3 ve tankerin her beslenmesinde hacminin tamamının dolduğu kabul edilirse;

$$1 \text{ yılda } 1 \text{ tanker; } \frac{(1,588,194)}{(25) * (100)} = 635 \text{ defa benzinle besleniyor.}$$

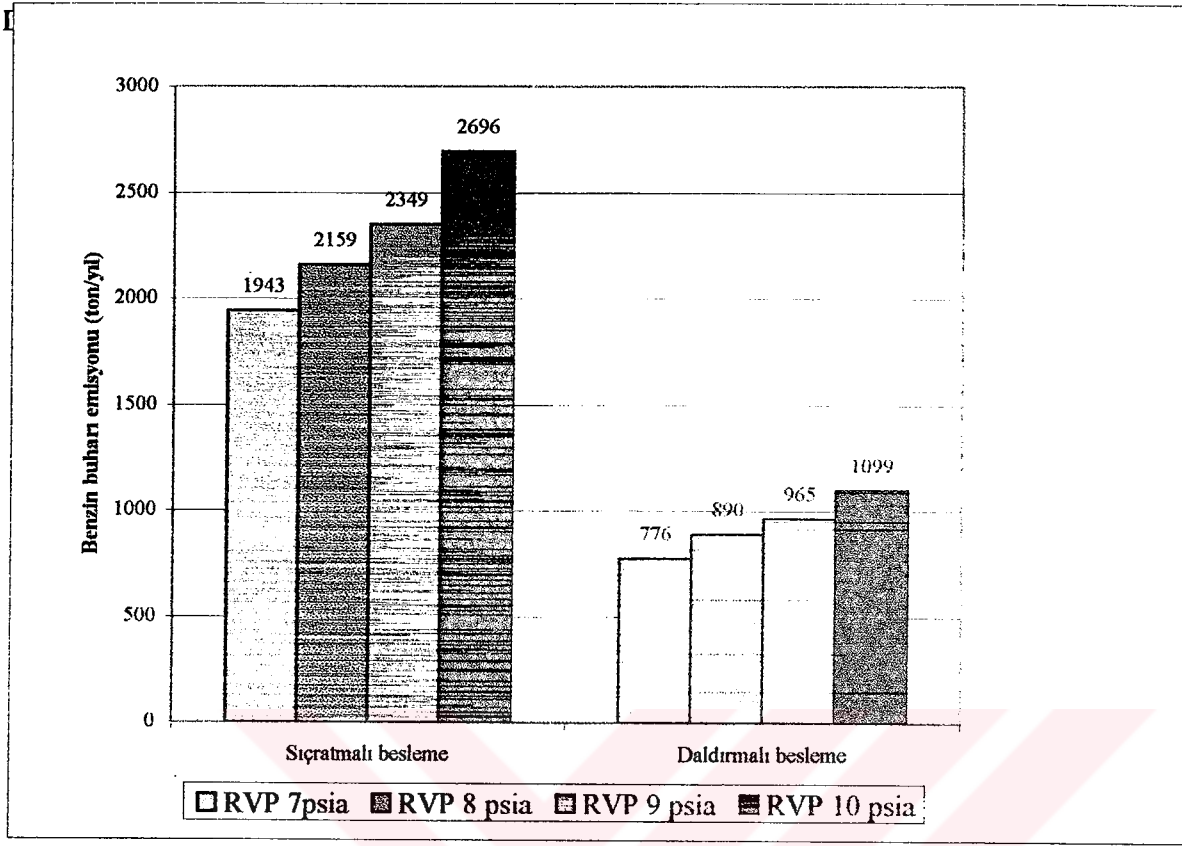
$$1 \text{ yılda } 1 \text{ tankere; } (635) * (25 \text{ m}^3) = 15875 \text{ m}^3 \text{ benzin girmiş oluyor.}$$

$$5 \text{ ayda ise } 1 \text{ tanker; } \frac{(635) * (5)}{(12)} = 265 \text{ defa besleniyor.}$$

Çizelge 5.19'da tanker depolarında meydana gelen benzin buharı miktarları sıçratmalı ve daldırmalı beslem durumlarında ayrı ayrı incelenmiştir

Çizelge 5.19 Tanker deposunda sıçratmalı ve daldırmalı besleme halinde meydana gelen emisyon miktarları

Besleme metodu	RVP (psia)	P, (bar) (69,13 °F)	F _{1bar}	M _E (gr/1beslenmede) (1 tankerde)	M _E (ton/ 5ay) (1tanker)	M _E (ton/yıl) (1tanker)
Sıçratmalı Besleme	7	0,3	4,08	36000	8,1	19,43
					810	1943
	8	0,34	4,05	34000	9,01	21,59
					901	2159
	9	0,38	3,98	37000	10,01	23,49
					1001	2349
	10	0,43	3,95	42000	11,25	26,96
					1125	2696
Daldırmalı Besleme	7	0,3	1,63	12000	3,23	7,76
					323	776
	8	0,34	1,65	14000	3,71	8,9
					371	890
	9	0,38	1,6	15000	4,02	9,65
					402	965
	10	0,43	1,61	17000	4,58	10,99
					458	1099



Şekil 5.7 Tanker depolarında farklı besleme yöntemlerine ve Reid buhar basıncına bağlı olarak meydana gelen benzin buharı emisyonları

Şekil 5.7’de İstanbul’da tankerlerden kaynaklı benzin buharı emisyonlarının besleme metodu ve RVP’ye göre değişimi görülmektedir.

Burada da RVP arttıkça emisyon miktarının arttığı ve daldırmalı beslemenin sıçratmalı beslemeye nisbeten emisyon miktarında;

$$\frac{1943 - 776}{1943} = \% 60 \text{ oranında azalma sağladığı tespit edilmiştir.}$$

6. SONUÇLAR

Yer seviyesindeki ozon (O_3) miktarının tüm dünyada canlı ve cansız yaşam üzerine olumsuz etkilerinin görülmeye başlanmasıyla, ozon gazının atmosferdeki miktarının sınırlandırılmasına yönelik araştırmalar ve çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Ozon gazı atmosferde ikincil kirleticilerden olup ancak birtakım reaksiyonlar sonucu meydana gelmektedir. Ozon probleminin çözümü genelde; ozona neden olan azotoksitler (NO_x) ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) kontrol altına alınması doğrultusundadır. Uçucu organik bileşiklerin % 50 kaynağının benzin istasyonlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (EPA, 1996). Benzin istasyonlarından atmosfere kaçan benzin buharları uçucu organik bileşiklerden meydana gelmektedir. Bu amaçtan hareketle İstanbul'da benzin istasyonlarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharlarının hava kirlenmesine etkisi ve uygulanması gereken kontrol yöntemleri araştırılmıştır.

İstanbul'un Asya ve Avrupa yakasında, toplam 26 ilçede bulunan benzin istasyonları araştırılmış, bunlara ait bilgiler toplanmıştır. İstanbul'da benzin istasyonları ortalama $26 m^3$ depo hacmi kapasitesine sahip olup, bulundukları ilçelerin nüfus ve taşıt yoğunluğu durumuna göre istasyonların sayı ve kapasiteleri değişmektedir. İstanbul genelinde şu anda $11486 m^3$ depo hacmi kapasitesinde 442 adet benzin istasyonu bulunmaktadır. Asya yakasına nisbeten nüfus ve taşıt sayısı bakımından daha yoğun olan Avrupa yakasında benzin istasyonları sayı ve depo hacmi de daha fazladır. Asya yakasında toplam depo hacmi $4341 m^3$ iken bu değer Avrupa yakasında $7145 m^3$ 'tür.

Benzin istasyonlarında depo tankları genelde yere gömülüdür. Depo tankına dair hesaplamalar da benzinin sıcaklığı olarak 50 cm. derinlikteki ortalama toprak ısısı olan $23 ^\circ C$ kabul edilmiştir. Toprak sıcaklığının tespitinde ise Florya, Göztepe ve Kartal meteoroloji istasyonlarına ait verilerden faydalanılmıştır.

İstanbul'da benzinin ana üretim tesisinden tankerler vasıtasıyla benzin istasyonu depo tankına gelişindeki her bir transfer aşamasında "sıçratmalı besleme" yöntemine göre besleme olmaktadır. Sıçratmalı beslemede benzin depoya veya tankere boşaltılarak verildiği için depo içinde meydana gelen türbülans ve çalkalanma nedeniyle meydana gelen benzin buharı miktarı da fazladır. Benzin transferinin olduğu noktaların hiçbirinde buhar kontrol mekanizması olmadığından sıçratmalı besleme ile ortaya çıkan buhar kayıpları daha

yüksektir. Asya yakasında sıçratmalı beslemede meydana gelen benzin buharı kaybı 770,19 ton/yıl iken Avrupa yakasında 1266,48 ton/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.5-5.8). İstanbul'un genelinde ise bu kayıplar toplam 2036,67 ton/yıl'dır (Çizelge 5.10).

İstanbul'da benzin istasyonları ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan kayıplar 3300 – 5000 ton/yıl olup, kayıp oranı % 0,27- 0,36 arasında değişmektedir. Ekonomik açıdan ise bu kayıplar 3,500,000 – 5,000,000 \$/yıl zarar vermektedir.

İstanbul'da benzin istasyonlarından ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan benzin buharı kayıplarının önlenmesi amacıyla aşağıdaki çözüm yöntemleri uygulanabilir:

1. İstanbul'da şu anda depo tanklarında sıçratmalı besleme yerine daldırmalı besleme sistemine geçilmesi, benzin buharlarının kontrolü açısından ciddi bir ilk adım olacaktır. Bu; hem ülke ekonomisi hem hava kirliliği hem de canlı ve cansız yaşam için oldukça faydalı sonuçlar verecektir. İstanbul'da şu anda daldırmalı besleme yöntemine geçilmesi durumunda geri kazanılacak toplam benzin miktarı 800,000 – 1,100,000 lt/yıl ve bunun ülke ekonomisine katkısı ise 700,000 – 1,000,000 \$/yıl olacaktır. Böylece; meydana gelen benzin buharı emisyon miktarında % 30 bir azalma sağlanacaktır.

2. İkinci bir adım olarak yer altı depo tanklarında bulunan “nefeslik”lere “basınç kısıcı valf”ler uygulanabilir. İstanbul'daki benzin istasyonlarında nefesliklere bu valflerin montajında problemler yaşanmaktadır. Bu nefesliklerin, valflere uygun gelecek şekilde ağız yapıları değiştirilebilir. Basınç kısıcı valfler; depo içinde meydana gelen belli sıcaklık ve basınç değişikliklerinde kendiliğinden açılıp, kapanabilme özelliğine sahiptirler ve benzin buharlarının atmosfere kaçışına engel olurlar.

3. Benzin depolarının beslenmesi gece saatlerinde yapılırsa sıcaklık düşümünden faydalınılır ve böylece benzin buharı kaybı azaltılmış olur.

4. Ayrıca depo kapağının yapısı sızıntı ve buhar kaçışını önleyecek şekilde yalıtılmalıdır.

5. Türkiye'de üretilen benzinin reid buhar basıncı 7-10 arasında değişmektedir. Bu 4 farklı benzin türünün herbiri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır. Benzinin buhar basıncı arttıkça benzin buharı kayıplarının da daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Asya yakasında reid buhar basıncı 7 psia olan benzinle sıçratmalı besleme durumunda 770,19 ton/yıl kayıp olurken bu

değer reid buhar basıncı 10 psia benzinde 1094,54 ton/ yıl olmaktadır. Bu durumda benzin buharı kaybında % 42 artış olmaktadır. Özellikle yaz aylarında benzinin buhar basıncının 7 psiada tutulması mutlaka sağlanmalıdır. Böylece benzin buharı kaybı azaltılmış olur.

6. Benzin buharı geri kazanımının ciddi bir şekilde uygulandığı Kanada ve Amerika gibi ülkelerde en yaygın olarak uygulanan ve benzin buharlarının % 96'sının atmosfere kaçışına engel olduğu tespit edilen "İkinci kademe benzin buharı geri kazanım sistemi"nin şu anda İstanbul'da uygulanması oldukça zordur. Bu sistemin uygulanabilmesi için; benzinin ana üretim tesisinin, tankerlerin ve benzin istasyonlarındaki ekipmanların tamamen bu yeni sisteme uygun olarak dizayn edilmesi gerekmektedir. Öncelikle petrol istasyonundan tankerler vasıtasıyla üretim yerine getirilecek benzin buharlarının burada geri kazanımını sağlayacak altyapının ve düzenlemelerin yapılması gerekir. Böylece hem benzin buharı geri kazanılır hem de benzine yabancı maddelerin katılması önlenmiş olur. İkinci kademe benzin buharı geri kazanım sisteminin İstanbul'da uygulanması durumunda 2,500,000 – 3,500,000 lt/yıl arasında benzin buharı geri kazanılacak ve bunun ekonomiye katkısı 2,200,000 – 3,100,000 \$/yıl civarına olacaktır (Çizelge 5.11).

7. Kargo tankerlerinin beslenmesinde de sıçratmalı yerine daldırmalı besleme sisteminin uygulanmasıyla emisyon miktarında % 60 bir azalmanın sağlanabilmesi bu aşamada benzin buharı kaybının önlenmesi açısından uygulanabilecek ilk adımdır.

8. Motorlu taşıtların yapısında benzin buharı geri kazanımını sağlayacak sistemler, bu konuda mesafe katetmiş Kanada, İngiltere gibi ülkelerde son birkaç yıldır araştırılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Yani bu nokta bizim için çok erken olup, öncelikle benzin istasyonları ve tankerlerde kayıpların önlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Adams Street Shell,(1998), What is Gasoline?, <http://members.aol.com/adamshell/gasfyi.htm>

Aksoy, H.A.,(1990),Petrol Rafinasyonunda Uygulanan Modern Üretim Yöntemleri, İ.T.Ü. Kimya Metalurji Fakültesi, Kimya Müh. Anabilim Dalı, İstanbul.

Armistead, G. JR., Washington, D.C., (1959), 2nd Edition Safety, In Petroleum Refining And Related Industries, New York.

British Colombia Ministry Of Environment, Lands & Parks, (1996), The Environmental Protection Compendium, Gasoline Vapour Control Regulation Guide To Compliance, <http://www.env.gov.bc.ca/~cpr/guidelns/gvcrgrtc.htm>

California Air Resources Board Factsheet, (1997), Gasoline Vapor Recovery Certifications, Interaction With Onboard Refueling Vapor Recovery (ORVR), <http://www.arb.ca.gov/vapor/factsh-4.htm>

CALTEX Environment Report, (1999), Air, Energy&Greenhouse, <http://www.caltex.com.au/enviro/greenhouse.html>

Clean Air Act Information Network, (1994), Final Air Toxics Rule For Gasoline Distrubution Facilities, <http://envinfo.com/caain/mact/gdifact.html>

De Nevers, N., (1995), Air Pollution Control Engineering, Mc-Graw Hill International Editions, Civil Engineering Series

Department of Environment and Natural Resoures, (1998), Stage 1 Vapor Recovery, <http://daq.state.nc.us/Offices/Technical/Mobile/Vapor>

Environment Canada, (1998), Evaporative Emission Controls, <http://www.ec.gc.ca/emission/4-2e.html>

Environmental Protection Agency (EPA), (1999), Stage 2 Vapor Recovery, <http://www.epa.state.il.us/air/stage-ii-vapor-recovery.html>

Federal Clean Air Act, (1999), Stage 1 and 2 Vapor Recovery, <http://airq.ci.el-paso.tx.us/stageii1.htm>

Gasoline Vapor Control Regulation, Waste Management Act, (1995) http://www.qp.gov.bc.ca/stat_reg/regs/elp/r226_95.htm

Guidance For The Estimation of VOC Emissions From Facilities Downstream of Refineries, (Service Stations and Storage Tanks ,(1998)

Institute of Information & Computing Sciences,(2000), Gasoline FAQ- Part 4 of 4 <http://www.cs.ruu.nl/wais/html/na-dir/autos/gasoline-faq/part4.html>

Institute of Information & Computing Sciences,(2000), Gasoline FAQ- Part 4 of 4 <http://www.cs.ruu.nl/wais/html/na-dir/autos/gasoline-faq/part4.html>

Maricopa County Environmental Services Department Air Quality Program,(1992), Regulation 3-Control of Air Contaminants, Rule 353 Transfer of Gasoline Into Stationary Storage Dispensing Tanks, <http://www.maricopa.gov/sbeap/353-9204.htm>

Maricopa County Environmental Services Department Air Quality Program,(1997), A Guide For Reducing Air Pollution From Gasoline Service Stations And Gasoline Delivery Vessels, Stage 1 Vapor Recovery, <http://www.maricopa.gov/sbeap/gasp2.htm>

Office of Waste Management, (1997), Stage 2 Vapor Recovery, <http://www.tnrcc.state.tx.us/waste/pst/stage2/index.htm>

Ohio EPA, Division of Air Pollution Control, (1999), Engineering Section, Stage 1-2 , <http://www.epa.ohio.gov/dapc/engineer/stg12c.html>

Petroleum Industry, (1995), Transportation And Marketing of Petroleum Liquids

Pima County Department of Environmental Quality and Pima Association of Governments, (1997), Potential Measures for Control of Ozone Pollution In Pima County, <http://www.pagnet.org/AQ/ozone.html>

Pima County Department of Environmental Quality ,(1999), Ozone and Stage 2 Vapor Recovery-Frequently Asked Questions, <http://www.deq.co.pima.az.us/airinfo/stage2/stage2faq.html>

Santa Barbara County Air Pollution Control District, (1997), Rule 316. Storage and Transfer of Gasoline, <http://www.arbis.arb.ca.gov/DRDB/SB>

Snelgrove, D.G., (1990), Motor Gasoline

Spokane County Air Pollution Control Authority, (1999), Gasoline Dispensing, <http://www.scapca.org/gas.html>

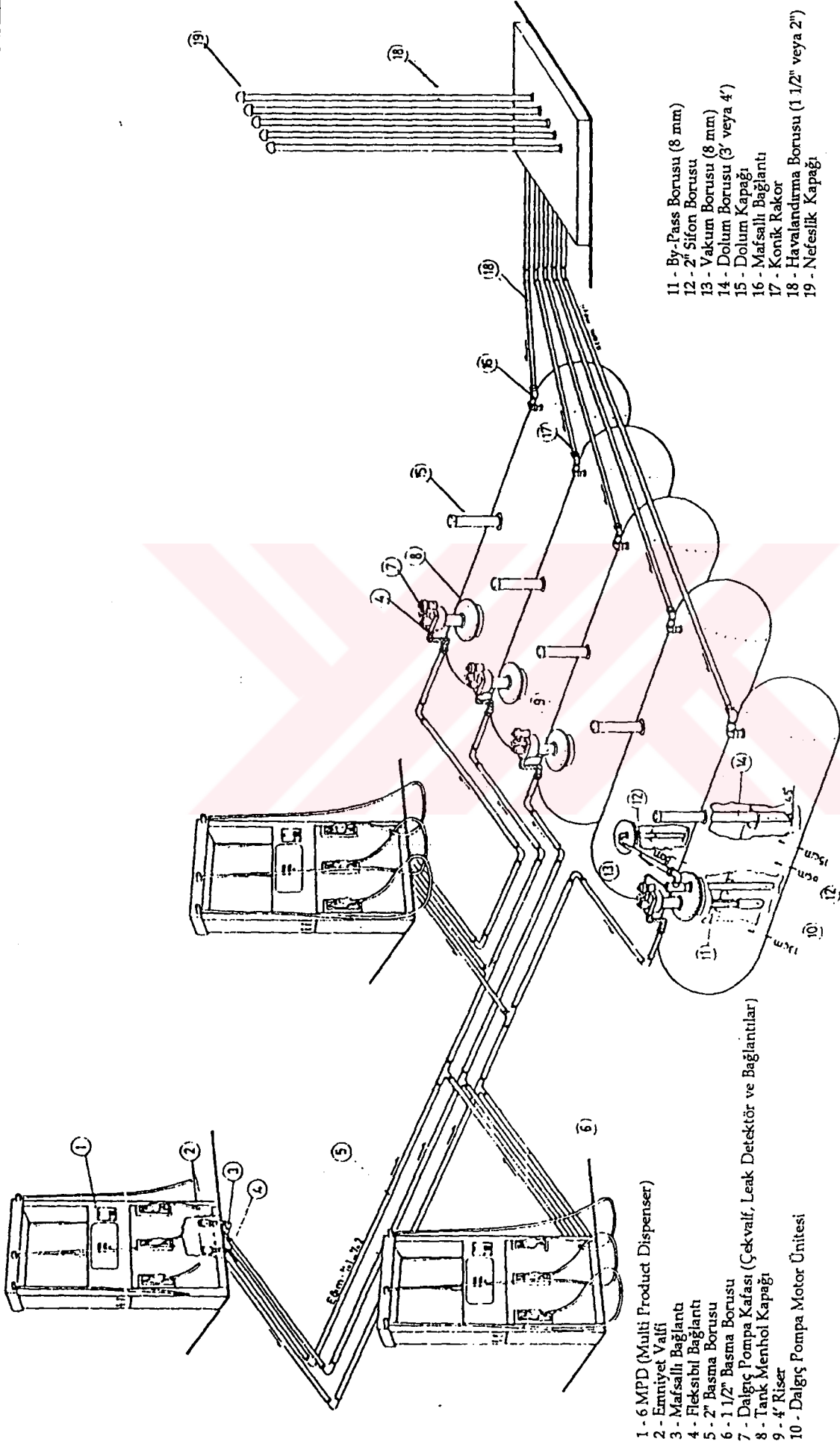
State of Arizona Department of Weights and Measures, (1995), Arizona Administrative Code Title 20, Chapter 2, Article 9, Gasoline Vapor Control, <http://www.pagnet.org/AQ/article9.html>

Totten, J., (2000), Petroleum Equipment & Technology

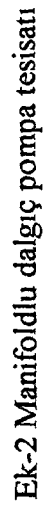
Tushingham, M., Lalonde, F.,Environment Canada, (1995), Supporting Document for Environmental Guidelines for Controlling Emissions of Volatile Organic Compounds From Aboveground Storage Tanks, http://www.ec.gc.ca/oged_dpge/level3e/comeguidelines/supte.htm

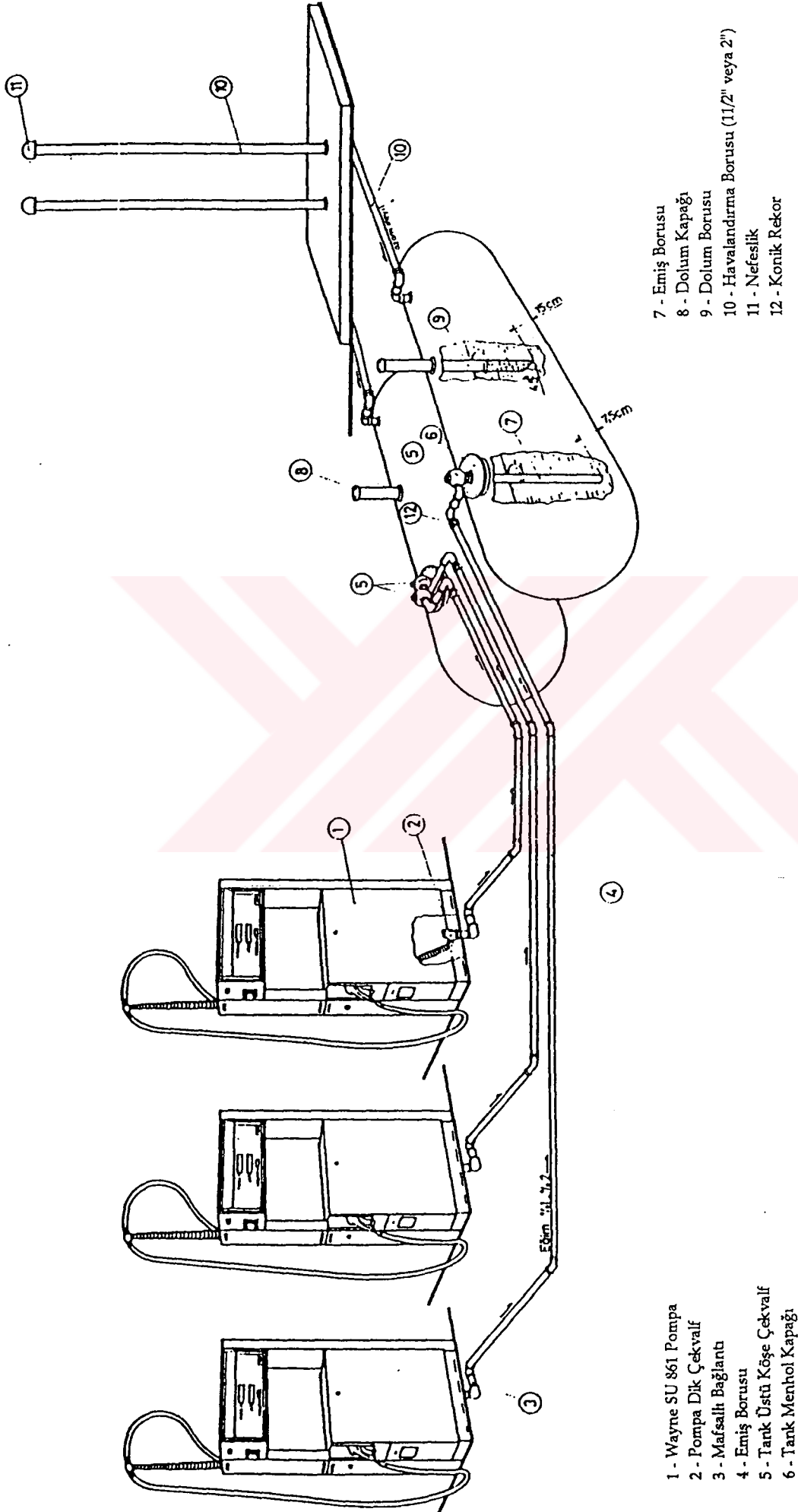
Volvo Cars of North America, (1998), Cars and Their Environmental Impact, <http://www.environment.volvocars.com/ch5-4.htm>

Watkins, L.H., Air Pollution From Road Vehicles.



Ek-1 Dalgıç pompa tesisatı





Ek-3 Emişli tesisat

İLLER İTİBARIYLA 1999 YILI PETROL ÜRÜNLERİ SATIŞLARI (M.TON)
OIL PRODUCTS SALES BY PROVINCES IN 1999 (METRIC TONS)

İller Provinces	LPG	Normal benzin Normal gasoline	Süper benzin Super gasoline	K.süper benzin Unleaded gasoline	Gazyağı Kerosene	Motorin Diesel oil	Kalorifer yakıtı Heating oil	Fuel oil No.6	Toplam Total
Adana	71 122	45 712	29 101	20 080	1 541	139 741	8 983	90 552	335 710
Adıyaman	12 231	6 557	1 831	1 104	4	12 184	3 345	305	25 330
Afyon	20 355	18 840	10 306	8 835	59	87 606	5 847	6 120	137 613
Ağrı	7 007	4 717	1 104	1 580	9	1 794	5 869	128	15 201
Amasya	11 685	9 397	4 532	2 659	68	27 161	3 937	493	48 247
Ankara	263 877	146 920	135 436	132 657	2 419	717 619	208 108	368 270	1 711 429
Antalya	94 899	79 266	48 534	33 941	963	218 364	13 307	8 413	402 788
Artvin	5 480	4 742	2 670	1 225	50	7 936	3 895	3 189	23 707
Aydın	51 916	32 405	19 101	11 490	1 285	119 516	5 199	1 954	190 950
Balıkesir	51 263	32 264	24 263	14 574	806	178 801	18 494	18 902	288 104
Bilecik	30 087	5 431	3 933	2 183	154	38 877	3 580	737	54 895
Bingöl	4 393	1 655	705	401		2 064	3 356		8 181
Bitlis	3 973	3 027	615	424	26	1 712	3 880	20	9 704
Bolu	41 926	20 392	18 471	13 853	159	103 622	17 881	9 281	183 659
Burdur	8 714	13 160	5 298	2 612	20	40 675	3 303	883	65 951
Bursa	116 034	48 306	61 459	39 870	3 600	260 921	41 825	132 359	588 340
Çanakkale	25 786	16 678	10 689	6 295	343	94 580	7 404	14 618	150 607
Çankırı	8 060	4 883	3 387	1 851	21	20 778	2 872	3 244	37 036
Çorum	22 816	14 740	7 385	4 770	199	105 341	8 224	6 086	146 745
Denizli	54 153	33 503	16 036	10 908	819	117 374	19 363	109 356	307 359
Diyarbakır	20 840	12 157	4 504	3 891	161	19 893	16 792	3 947	61 345
Edirne	15 413	10 389	10 126	5 798	212	104 717	8 989	4 864	145 095
Elazığ	17 879	13 977	5 874	3 983	231	19 389	19 147	4 790	67 391
Erdacan	8 490	4 919	2 297	1 679	72	9 528	6 017		24 512
Erzurum	20 996	10 410	6 478	5 177	180	18 580	36 370	601	77 796
Eskişehir	60 048	18 850	14 402	8 110	271	94 329	13 176	22 782	171 920
Gaziantep	44 482	30 986	13 059	10 386	325	42 284	14 228	14 871	126 139
Giresun	15 112	8 030	5 694	2 514	147	21 133	1 687	3 450	42 655
Gümüşhane	2 950	2 497	930	740	10	5 073	698		9 948
Hakkâri	2 334	584	247	254		2 265	3 669		7 019
Hatay	41 345	39 934	16 495	10 879	663	60 673	3 696	403 541	535 881
İsparta	14 019	16 129	7 459	3 857	132	58 331	10 575	4 877	101 360
İçel	69 424	91 109	40 818	33 453	2 940	309 072	103 115	313 537	894 044
İstanbul	729 290	262 028	499 861	434 572	5 876	1 546 943	384 422	751 785	3 885 487
İzmir	300 233	165 400	136 885	85 988	7 924	734 472	85 602	270 330	1 486 601
Kars	5 463	4 041	1 529	1 358	138	4 533	3 668	16	15 283
Kastamonu	13 753	13 312	6 767	2 783	217	46 387	5 136	92	74 694
Kayseri	79 976	25 367	11 702	11 067	288	123 154	33 935	38 715	244 228
Kırklareli	21 361	10 905	10 162	5 128	305	56 208	9 213	4 536	96 457

Ek-4 İller itibarıyla 1999 yılı petrol ürünleri satışları (m. ton), (Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, 1999)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 21.03.1977

Doğum yeri Iğdır

Yabancı dil İngilizce

Lise 1990-1993 Iğdır Lisesi

Lisans 1993-1997 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak.
Çevre Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1997-2000 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Müh. Anabilim Dalı,

Çalıştığı kurumlar

1998 VADİ Mühendislik Ltd Şti.
1998-Devam ediyor Boğaziçi İnş. Peyz. Mim. Tic. A.Ş.



YÜKSEK GÖZETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ