

66999

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YAYLALARI İÇİN ENERJİ DUYARLI
BİR BUNGALOV ÖNERİSİ

Mimar Ahmet KOÇHAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Yüksek Mimar"

Ünvanı verilmesi için Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :09/01/1997
Tezin Savunma Tarihi :03/02/1997

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Şengül Öymen GÜR

Jüri Üyesi : Doç.Dr.Asiye PEHLEVAN

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr.Ali ASASOĞLU

Enstitü Müdürü : Doç.Dr.Asım Kadioğlu

Ocak 1997

TRABZON

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Bu çalışma KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgisini esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. Şengül Ö. GÜR'e, çalışmanın gerçekleşmesinde yardımları olan hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür etmeyi zevkli bir görev bilirim.

Ayrıca tez çalışmam sırasında maddi ve manevi hiç bir desteği esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Trabzon, Ocak-1997

Ahmet KOÇHAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Enerji.....	3
1.1.2. Dünyada Enerji.....	4
1.1.3. Türkiye'de Enerji.....	6
1.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	10
1.2. Güneş Enerjisi.....	12
1.2.1. Güneş Işınım Türleri.....	12
1.2.2. Maksimum Güneş Işınımı Alan Düzlemin Eğimi.....	13
1.3. Binaların Isıtılması ve İklimlendirilmesinde Güneş Enerjisinden Yararlanılan Yöntemler.....	14
1.3.1. Direkt Kazanç Sistemleri.....	15
1.3.2. Dolaylı Kazanç Sistemleri.....	16
1.3.2.1. Trombe Duvarı.....	17
1.3.2.2. İlave Güneş Mekanları-Seralar.....	18
1.3.2.3. Su Duvarları.....	19
1.3.2.4. Çatı Havuzları.....	20
1.3.2.5. Doğal Dolaşım-Termosifon Kollektörleri.....	21
1.4. Rüzgar Enerjisi.....	22
1.4.1. Rüzgarın Etkileri.....	24
1.4.2. Bina Çevresinde Rüzgar Hareketleri.....	27
1.4.3. Rüzgar Enerjisinin Özellikleri.....	28
1.4.4. Rüzgar Enerjisi Sistemleri.....	29
1.4.4.1. Yer Seçimi.....	30

	Sayfa No
1.4.4.2. Çevreye Etkileri	31
1.5. Doğu Karadeniz Bölgesinde İklim	33
1.5.1. Doğu Karadeniz Bölgesinde Güneş	34
1.5.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde Rüzgar	36
1.5.3. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Nem ve Binaların Havalandırılması.....	38
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	42
2.1. DKB'de Sürdürülebilir Dağ ve Yayla Turizminde Enerji Sorunu	42
2.2. Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Tezin Amaçları.....	42
2.3. Yayılda İklim ve İnsan Konfor Eğrisi Etkileşimi.....	44
2.4. Örnek Çalışma	46
2.4.1. Genel Yönelme Önlemleri	48
2.4.2. Isı Kayıplarının Önlenmesi	48
2.4.2.1. Döşeme	49
2.4.2.2. Duvarlar.....	50
2.4.2.3. Çatı.....	51
2.4.3. Isı Kazançları.....	51
2.4.4. Bungalovun Projelendirilmesi.....	54
3. BULGULAR	57
3.1. Isı İhtiyaçları	57
3.2. Isı Kayıpları	58
3.3. Isı Kazançları.....	65
3.4. Rüzgar Türbini Tasarımı.....	67
4. İRDELEME VE TARTIŞMA.....	70
4.1. Maliyet.....	70
4.2. İşlev	70
4.3. Çevre Temizliği ve Turizm.....	70
5. SONUÇLAR.....	72
6. ÖNERİLER	73
7. KAYNAKLAR	75
8. EKLER.....	78
9. ÖZGEÇMİŞ	84

ÖZET

Çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi pilot bölge seçilerek, bölgede dağ ve yayla turizmini amaçlayan tesislerin enerji ihtiyaçlarının, bölgenin güneş ve rüzgar enerjisi potansiyelinden yararlanarak karşılanabilirliği araştırılmaktadır.

Bölgenin coğrafi yapısı nedeniyle, bilinen enerjilerin tesislere ulaştırılması ve bu alanlarda kullanılması, ekonomik olmayacağı gibi, önemli çevre sorunlarına da neden olacaktır. Dolayısıyla tesislerin enerji ihtiyacının, güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanılarak karşılanması, bölgenin ekonomik koşulları açısından önemli avantajlar sağlayabileceği gibi, çevre duyarlılığı konusunda da, turizme olumlu yönde katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın ilk aşamasında, Dünya ve Türkiye'deki enerji konusuna değinildikten sonra, yenilenebilir enerji kaynakları ve uygulama alanlarıyla ilgili bilgi verilmiştir.

İkinci aşamada, dağ ve yayla turizmi için enerji duyarlı, örnek bungalow tasarlanmıştır. Bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak, bungalowun dış yüzey elemanları için malzeme seçimi yapılarak, yapı detayları geliştirilmiştir.

Üçüncü aşamada bungalowun ısı kayıpları ve önerilen yenilenebilir enerji sistemlerinden elde edilebilecek enerji kazançları hesaplanmıştır.

Dördüncü ve son aşamada bulgular karşılaştırılarak sonuca varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, yenilenebilir enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, dağ ve yayla turizmi, iklim.

SUMMARY

A PROPOSED ENERGY SENSITIVE BUNGALOV FOR THE BLACK-SEA REGION PLATEAUS

This is a research realized for the purpose of investigating the potentials and possibilities of designing “0” energy touristic habitats for the pilot region of the Black-Sea, Turkey.

Due to the geographical properties of the region the transportation of known sources of energy to the high plateaus of the region is a highly expensive solution. Also this many induce several environmental problems. Therefore to meet the energy requirements of the habitats for tourists from the natural sources such as the sun and the wind will result in double-fold advantages: positive contribution to the tourism of Turkey and the economy of the region.

The first chapter unfolds the energy concerns of the world in general, and Turkey in particular.

The second chapter dwells upon a bungalov starting from a very rudimentary stage and developing this test material, in the third chapter into a full-blown project by continuously testing it with the climatic conditions of the region until the heat loss and again are balanced at 18 °C as the inner comfort temperature. Thus a “0” energy bungalov is created and proposed.

In the fourth and the last chapter the findings of the research are revealed, discussed and the social political and organizational consequences are expounded.

Key Words: Climate, renewable energy, sun energy, wind energy, sustainability, mountain and plateau tourism.

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Güneş enerjisinden direkt kazanç sistemi	15
Şekil 2. Kot farkı ile güneşten yararlanma.....	16
Şekil 3. Trombe duvarı	17
Şekil 4. Trombe duvarı kış ve yaz çalışması	18
Şekil 5. İlave güneş mekanları-seralar	19
Şekil 6. Sera uygulaması-hava dolaşımı	19
Şekil 7. Su duvarları	20
Şekil 8. Çatı havuzları	20
Şekil 9. Doğal dolaşım-termosifon kollektörleri	22
Şekil 10. Kıyı meltemleri.....	23
Şekil 11. Dağ ve vadi meltemleri	23
Şekil 12. Yamaç rüzgarları	24
Şekil 13. Drenaj rüzgarları.....	24
Şekil 14. Binaların birbirlerinin rüzgar almalarını engellemeyecek şekilde yönlendirilmeleri.....	25
Şekil 15. Daha fazla rüzgar alabilmek için binaların yükseltilmesi	26
Şekil 16. Binanın çevresinde alınabilecek önlemler.....	26
Şekil 17. Rüzgarın binaya 45° lik açıyla gelmesi durumunda rüzgar hareketleri	27
Şekil 18. İki bina arasında rüzgar hareketi.....	27
Şekil 19. Farklı yükseklikteki binalar arasında rüzgar hareketi	28
Şekil 20. Bina duvar yüzeylerindeki çıkımlar üzerinde rüzgar hareketleri.....	28
Şekil 21. Bir rüzgar tarlası görünümü.....	32
Şekil 22. Rüzgar türbini gürültü seviyeleri.....	32
Şekil 23. Doğu Karadeniz Bölgesi iklim haritası.....	34
Şekil 24. Güneş ışınlam günlük kalori toplamının aylık ortalaması (cal/cm ² .dak).....	35
Şekil 25. İstenmeyen rüzgara karşı ağaç perdeler	38
Şekil 26. Rüzgar etkilerini azaltan saçak şekli	38
Şekil 27. Trabzon ve Rize evlerinde doğal havalandırma	40

	Sayfa No
Şekil 26. Giresun yöre evlerinde doğal havalandırma.....	40
Şekil 29. D.K.B. meteoroloji istasyonları	44
Şekil 30. Yeni biyoklimatik grafik.....	46
Şekil 31. Bungalovun işleve bağlı olarak oluşturulan iskeleti.....	47
Şekil 32. Bungalovun enerji duyarlı bir ön modele dönüştürülmüş şekli	48
Şekil 33. Döşeme	49
Şekil 34. Toprakla örtülü duvar detayı.....	50
Şekil 35. Havayla temas eden duvar detayı	50
Şekil 36. Güney duvarı detayı	51
Şekil 37. Çatı.....	51
Şekil 38. Yaz-kış güneş geliş açıları	52
Şekil 39. Bungalovda sera ve trombe duvarıyla ısınma	53
Şekil 40. Bungalovun planları.....	54
Şekil 41. I-I kesiti	55
Şekil 42. Güney cephesi	55
Şekil 43. Derece-gün grafiği.....	57

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. Dünya Enerji Rezervleri -1991Sonu.....	5
Tablo 2. Dünya Ticari Enerji Arzı.....	5
Tablo 3. Enerji Üretiminde ve Tüketiminde Gelişmeler	6
Tablo 4. Türkiye'de Enerji Kaynakları.....	7
Tablo 5. Enerji Üretiminde Gelişmeler.....	7
Tablo 6. Enerji Tüketiminde Gelişmeler	8
Tablo 7. Enerji Tüketiminde Sektörel Gelişmeler-BTEP.....	8
Tablo 8. 1990 Yılı Enerji Tüketiminde Kaynakların Sektörel Payları (%).....	9
Tablo 9. Türkiye İçin Enlemlere Göre Aylık Optimum Düzlem Eğimleri.....	14
Tablo 10. Ortalama Güneşlenme Süresi (saat.dakika).....	35
Tablo 11. D.K.B. İklimsel Veriler Tablosu.....	37
Tablo 12. D.K.B. Yıllık Ortalama Bağıl Nem Yüzdeleri.....	39
Tablo 13. Seçilen İklimsel Verilerin Ortalamaları	45
Tablo 14. Yönlere Göre Yapı Bileşenlerinin Alanları ve Isı Geçirme Katsayıları	56
Tablo 15. Aylık Isı Kayıpları	59
Tablo 16. Aylık Toplam Isı Kayıpları.....	65
Tablo 17. Aylık Isı Kazançları.....	66
Tablo 18. DKB'nde En Yüksek Rüzgar Hız Ortalaması Olan İstasyonlar	67
Tablo 19. Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Rüzgar Türbini Tipleri.....	68
Tablo 20. Çok Kanatlı Rüzgar Türbininden Elde Edilecek Enerji Miktarları (W).....	69
Ek 1. Aylık Ortalama Sıcaklık (°C).....	79
Ek 2. Aylık Ortalama Nisbi Nem (%).....	80
Ek 3. 100 cm'de Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C).....	81
Ek 4. Saat 07 ve 14'deki Ortalama Sıcaklık (°C).....	82
Ek 5. Saat 07 ve 14'deki Ortalama Nisbi Nem (%).....	83

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bina, insan ve çevre arasındaki dengenin kurgusunu yansıtan bir kabuktur. Sağlıklı bir kabuk bir yandan yapının ömrünü uzatarak bakım ve onarım maliyetini minimuma indirirken, tükenmez enerji kaynaklarından pasif, aktif yada karma biçimde yararlanarak yapıyı şekillendirir, diğer yandan kullanım maliyetini düşürerek gerek mikro ekonomik gerekse makro ekonomik yarar sağlar.

Gelişmiş ülkelerde bu durumun bilincine erken varılmış, çeşitli iklim bölgelerinde yapıda uyulması gerekli koşullar belirlenmiş ve salt mekanik sistemlere, tükenir enerji kaynaklarına yönelmenin uzun dönemli tehlikeleri üzerinde durulmuştur.

Ülkemizde enerji konusuna genel bir duyarsızlık mevcuttur. Uygulamacı mimarın ve karar vericinin elinde kolay yorumlanabilir kaynaklar olmadığı gibi araştırmalar da sınırlıdır.

İklimsel verileri ön plana çıkaran enerji duyarlı bir bina tasarımı anlayışı enerji kaynaklarını ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma işlemlerinde pasif, aktif veya karma biçimde kullanmayı hedef alır. Güneş ve rüzgar başlıca doğal enerji kaynakları olarak, yapay enerji kaynaklarını konut biriminde büyük ölçüde takviye edebilen, bazı koşullarda tamamen yerini alabilen enerji kaynaklarıdır. Oysa ülkemizde binaların ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatılması büyük ölçüde yapay enerji kaynaklarına dayalıdır. Bu gerçeğin ivedilikle değiştirilmesi dünyanın tükenen enerji kaynakları ve ülkemizin ekonomik koşulları açısından büyük önem taşımaktadır.

Mimarlık çalışmalarında, tasarıma yön veren doğal etkenler içerisinde, bölgenin iklim koşullarının yapılar üzerindeki etkileri önemli bir yere sahiptir. İklim koşulları yüzyıllar boyunca yapıların plan ve şekillerine tesir etmiş, farklı iklim koşulları, farklı mimari karakterlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

İklim, bir yerin, uzun bir devre içindeki ortalama atmosfer durumu ile, bu durumun gelişmesini gösteren meteoroloji olayların bütünü olarak tanımlanır (1). Belirli kozmik etkenler sonucu ortaya çıkan bu olaylar, yer yüzündeki canlıların yaşamlarını şekillendirir. Yaşanılan yerin iklim koşulları, bölgedeki canlı ve cansız tabiatın genel görünüşünün oluşmasında en önemli etkenlerdir.

Bölgeler arası iklim koşullarındaki farklılıklar, uygarlıklar arasındaki farklılıkların da en önemli nedenlerinden biri olmuştur.

Yapıyı kullanacak insanların etkinliklerine bağlı olarak, iç iklim koşullarını gerekli düzeyde tutacak önlemlerin alınması, yapının tasarlanması sırasında dikkat edilmesi gereken önemli konulardan birisidir. Alınacak önlemlerle kullanıcının etkinliklerinden elde edilecek verim maksimuma ulaşır. Bu durum fizyolojik ve psikolojik rahatlığın tümü olarak tanımlanan "konfor koşulları" nın temini ile gerçekleşebilir. Yapılan tasarımın bu amaca ulaşabilmesi için, tasarımın bölgede egemen iklim koşullarına göre düzenlenmesi gerekir. Aksi halde, bölgenin iklim koşullarını yeterince incelemeyen yapılacak tasarımın bu anlamda başarıya ulaşmasına imkan yoktur.

Sıcaklık / rüzgar / nem ve yağışlar, iklim tipinin niteliğine bağlı olarak yapıya etki eden dış iklim koşullarıdır. Etki şiddetleri bölgede egemen iklim tipine bağlı olarak farklılık gösterir. Bu etkiler sonucunda yapının; yönü, biçimi, dış yüzeyleri ve çevresinde bölgenin iklim koşullarına göre alınmış önlemlerle, bölge halkının sosyal yaşantıları ve bölgeye özgü yapı malzemeleri ile oluşan bir bütün ortaya çıkmış olur.

İç iklim koşullarının bölge iklimine uygun olarak düzenlenmesi, yapının yukarıda belirtilen kısımlarında, malzeme seçiminde ve inşa tekniğinde alınacak önlemlerle büyük oranda gerçekleştirilebilir. Yapının kullanılış amacı ve bölge iklim koşullarının niteliği, bu önlemlerde farklılıkların ortaya çıkmasına neden olur.

Bu önlemlerin iç iklim koşullarının sağlanmasında görev yapabilmeleri ancak, bölge iklim koşullarına bağlı olarak, eldeki malzemenin uygun şekillerde kullanılması sonucu mümkün olabilir. Böylece her iklim tipi kendine özgü koşulları ile bir karakterin ortaya çıkmasına neden olur.

Bu çalışmada ülkemizin doğal enerji kaynaklarından pasif yararlanmada en kritik, olağanüstü rutubetiyle en talihsiz, ılıman-nemli iklim kategorisinde bir ekstrem olan Doğu Karadeniz Bölgesi pilot bölge olarak tercih edilmekte ve doğal kaynaklardan yararlanma potansiyeli ortaya konmaktadır.

Bölgenin kritik olması nedeniyle, bu çalışmada kritik ılıman-nemli bölgelerdeki yeni yerleşme düzenleri ve birimlerinin pasif sistemler olarak tasarlanması aşamasında kullanılabilecek teknik bilgi aktarılmaktadır. Gereksinim duyulan enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından pasif yararlanmayı optimize eden karma sistemler önerilmekte, böylece ısıtma, havalandırma ve aydınlatma işlemlerine bağlı kullanım giderlerinin azaltılması hedeflenmektedir. Bu arada da yapı sağlığı ve ömrü üzerinde olumlu etki edecek tasarım ilkeleri ve detayları geliştirilmektedir.

1.1.1. Enerji

Enerji, insan oğlunun varolduğu günden beri üretim işlemlerinde kullanmak zorunda olduğu bir girdi ve toplumların refah düzeylerinin yükseltilmesinde en önemli etkenlerden biri durumunda olmuştur. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın en önemli unsurlarından birisi olması nedeniyle, yeterli ve güvenilir enerjinin yerinde, zamanında ve düşük maliyetle sağlanması, ekonomi açısından büyük öneme sahiptir.

Dünyada teknolojinin hızla ilerlemesi, enerji ihtiyacının da aynı hızla artmasına neden olmaktadır. Gelişmişliğin bir göstergesi de fert başına tüketilen elektrik enerjisi miktarı olmuştur. Buna karşılık petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil kökenli birincil enerji kaynakları dünya üzerinde sınırlı miktardadırlar. Isı ve elektrik gibi ikincil enerji kaynaklarına dönüştürülmeleri sırasında önemli çevre sorunları yaratmaları, nükleer santrallerin tehlike riskinin yüksek oluşu, dünya enerji talebinin karşılanmasında başka kaynaklara yönelinmesi zorunluluğunu getirmiştir. Özellikle enerji kaynakları kıt, ithal kaynaklara bağımlı, yeterli döviz kaynaklarına sahip olmayan ülkeler için bu alandaki enerji planlaması büyük önem taşımaktadır.

1.1.2. Dünyada Enerji

Dünya üzerinde çok çeşitli enerji kaynakları bulunmaktadır. Bu enerji kaynakları, zamanla, aşama aşama kullanıma geçirilmiş ve her yeni enerji kaynağı ile yeni uygulama alanları ortaya çıkmıştır. Buna paralel olarak enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç da büyük bir hızla artmıştır. Son yüzyıl içerisinde yaşanan endüstri devrimi ve sonrasındaki gelişmelerle, ülkeler arası fosil kökenli enerji kaynaklarına dayalı bir ekonomik denge oluşmuştur. Dünya nüfusunun hızla artması, çeşitli uluslararası olaylar ve petrol üreten ülkelerin üretimlerini kısırarak ham petrole uyguladıkları büyük fiyat artışları 1973 enerji krizinin meydana gelmesine neden olmuştur.

1973 Dünya petrol krizi, tüm dünya ülkelerinin mevcut enerji programlarını yeniden gözden geçirmesine ve gerekli önlemlerin bir an önce alınmasına neden olmuştur. Başlıca önlemlerden birisi de yapılarda tüketilen enerji miktarını kontrol edilmesi ve sınırlandırılması şeklinde olmuştur. Çünkü yapılarda toplam enerjinin % 30 - 40 dolaylarında bir bölümü kullanılmaktadır.

Enerji politikalarındaki değişiklikler, ulusal enerji kaynaklarından mümkün olduğu oranda yararlanma, enerji teknolojisinde dışa bağımlılığın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş, rüzgar, jeotermal vb.) azami derecede yararlanma ve etkin bir enerji tasarrufu şeklinde olmaktadır (2).

Dünya fosil enerji kaynakları toplam rezerv olarak yaklaşık 900 milyar ton petrol eşdeğeri civarındadır. Bu değerinin yüzde 75'ini kömürler oluşturmaktadır; geri kalanı petrol ve doğalgaz tarafından paylaşılmaktadır (Tablo 1), (2).

Tablo 1. Dünya Enerji Rezervleri -1991Sonu

	Kömür (Milyar Ton)	Petrol (Milyar Ton)	Doğalgaz (Triyon m ³)
Kuzey Amerika	249	5.3	7.5
Güney Amerika	12	16.9	6.8
OECD Avrupa	99	1.9	5.1
OECD Dışı Avrupa	315	8.0	50.0
Orta Doğu	0	89.4	37.4
Afrika	62	8.0	8.8
Asya ve Avustralya	304	5.9	0.4
TOPLAM	1041	135.4	124.0

1991 yılı itibariyle dünya ticari enerji arzı 7,9 milyar ton petrol eşdeğeridir. Arza en büyük katkısı, yüzde 39 pay ile petrol yapmaktadır. Kömür yüzde 29, doğal gaz yüzde 22, nükleer enerji yüzde 7 ve hidrolik enerji yüzde 3 oranında paylara sahiptir (Tablo 2), (2).

Tablo 2. Dünya Ticari Enerji Arzı

	Milyon TEP				
	1975	1980	1985	1989	1991
Kömür	1612	1898	2166	2357	2310
Petrol	2652	2989	2812	3093	3130
Doğalgaz	999	1230	1419	1652	1717
Nükleer	100	186	389	506	560
Hidrolik	134	165	195	207	216
TOPLAM	5497	6468	6981	7815	7933

Mevcut kaynakların üretim ve tüketiminin bu düzeyde sürdürülmesi halinde petrol kaynaklarının 40, doğal gaz kaynaklarının 60 ve kömür kaynaklarının 240 yıl daha hizmet verebileceği hesaplanmaktadır. Ancak enerji talebinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde büyük hızla artmaya devam ettiğide bir gerçektir. Yeni rezervler bulunmadığı takdirde, kaynakların çok daha kısa sürede tükenmesi olasıdır (2).

1.1.3. Türkiye'de Enerji

İhtiyaç duyduğumuz enerjinin güvenilir ve devamlı olarak sağlanması, sosyo-ekonomik yaşamımızın sağlıklı bir şekilde devam ettirilmesi ve düzeyinin yükseltilebilmesi için gerekli koşullardan biri durumundadır.

Ülkemizde enerji üretim ve tüketim değerleri, istatistiki olarak 45 yıldır takip edilmektedir. Bu dönemde üretim ve tüketim değerleri büyüyen ve hızla gelişen ekonomiyle birlikte önemli artışlar göstermiştir. Enerji üretiminin büyük bir kısmı kamu kuruluşları tarafından sağlanmıştır. Ancak, üretim tüketim ihtiyacının sürekli altında kalmış, bundan dolayı üretimin, talebi karşılamadığı enerji türleri ithalat yoluyla sağlanarak tüketiciye sunulabilmiştir (Tablo 3), (2).

Tablo 3. Enerji Üretiminde ve Tüketiminde Gelişmeler

	1960	1970	1980	1990
Birincil Enerji				
Üretim (MTEP)	9.5	14.9	18.9	28.7
Tüketim (MTEP)	11.0	18.6	32.4	52.9
Elektrik				
Üretim (TWh)	2.8	8.6	23.3	57.5
Tüketim (TWh)	2.8	8.6	24.6	56.8

Yurtiçi kaynaklarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi politikası çerçevesinde geçmiş yıllarda üzerinde en çok durulan ve yatırım yapılan kaynaklarımız linyit ve hidrolik enerji olmuştur. Bugün ticari enerji üretiminin dörtte üçünü bu iki kaynaktan karşılamaktayız. Yurtiçi birincil ticari enerji üretiminde, linyit yüzde 47, hidrolik enerji yüzde 28, petrol yüzde 16 ve taş kömürü yüzde 8 oranında paylara sahiptirler (2).

Tablo 4. Türkiye'de Enerji Kaynakları

	Toplam	İşletilebilir
Taş Kömürü (MT)	1355	16
Linyit (MT)	8050	4240
Petrol (MT)	895	43
Doğalgaz (Gm ³)	35	18
Hidrolik (MW)	34260	34260
(GWh)	121474	121474
Jeotermal (GWh)	1500	
Uranyum (MT)	9	
Toryum (MT)	380	

Birincil enerji üretimi 1960 yılında 9,5 milyon ton petrol eş değeri (TEP) iken, bu değer 1990 yılında 28,8 milyon TEP'e ulaşmıştır. Bu dönemde üretim artış hızı yıllık ortalama yüzde 3,8 olmuştur. Buna karşılık enerji tüketimi yıllık ortalama yüzde 5,3 oranında artış göstermiştir. 1960 yılında 11,0 milyon TEP olan enerji tüketimi, 1990 yılında 52,9 milyon TEP olmuştur (Tablo 5,6), (2).

Tablo 5. Enerji Üretiminde Gelişmeler

	1960	1970	1980	1990
Taş Kömürü (BT)	3653	4573	3598	2745
Linyit (BT)	2689	5818	15027	44683
Petrol (BT)	375	3542	2330	3717
Doğalgaz (Gm ³)			23	212
Jeotermal (GWh)				80
Hidrolik (MW)	1001	3033	11348	23148
Odun (BT)	13000	12816	15765	17927
Hay. Bit. Art. (BT)	8643	9253	12839	11004
TOPLAM (BTEP)	9540	14910	18860	28690
Elektrik (GWh)	2815	8623	23275	57543

Tablo 6. Enerji Tüketiminde Gelişmeler

	1960	1970	1980	1990
Taş Kömürü (BT)	3898	4727	4630	7090
Buhar Kömürü (BT)				1550
Linyit (BT)	2663	5772	15243	46180
Petrol (BT)	1828	7579	15309	21610
Doğalgaz (Gm ³)			23	3418
Jeotermal (GWh)				80
Hidrolik (GWh)	1001	3033	11348	23148
Odun (BT)	13000	12816	15765	17870
Hay. Bit. Art. (BT)	8643	9253	12839	11080
TOPLAM (BTEP)	11015	18610	32360	52913
Elektrik (GWh)	2815	8623	24617	56812

1990 yılında enerji tüketiminde konutlar yüzde 28'lik payla ilk sırada yer almaktadırlar. Santraller yüzde 27, sanayi yüzde 20 ve ulaştırma sektörü yüzde 17'lik paylarla konutları takip etmektedirler (Tablo 7,8), (2).

Tablo 7. Enerji Tüketiminde Sektörel Gelişmeler-BTEP

	1960	1970	1980	1990
Tarım	183	500	935	1907
Konut	7162	8547	12418	14664
Sanayi	1130	3548	6328	10698
Ulaştırma	1699	3197	5223	8813
Çevrim	137	662	1302	2455
Santraller	704	2156	6154	14376
TOPLAM	11015	18610	32360	52913

Tablo 8. 1990 Yılı Enerji Tüketiminde Kaynakların Sektörel Payları (%)

	Tarım	Sanayi	Konut	Ulaştırma	Çevrim	Santral	Toplam
Taş Kömürü	0	35	3	0	48	2	10
Buhar Kömürü	0	4	4	0	0	0	2
Linyit	0	24	15	0	3	35	19
Petrol Ürünü	100	31	23	100	48	7	37
Doğalgaz	0	7	0	0	0	16	6
Yenilenebilen	0	0	0	0	0	0	0
Hidrolik	0	0	0	0	0	40	11
Odun	0	0	37	0	0	0	10
Hay. Bit. Art.	0	0	17	0	0	0	5
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100

Ülkemizde hemen hemen her alışlagelmiş enerji kaynağına rastlanmaktadır. Kaynak çeşidinin zengin olmasına karşın, bu kaynaklar nitelik ve nicelik yönünden aynı zenginliği göstermemektedir. Miktar ve kalite olarak yetersiz, coğrafi olarak dağınık, yüksek maliyetli ve kullanımda çevre sorunludur. Bundan dolayıdır ki, ülkemiz enerji rezervleri, dünya enerji rezervleri içinde ihmal edilebilir düzeyde küçük kalmaktadır.

Ülkemizde oluşan enerji talebi bugün yüzde 46 oranında dış kaynak kullanımı ile karşılanmaktadır (2). Bu oranın önümüzdeki yıllarda daha da büyümesi beklenmektedir.

Fosil kökenli yakıtlar açısından bu olumsuzluklara karşın ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları yönünden çok şanslı bir coğrafi konuma ve önemli bir potansiyele sahiptir.

Beşinci beş yıllık kalkınma planında, ülkemizde de fosil yakacaklardan tasarruf sağlamak, dışa bağımlılığı azaltmak, enerji üretiminin artırılmasında güvenilir ve ucuz kaynakların öncelik taşıyacağını ve yerli kaynakların üretim ve kullanımına ağırlık verileceğini, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından kısa sürede yararlanmak üzere gerekli girişimlerin destekleneceğini, her türlü gelişmiş mamülün satın alınabilmesine destek sağlanacağı vurgulanmaktadır (3).

1.1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yeryüzündeki mevcut fosil yakıtların günden güne azalması ve yakın gelecekte tükenme olasılıkları, yapıların gereksinim duydukları enerji miktarının toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olması ve özellikle büyük kentlerdeki çevre ve hava kirliliğinin insan sağlığı açısından tehlikeli boyutlara ulaşması tasarımcıyı doğada bol miktarda bulunan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak, ısı kazançlarının artırılması ve ısı kayıplarının azaltılması çalışmalarına yöneltmiştir. Bu yeni enerji kaynaklarının, yenilenebilir olmaları ve herhangi bir çevre sorunu meydana getirmemeleri üzerinde önemle durulmaktadır.

Fosil kökenli yakıtlara alternatif olabileceği düşünülen başlıca yenilenebilir enerji kaynakları şunlardır ;

1. Güneş Enerjisi
2. Rüzgar Enerjisi
3. Jeotermal Enerjisi
4. Biomas Enerjisi
5. Dalga ve Gel-Git Enerjileri

Bu enerji kaynaklarının;

- Yenilenebilir olmaları,
- Temiz ve çevre sorunu meydana getirmemeleri,
- Bol ve tükenme tehlikelerinin olmaması,
- Yöresel uygulamalara uygun olmaları,
- Dışa bağımlı olmamaları,
- Kullanım maliyetlerinin çok az olması,

gibi avantajlarının yanında ;

- Yatırım maliyetlerinin yüksek olması,
- Uzun süreli geri ödeme gerektirmeleri,

- Kesikli ve değişken yapıya sahip olmaları nedeniyle her zaman için tek başlarına yeterli olamamaları, zaman zaman ek bir sisteme ihtiyaç duymaları,

- Yoğunluklarının düşük olması nedeniyle, uygulamada geniş ve serbest alanlara ihtiyaç duyulması, gibi dezavantajları da vardır. Ancak bu enerji kaynaklarından yararlanan sistemlerin hızla artması, gelişen teknoloji ve bilgi birikimi ile bu dezavantajların olumsuz etkilerinin en az düzeyde tutulabildiği sistemler geliştirilmektedir.

Güneş ve rüzgar enerjileri en fazla uygulama alanı bulan başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Doğada bol ve serbest olarak bulunmaları, uygulamada herhangi bir çevre sorununa neden olmamaları nedeniyle yakın gelecekte fosil yakıtlara alternatif yenilenebilir enerji kaynakları olarak görülmektedir. Bunların yanında jeotermal ve biyogaz enerjileri de üzerinde durulan ve çalışmalar yapılan yenilenebilir enerji kaynakları arasındadırlar. Ancak, jeotermal enerji ülkemizde bol bulunmasına karşın, uzun jeofizik etüdler gerektirmesi ve çok yerel kalması, biyogaz enerjisinin ise büyük miktarda hammadde nakliyatını gerektirmesi, yakın gelecek için fosil yakıtlara alternatif olmalarını engellemektedir. Ayrıca her iki enerji kaynağı da su ve toprak kirliliği gibi bazı çevre sorunlarına yol açmaktadırlar.

36° ve 42° enlemleri arasında yer alan Türkiye'nin bir bölümü güneş kuşağı adı verilen bölgede bulunmaktadır. Ülkemiz güneş enerjisi bakımından orta zenginlikte olup (4), yıllık olarak gelen güneş ışınımından 36×10^6 ton taş kömürü eşdeğeri faydalı enerji sağlayabilecek bir potansiyele sahip bulunmaktayız. Ortalama olarak 2640 saat/yıl güneşlenme süresine sahibiz. Aylık maksimum değer 361.8 saat ile Temmuz ayında ve minimum değer 97.8 saat ile Aralık ayında görülmektedir. Güneşlenme süresi yönünden en zengin bölgeyi yılda 3015.8 saat ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi kapsarken, en düşük değerde yılda 1965.9 saat ile Karadeniz Bölgesi göstermiştir (5).

Başta kıyı bölgelerimiz olmak üzere, ülkemiz dünyanın kuvvetli ve etkin rüzgarlar bölgesinde yer almaktadır. Rüzgar potansiyelimiz, dünya üzerinde rüzgar gücü potansiyeli en yüksek olan ilk yüzde 30 alana girmektedir (6). Soğuk Karadeniz ve Kuzey Asya bozkırları ile sıcak Ege Denizi ve Akdeniz arasında

sürekli var olan alçak ve yüksek basınç merkezleri arasındaki farklılıklar Türkiye üzerinde sürekli ve kuvvetli rüzgarların oluşmasına neden olmaktadır. Rüzgar güçlerinin yüksek olduğu bölgelerimizin toplamı 8000 km²'nin üzerindedir (7).

1.2. Güneş Enerjisi

Güneş dünyamızdan 1496×10^{15} km uzakta, dünyadan 33×10^4 kat daha büyük, akkor halinde bir gaz küresidir. Doğal nükleer tepkimeler sonucunda hidrojen atomu çekirdeklerinin kaynaşması sonucunda helyum atomu çekirdekleri oluşur. Yitirilen kütle karşılığında, saniyede 386×10^{24} EJ enerji açığa çıkar (1 EJ=22,7 MTEP). $3,86 \times 10^{20}$ Mega Watt güce karşılık gelen enerji çevreye salınmaktadır (8).

Güneş enerjisi uzaya, dalga boyu 0.2-3 Mikro-Metre aralığında elektromanyetik ışınım olarak yayılır. % 45'i görünür, % 46'sı kızıl altı ve % 9'u mor ötesi olan kısa dalga bir ışınımdır. Dünya atmosferi üzerinde oluşan güneş ışınımı $1,353 \text{ kW/m}^2$ dir. Yeryüzüne ulaşan maksimum güneş ışınımı ise 0.3-2.5 Mikro-Metre dalga boyları arasında 1 kW/m^2 kadardır (8).

Dünyanın tüm yüzeyine bir yıl boyunca 1.22×10^{14} TET veya 709×10^{11} TEP kadar enerji düşmektedir. Bu değer dünyanın bilinen kömür rezervlerinin 157, petrol rezervlerinin 516 katıdır (8).

1.2.1. Güneş Işınım Türleri

Güneşten yayılan ve dünyaya gelen elektromanyetik ışınım yer yüzüne ulaşmadan önce atmosferden geçer. Burada ilk olarak %43 oranında uzaya geri yansır (9). Bir kısmı ise atmosferin içinde bulunan toz parçacıkları, su ve hava moleküllerine çarparak atmosfer içinde dağılır. Bir kısmı da su buharları tarafından soğurulur. Geri kalan bölümü ise dalga boyunda ve doğrultusunda hiç bir değişiklik olmaksızın yer yüzüne ulaşır.

Yer yüzeyinde güneş ışınımı iki şekilde oluşur Atmosferde dağılma ve soğurmaya mağruz kalmadan, doğrudan yeryüzüne ulaşan ışınım; "Direkt Güneş Işınımı", atmosfer içinde dağılıp yaygın duruma geçerek yer yüzüne ulaşan ışınım; "Yaygın Gök Işınımı" (10).

Yeryüzünde yatay bir düzlem üzerinde oluşan toplam ışınım ise "Global Güneş Işınımı" adı verilir (10). Direkt güneş ışınımı ve yaygın gök ışınımının bileşiminden oluşur. Çevreden yansıma yoluyla gelen yansımışgüneş ışınımı da bileşim içinde göz önünde bulundurulmalıdır. Meteoroloji istasyonlarında genellikle global güneş ışınımı değerleri ölçülmektedir.

Yeryüzünün herhangi bir yerinde yönlendirilmiş ve belli bir eğime sahip yapı yüzeyinin aldığı toplam güneş ışınımını etkileyen en önemli faktörler; bölgenin atmosferik geçirgenliği, coğrafi yapısı, bulutluluk ve güneşlenme oranlarıdır. Bulutlu dönemlerde yalnızca yaygın gök ışınımı söz konusudur. Açık havalarda ise yaygın gök ışınım değerleri, direkt güneş ışınım değerlerinin yanında çok düşüktür.

1.2.2. Maksimum Güneş Işınımı Alan Düzlemin Eğimi

Bir yüzeyin, güneş ışınlarını maksimum düzeyde alabilmesi için, ışınlara dik şekilde yönlendirilmiş olması gerekir. Bunun içinde yüzeyin güneş ışınlarını gün boyunca takip etmesi, dolayısıyla yüzeyin hareketli bir yapıya sahip olması gerekir. Ancak bu sistemlerin yapımı zor ve maliyeti yüksektir. Özellikle bina yüzeyleri için ek önlemler gerektirir. Bu nedenle yapım ve uygulama kolaylığı açısından sabit eğimli yüzeyler uygulamada daha fazla kullanılmaktadır. Kuzey yarım küre için bir bina yüzeyinin eğim yönü, güneye dönük düzlemler için uygulanır.

Sabit bir eğimle yerleştirilecek bina yüzeyinin optimum eğimi, ihtiyaç duyulan enerjinin niteliği ve ne oranda güneş enerjisinden karşılanacağına bağlı olarak belirli bir zaman aralığı için seçilmelidir. Elektrik ve sıcak su elde edilmesi durumunda; yıl boyunca ortalama bir eğim, ısıtma ve soğutma için kullanılacak durumlarda ise; enerjiye ihtiyaç duyulan aylar için eğim seçilmelidir (Tablo 9), (10).

Tablo 9. Türkiye İçin Enlemlere Göre Aylık Optimum Düzlem Eğimleri

Enlem	Aylar											
	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağu.	Ey.	Ek.	Kas.	Ara.
36	63	53	39	20	4	-3	0	13	32	48	61	66
38	65	55	41	22	6	-2	2	15	34	50	62	68
40	67	57	43	24	8	0	4	17	36	52	64	69
42	68	59	45	26	9	2	5	19	38	54	66	71

1.3. Binaların Isıtılması ve İklimlendirilmesinde Güneş Enerjisinden Yararlanılan Yöntemler

Türkiye'de tüm enerji tüketiminin dörtte birinden fazlası, konutların ısıtılması ve iklimlendirilmesi için harcanmaktadır (2). Dolayısıyla binalardaki bu enerji tüketiminin kontrolü, önemli enerji tasarrufu sağlayacaktır. 100 °C'nin altındaki düşük kaliteli ısı ihtiyacının karşılanmasında harcanan bu enerjinin, binaların yapımından önce ve sonra alınacak önlemlerle ve binaların tasarlanması, yönlendirilmesi, yapım ve kullanım aşamalarında oluşturulacak sistemlerle güneş enerjisi ile karşılanması mümkündür.

Binaların güneş enerjisi ile iklimlendirilmesi ve ısıtılmasında, aktif ve pasif olmak üzere iki farklı yöntem kullanılır. Ayrıca gerekli görülen durumlarda, bu iki sistemin birleştirilerek ortak kullanımı söz konusudur (11).

Aktif yöntem; güneş enerjisinin, toplayıcı / depolayıcı / dağıtıcı ünitelerinden oluşan, ısının toplanması ve depolanmasında mekanik enerjiye ihtiyaç duyan ve yapıyla bütünleşmeyen sistemlerdir. Kollektörler ve ısı depolama üniteleri sistemin ana parçaları olup, zaman zaman da fosil yakıtların kullanılmasını gerektiren sistemlerdir.

Pasif yöntem; doğal ısı transferi mekanizmaları olan radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyon kullanılarak bina içinde, bina üstünde ve bina kabuğunda alınan önlemlerle, binanın ısıtılması ve iklimlendirilmesinde fosil yakıtların kullanımını minimum düzeye indiren, bina ile bütünleşmiş sistemlerdir. Isı sirkülasyonuna yardımcı olan fan ve pompalar kullanılmaz.

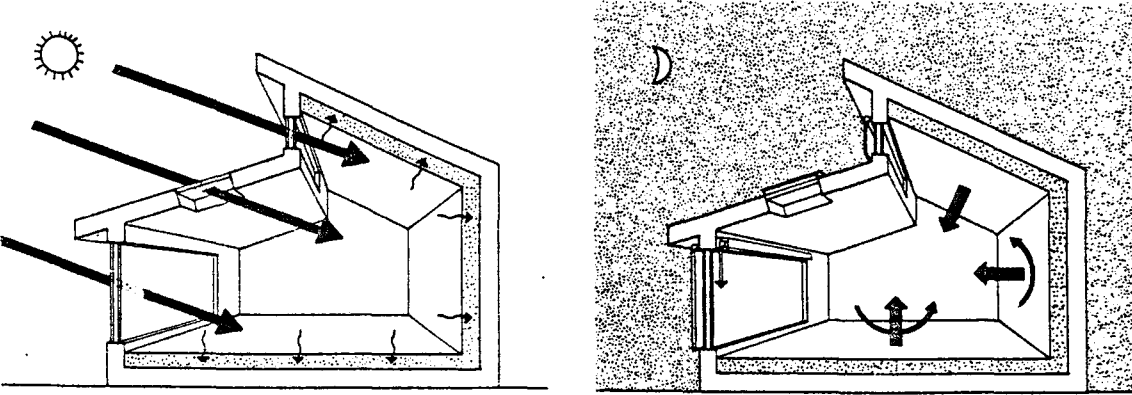
Pasif sistemler kendi içinde de direkt ve dolaylı kazanç sistemleri olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Ancak bu sistemlerin uygulanmasında gözönüne alınması gerekli bir nokta, kışın ihtiyaç duyulan güneş enerjisinin, yazın istenmeyen ısı bir yük olmasıdır. Bu nedenle güneş enerjisinden yararlanmada binaların yönlendirilmeleri ve mimari tasarımları çok önem taşımaktadır.

Binanın uygulanacağı bölgenin yerel iklimi, güneş astronomisi, doğal çevre şartları ve yapı malzemelerinin özellikleri tasarım sırasında gözönünde bulundurulması gerekli bilgilerdir.

1.3.1. Direkt Kazanç Sistemleri

Direkt kazanç sistemleri, pasif sistemlerin en çok kullanılan yöntemidir. Direkt kazanç eski çağlardan beri kullanılan en eski pasif ısıtma tekniği olup, yapılan arkeolojik kazılar sonunda Mısırlılar, Yunanlılar, Hititliler, Güney ve Kuzey Amerika yerlilerince binaların ısıtılmasında kullanıldığı görülmüştür.

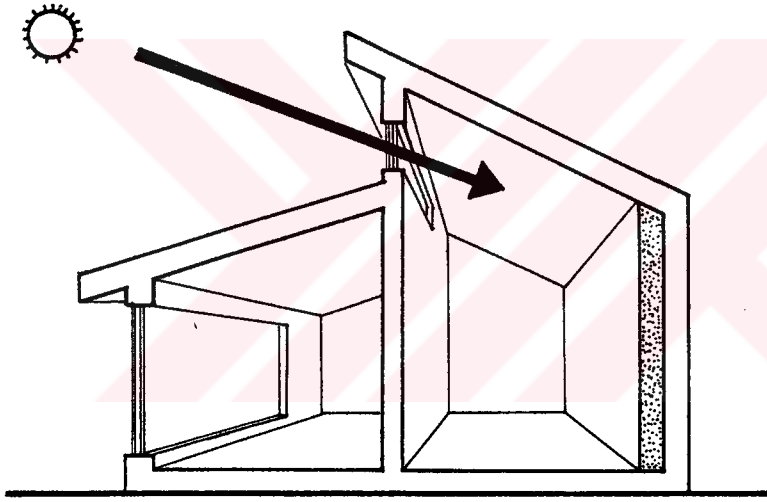
Bu teknikte bina içi direkt olarak güneş ışınları ile ısıtılmaktadır. Güney yüzeydeki cam alanı, kışın güneş ışınlarını alacak, yazın ise güneşten korunacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 1), (11). Bina içinde güneş ışınları tuğla, taş, beton, kerpiç veya sudan oluşan termik kütle içinde depolanabilir. Direkt kazanç tekniği uygulanan binalarda, güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanmak için gerekli olan büyük cam yüzeyler ısı kaybından veya parıltıdan dolayı bir konforsuzluk yaratabilir. Ayrıca oda içinde kullanılan kumaş malzemelerde renk sararması olabilmektedir.



Şekil 1. Güneş enerjisinden direkt kazanç sistemi

Güneş enerjisinin depolanacağı termik kütlelerin binayı ısıtması için yeterli enerjiyi depolayabilmesi, güneş ışınlarını direkt olarak karşılayacak şekilde yerleştirilmiş olmasına bağlıdır. Bu amaçla termik kütle değişik konumlarda döşemeye, iç veya dış duvarlara yerleştirilebilir. Ancak binalarda güneşe bakan büyük cam yüzeylerin olmasına karşın, sabit veya hareketli donatılar, termik kütlelerin, gelen güneş ışınlarından tümüyle yararlanamamasına ve verimin düşmesine neden olabilmektedir (10).

Bu yöntemde, ortaya çıkabilen önemli sorunlardan biri de, gölgede kalması nedeni ile kuzey mekanların güneş ışınlarından direkt olarak yararlanamamaları olmaktadır. Bu sorun, mekanlar arasında veya çatı yüzeyleri arasında kot farkı yaratılarak kuzeye bakan mekanların direkt güneş ışınları alması sağlanarak çözümlenebilir (Şekil 2), (12).



Şekil 2. Kot farkı ile güneşten yararlanma

1.3.2. Dolaylı Kazanç Sistemleri

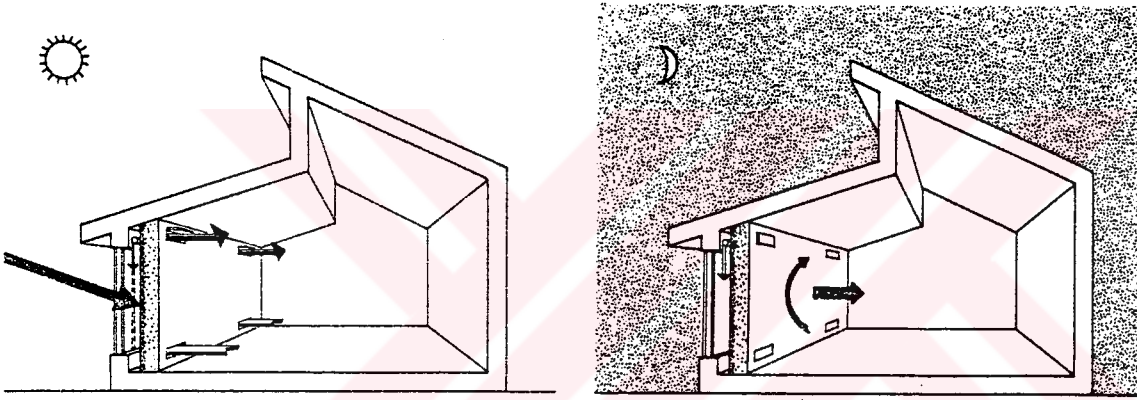
Bu sistemlerde, masif strüktürler güneş ile yaşam mekanı arasına yerleştirilerek, mekanların dolaylı olarak ısıtılması sağlanmaktadır. Bu sistemler beş ana başlık altında toplanabilirler (11);

1. Trombe Duvarı
2. İlave Güneş Mekanları - Seralar
3. Su Duvarları
4. Çatı Havuzları
5. Doğal Dolaşım-Termosifon Kollektörleri

1.3.2.1. Trombe Duvarı

Diğer bir ismi "Isıl Depo Duvarı" olup, 1960'lı yıllarda Fransa'daki Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS)'de geliştirilmiş ve bu sistemi geliştirenlerden biri olan Dr. Felix TROMBE 'un adıyla anılmaktadır.

Trombe duvarı, binanın güneye bakan yüzeyinde, beton, tuğla, taş veya kerpiç gibi malzemelerden inşa edilen, 30-50 cm kalınlığında, arada 10-20 cm boşluk bırakıldıktan sonra çift camlı giydirme bir cephenin arkasına yerleştirilen bir duvar türüdür. Duvarın dış yüzeyinin güneş enerjisini verimli bir şekilde depolayabilmesi için; pürüzlü, sert bir dokuda ve koyu bir renkte boyanmış olması gerekmektedir.

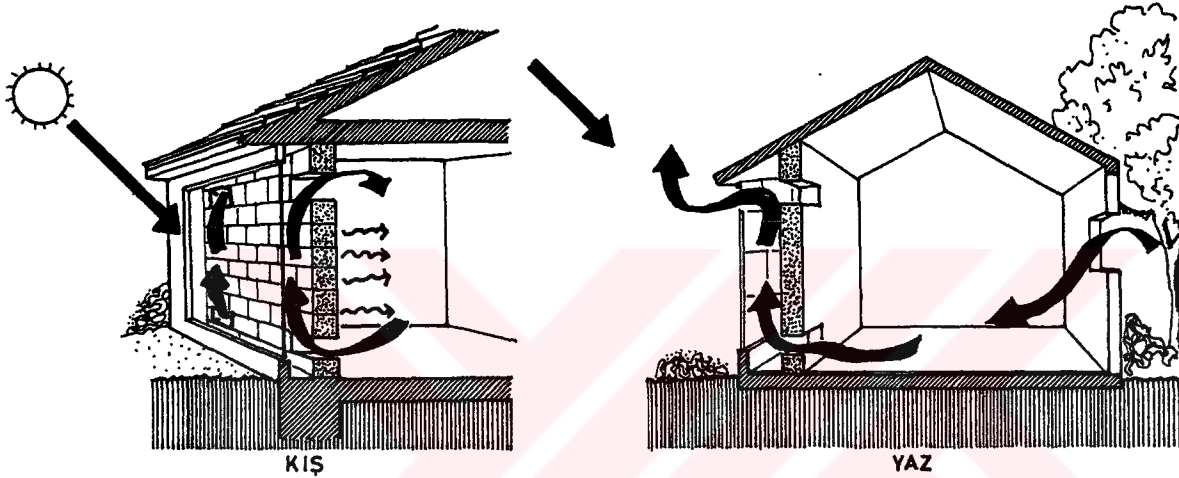


Şekil 3. Trombe duvarı

Trombe duvarının çalışma prensibi, "ısınan havanın yükselmesi" prensibine dayanmaktadır. Güneşli zamanlarda, duvar ısınmakta ve pencere ile duvar arasında kalan boşlukta ısıtmaktadır. Hava sirkülasyonunun sağlanması için duvarın üstünde ve altında kapaklı havalandırma boşlukları bulunmaktadır. Isınan hava yukarıya doğru yükselmekte ve üst boşluklardan mekana geçerek, mekanı ısıtmaktadır. Mekandaki daha soğuk hava ise, alt boşluklardan duvar ile cam arasına çekilmektedir. Havanın bu dolaşımı doğal olarak gerçekleşir (Şekil 3), (11).

Gece ise duvarda depolanan ısı yavaşça mekana iletilir. Bu sırada Trombe duvarı dış yüzeyinin izole edilmemiş olması durumunda, gece ısı kaybı söz konusu olur. Ayrıca ısıtma işleminin yapıldığı mevsim boyunca, geceleri sistemin ters şekilde çalışmasını engellemek amacıyla, havalandırma boşluklarının

kapakları kapatılmalıdır. Bunun yapılmaması durumunda, mekandaki sıcak hava gece ters şekilde hareket ederek, havalandırma boşluklarından geçerek camla direkt temas edip soğur. Dolayısıyla mekanın da soğumasına neden olur. Havanın bu hareketi, ısıtmanın istenmediği, özellikle yaz aylarında binanın serinletilmesinde kullanılabilir. Yaz aylarında cam yüzeyin üst kısmında bulunan kapaklar açılarak ısınan havanın dışarıya çıkması sağlanır. Bu esnada duvarın üst havalandırma boşlukları kapalı, alt havalandırma boşlukları ise açıktır (Şekil 4), (12).

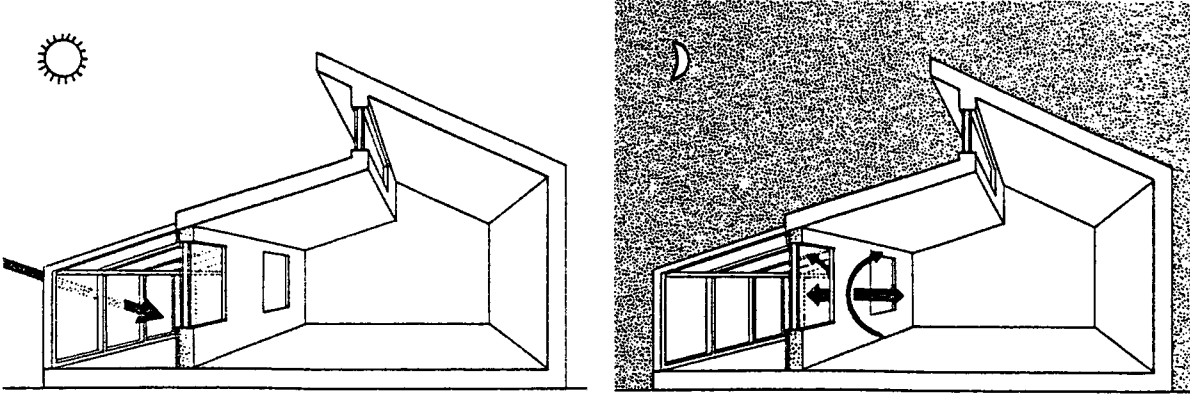


Şekil 4. Trombe duvarı kış ve yaz çalışması

1.3.2.2. İlave Güneş Mekanları-Seralar

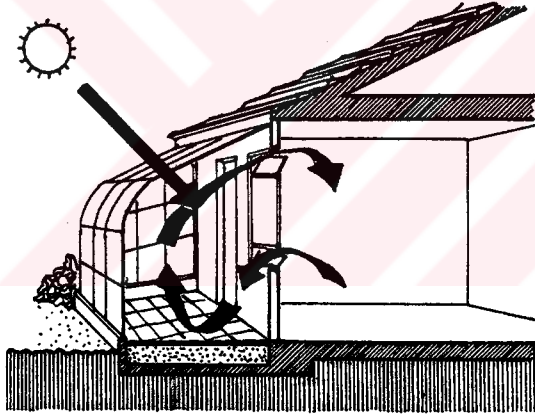
Seralarla binaların ısıtılması yönteminde, direkt kazanç ve Trombe duvarı sistemlerinin her ikisinde birleştirilerek ortak kullanımı sözkonusudur.

Güneş enerjisinin ısı olarak depolanacağı sera, uzun aksı doğu-batı doğrultusunda olacak şekilde, binanın güney cephesine yerleştirilir. Bina ile sera arasındaki duvar Trombe duvarı olarak farklı malzemelerden inşa edilebilir. Uygulamanın yanlış yapılması durumunda, özellikle soğuk havalarda büyük ısı kayıpları sözkonusu olabilir. Binanın ve seranın, dış ortamla çok iyi izole edilmiş olması gerekir. Binanın, sera içerisinde depolanan ısı ile ısıtılması, ısı depo duvarı ile olabildiği gibi, duvar üzerindeki, biri altta, diğeri üstte olan havalandırma boşluklarıyla da olabilmektedir (Şekil 5), (11). Isınmanın gerekli olmadığı yaz aylarında, dış havalandırma kapaklarının açılması ile sistem ters yönde çalıştırılarak binanın serinletilmesi sağlanmış olur (Şekil 6), (12).



Şekil 5. İlave güneş mekanları-seralar

Ilıman iklimler dışındaki iklimlerde, güneş enerjisi seraları plastik, cam elyafı veya camdan meydana gelen iki katman şeklinde olmalıdır. Çapraz havalandırmayı sağlamak için üstteki ve alttaki hava boşluklarının çapraz köşelere yerleştirilmesi gerekir.

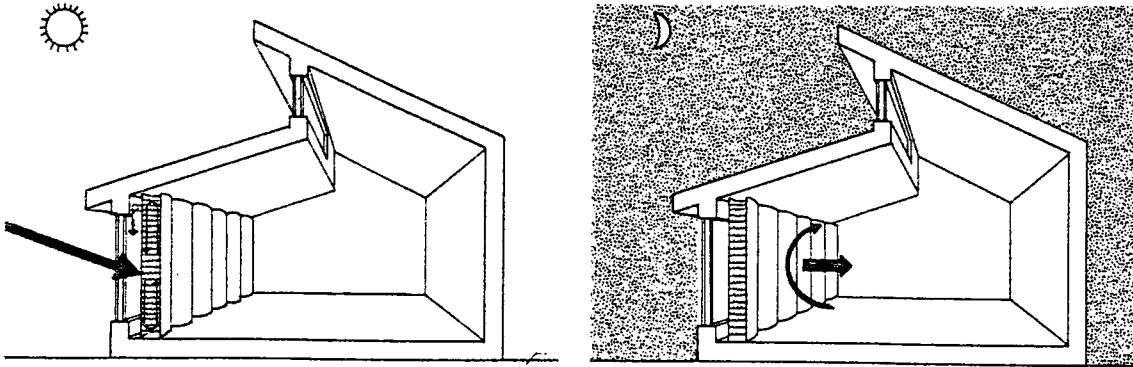


Şekil 6. Sera uygulaması-hava dolaşımı

1.3.2.3. Su Duvarları

Su duvarları, çalışma prensibi açısından Trombe duvar ile benzer özelliklere sahiptir. Güneş enerjisinden elde edilen ısıyla iç mekanların ısıtılması, içi su ile dolu depolama üniteleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Bu depolama üniteleri binanın güneye bakan cephesine yerleştirilmelidir. Güneş enerjisinin depolanacağı su, düşey boru veya kanallarda, tüplerde veya özel olarak inşa edilen duvardan duvara, tavandan döşemeye depolama ünitelerinin içerisinde bulunur (Şekil 7), (11).

Ancak sistem içerisinde suyun kullanılması ile buharlaşma, korozyon ve sızma gibi önemli problemler ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu problemler, depolama ünitelerinde bazı önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Antikorozif malzemeler, metal depolama ünitelerinin plastikle kaplanması veya yüksek kaliteli cam elyafı malzemenin kullanılmasıyla bu problemlerin 15-30 yıl ertelenmesi mümkündür (9).

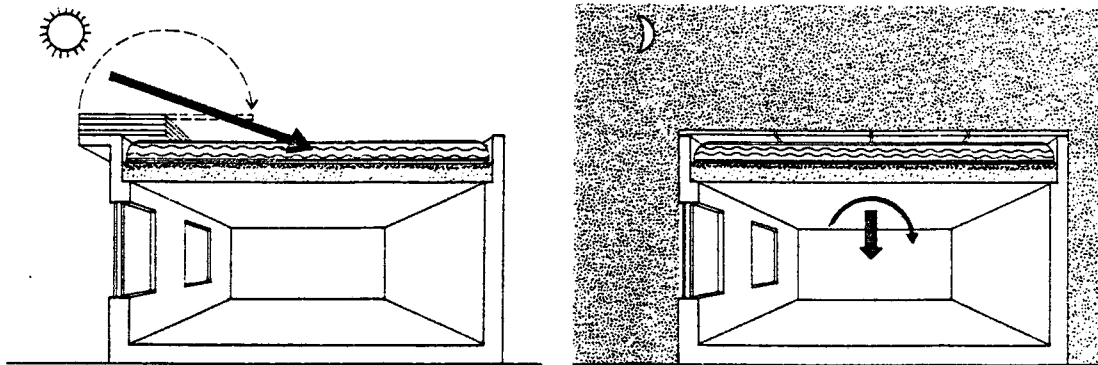


Şekil 7. Su duvarları

1.3.2.4. Çatı Havuzları

Çatı havuzları, binanın güneş enerjisi ile ısıtılması ve soğutulması için ısı kütlesi görevini gören, 20-30 cm derinliğinde, binanın tavanına yerleştirilen büyük plastik su havuzlarıdır. Ayrıca bu havuzların üzerinde gerekli zamanlarda açılıp, kapatılabilen kapaklar bulunur.

Isıtmanın gerekli olduğu kış aylarında, güneşli günlerde kapaklar açılarak güneş ışınlarının suyu ısıtması sağlanır. Depolanan ısı havuzlardan tavana iletilmekte ve oradan termik radyasyon ile alttaki odanın ısıtılması sağlanmaktadır. Gece ise kapaklar kapatılarak ısının dışarıya kaçması önlenerek mekanın ısıtılmasına gece de devam edilmiş olur (Şekil 8), (11).



Şekil 8. Çatı havuzları

Isıtmanın gerekli olmadığı yaz aylarında, gündüzleri kapaklar kapalı tutularak güneş ışınlarının olumsuz etkileri önlenebilir, gece ise kapaklar açılarak bina içinden dışarıya doğru bir ısı geçişi ile binanın soğutulması sağlanmış olur.

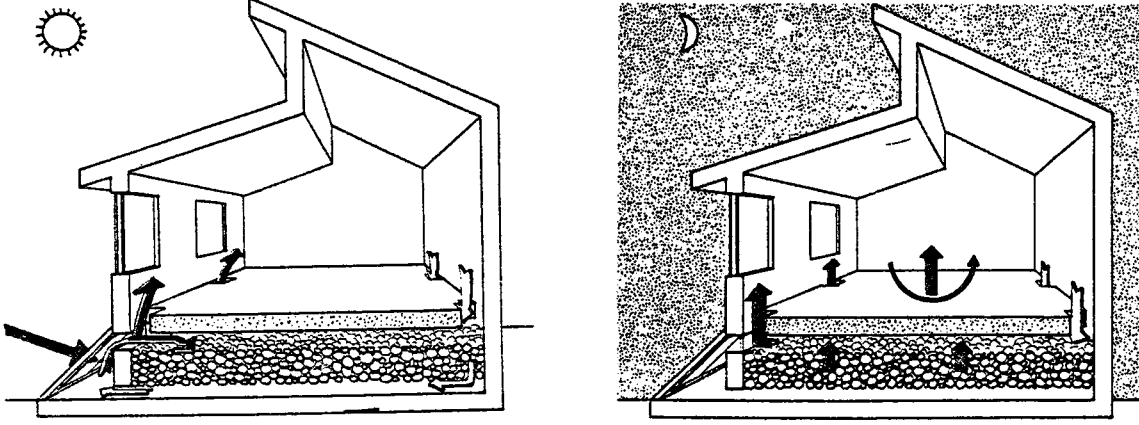
Çatı havuzları, yalnızca altındaki mekanı ısıtmaları nedeniyle, ısı geçişini sağlayan bazı ayrıcalıklı binalar dışında tek katlı binalarda uygulanabilmektedir. Kışın güneş enerjisinin depolanmasının az olması, donma ve kar yükü potansiyelinin problem yaratması, çatı havuzlarının sıcak iklim bölgelerinde ve özellikle 35 kuzey enlemi ve altındaki enlemlerde uygulanması daha uygundur.

Çatı havuzlarının uygulanmasında mimari açıdan, binada duvar ve tavan takviyesi gerekir. Havuzların, yüksek parapetle kapatılması ve çevreden görülmesinin önlenmesi mümkündür.

1.3.2.5. Doğal Dolaşım-Termosifon Kollektörleri

Bu yöntemde de, Trombe duvarında olduğu gibi ısınan akışkanın yükselerek yer değiştirmesi özelliğinden yararlanılmaktadır. Cam ile yutucu arasındaki hava güneş ışınlarıyla ısıtılmakta, yukarıya doğru hareket etmekte, soğuk hava ise ısıtılmak üzere kollektöre çekilmektedir. Döşemenin altında bulunan ısı depodan hava boşlukları yardımıyla bina içi ısıtılmaktadır (Şekil 9), (11).

Bu sistem güneşe bakan eğimli arazilerde kolayca uygulanabilir. Kollektör yüzeyi ve ısı depo binanın altında olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 9). Hava hareketi yavaş olduğundan hava boşluklarının ve kanallarının boyutları önemlidir. Yaz aylarında fazla ısınmanın önlenmesi için ısı depolama ünitesinin güneş ışınımından korunması gerekir. Kollektörlerin üzerleri kapatılmalı, gölgelendirilmeli veya havalandırılmalıdır (9).



Şekil 9. Doğal dolaşım-termosifon kollektörleri

1.4. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar, mimari tasarım sırasında gözönünde bulundurulması gereken doğal çevre etmenlerinden birisidir. Oluşturulan yapay çevre içerisinde kontrol altında tutulması ve denetlenmesi gerekir. Bu ise, tasarımda binaların formunun, yönünün ve yerinin doğru seçilmesiyle sağlanabilir.

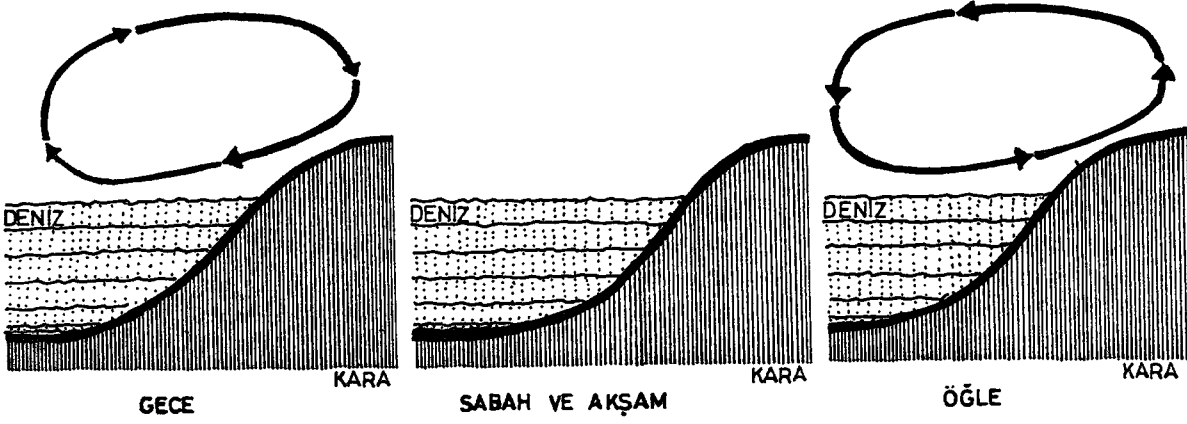
Rüzgar, bir yüksek basınç alanından, alçak basınç alanına doğru yer değiştiren hava hareketi olarak tanımlanmaktadır (13). Rüzgar, güneş ışınlarının dünyamız üzerindeki ısı etkisinin sonuçlarından biri olup, çeşitli bölgelerin farklı ısınıp soğumasıyla, bölgeler arasındaki ısı farklılığından kaynaklanan hava hareketidir. Güneş ve dünya var oldukça tükenmeyecek bir potansiyeldir.

Rüzgarlar, hızlarına, yönlerine, tekrarlı, sürekli ve oluşumlarına göre beş ana başlık altında sınıflandırılabilirler (14). Mimari tasarım sırasında, mimarın en fazla gözönünde bulundurması gerekli rüzgarlar; yerel ölçekteki rüzgarlardır. Binanın uygulanacağı bölgenin rüzgar karakteri mimar tarafından iyi incelenmeli, hakim rüzgar, etkin rüzgar ve istenen rüzgar yönleri tasarım öncesi bilinmelidir. Binanın yeri, yönü, biçimi ve çevresi bu bilgiler doğrultusunda tasarlanmalıdır.

Yerel ölçekteki rüzgarlar, bölgenin topografik yapısına göre hızlanabilen, yön değiştirebilen ve yeni rüzgarlara neden olabilen rüzgarlardır. Kıyı, dağ ve vadi meltemleri, yamaç ve drenaj rüzgarları bu tür rüzgarlardandır (14).

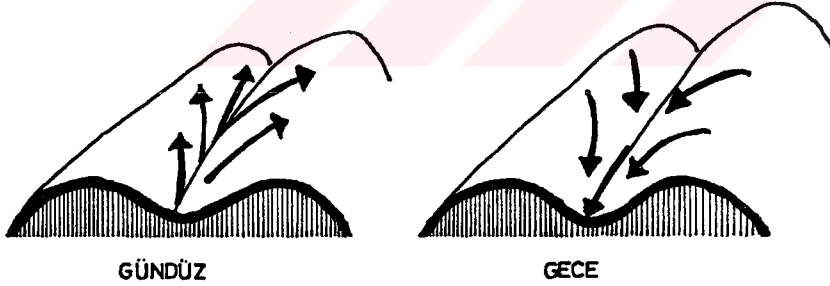
Kıyı meltemleri, kara ile deniz veya göller arasında gün boyunca oluşan ısı farklılığından kaynaklanan hava hareketleridir. Bu rüzgarlar ılıman iklim bölgelerinde sıkça görülürler ve yükseklikleri fazla değildir.

Gündüzleri, karaların denizlere oranla daha çok ısınmasıyla kara üzerindeki hava yükselir ve deniz üzerinden karaya doğru bir hava hareketi oluşur. Oluşan bu rüzgara deniz meltemi adı verilir. Bu hava hareketinin tersi de gece görülür. Bu sefer soğuyan karadan denize doğru bir hava hareketi olur. Bu rüzgara kara meltemi adı verilir (Şekil 10), (14).



Şekil 10. Kıyı meltemleri

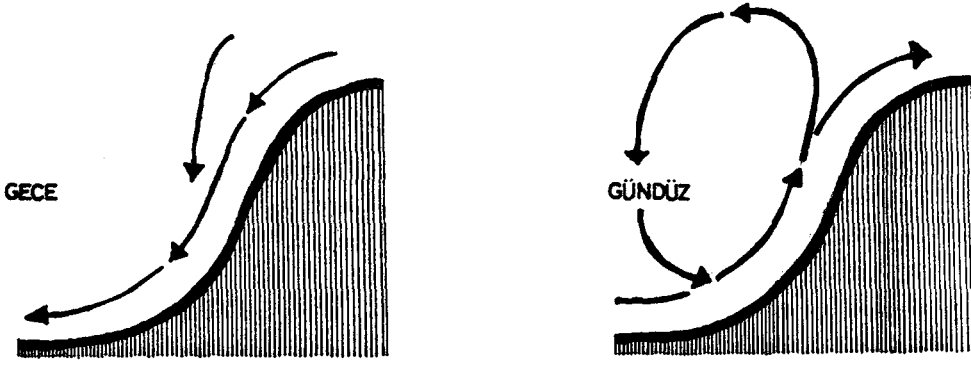
Dağ ve vadi meltemleri ise, vadilerle dağ yamaçları arasındaki ısı farklılığından kaynaklanan hava hareketleri olup gündüz vadilerden dağ yamaçlarına doğru vadi meltemleri, gece ise, dağ yamaçlarından vadilere doğru dağ meltemleri oluşur (Şekil 11), (14).



Şekil 11. Dağ ve vadi meltemleri

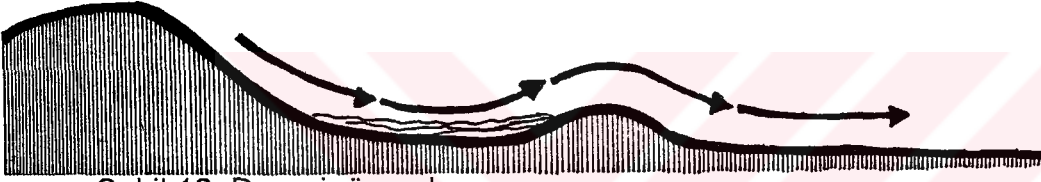
Bu hava hareketleri, daha kuvvetli bir rüzgar olmadığı zamanlarda oluşur. Ayrıca deniz meltemleri gündüzleri kara sıcaklığını bir kaç derece düşürebildiği için serinletici ve rahatlatıcı etki yaparlar.

Yamaç rüzgarları da aynı hava hareketi presibi ile dik yamaçlarla, yamaç tabanları arasındaki ısı farklılığından oluşan hava hareketidir. Gündüz yamaç tabanlarından tepelere doğru, geceleri ise tepelerden yamaç tabanlarına doğru oluşur (Şekil 12), (14).



Şekil 12. Yamaç rüzgarları

Drenaj rüzgarları; etrafı dağlarla çevrili, deniz seviyesinden yüksek ovalarda ve ova çevresinde görülen rüzgarlardır (Şekil 13), (14).



Şekil 13. Drenaj rüzgarları

1.4.1. Rüzgarın Etkileri

Rüzgar, tasarım sırasında binanın iklimlendirilmesi ve çevresinde, uygulamanın yapılacağı bölgenin iklim karakterine bağlı olarak, gereksinin duyulan veya duyulmayan, bunun için bina üzerinde ve çevresinde önlem alınması gereken doğal çevre koşullarından birisidir. Soğuk kuru ve sıcak kuru iklim bölgelerinde rüzgar istenmez. Bu nedenle, bu iklim bölgelerinde yapılacak binalar birbirlerinin gölgesinde ve yoğun bir şekilde yerleştirilmelidirler. Buna karşılık sıcak nemli ve ılıman nemli iklim bölgelerinde rüzgar istenir. Binalar birbirlerinin rüzgarını kesmeyecek ve birbirlerine gölge yapmayacak şekilde yerleştirilmelidir (15).

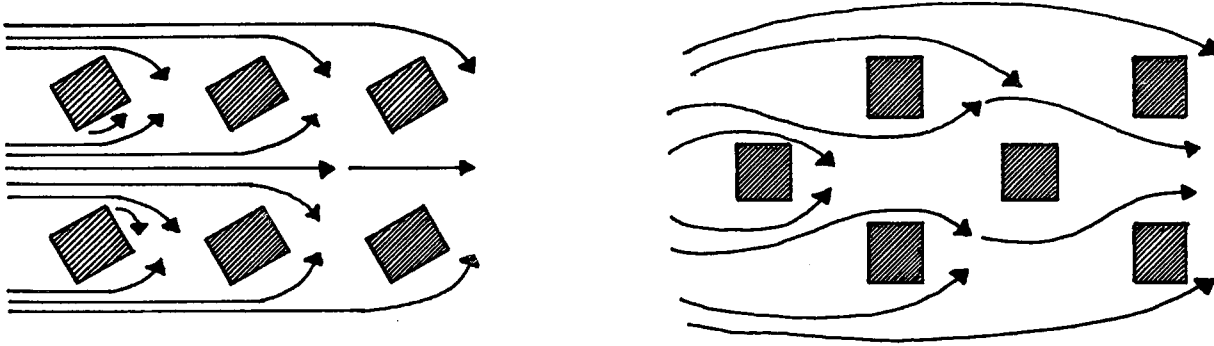
Rüzgar, insan teniyle temas etmesi durumunda, insan vücudu ile hava arasında bir ısı alış verişi sözkonusu olur. Sıcaklığın çok yüksek olduğu durumlarda, havadaki doğal nemin de çok yüksek veya çok düşük olması durumunda, rüzgarın serinletici etkisi olmaz. Vücut sıcaklığından çok daha yüksek

hava sıcaklıklarında vücudun aşırı ısı kazanmasına, çok daha düşük hava sıcaklıklarında ise vücudun aşırı ısı kaybına neden olacağından rüzgar istenmez.

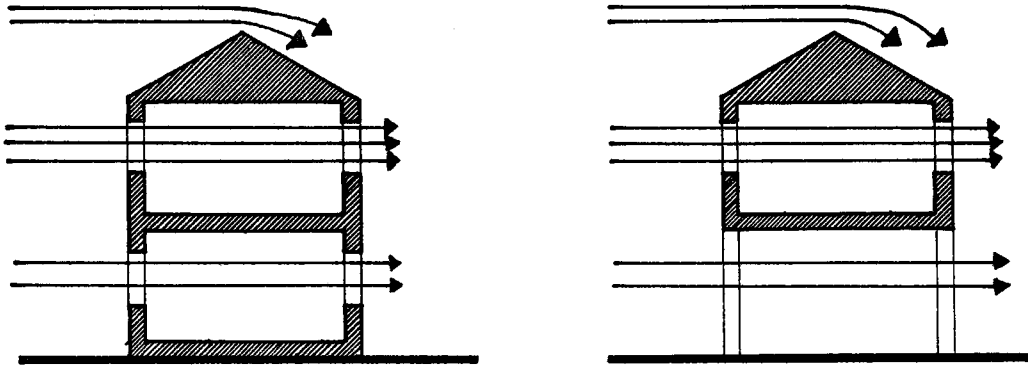
Sıcak nemli ve ılıman nemli iklim bölgelerinde, nem insan konfor koşullarını olumsuz yönde etkileyen önemli etkendir. Ayrıca bu iklim bölgelerinde, kış aylarında yağışın bol, yaz aylarında ise havadaki bağıl nemin yüksek oranda artması, yapısal bir takım sorunlara da neden olabilmektedir. Bu nedenle, oluşturulan yapay çevrede neme karşı özel önlemler alınması gerekir. Bu önlemler içerisinde rüzgardan yararlanılan önlemler önemli ve etkin bir yer tutmaktadır.

Söz konusu iklim bölgelerinde yaşayan insanlar zaman içerisinde oluşturdukları geleneksel mimarilerinde bu sorunlara en etkin önlemleri geliştirmişlerdir. Yaşanılan bölgenin rüzgar potansiyelinden yararlanarak oluşturulan doğal havalandırma ile bina içinin ve çevresinin iklimlendirilmesi sağlanmıştır.

Binalarda rüzgarla doğal havalandırma; yönlendirme, kaydırarak yerleştirme veya yapısal elemanlarla sağlanabilir (Şekil 14), (16). Yükseklik arttıkça rüzgar hızı da artar. Dolayısıyla, gerekli görülen durumlarda alçak, az katlı binalar kolonlar üzerinde yükseltilerek, daha çok rüzgar alması sağlanabilir (Şekil 15), (15).

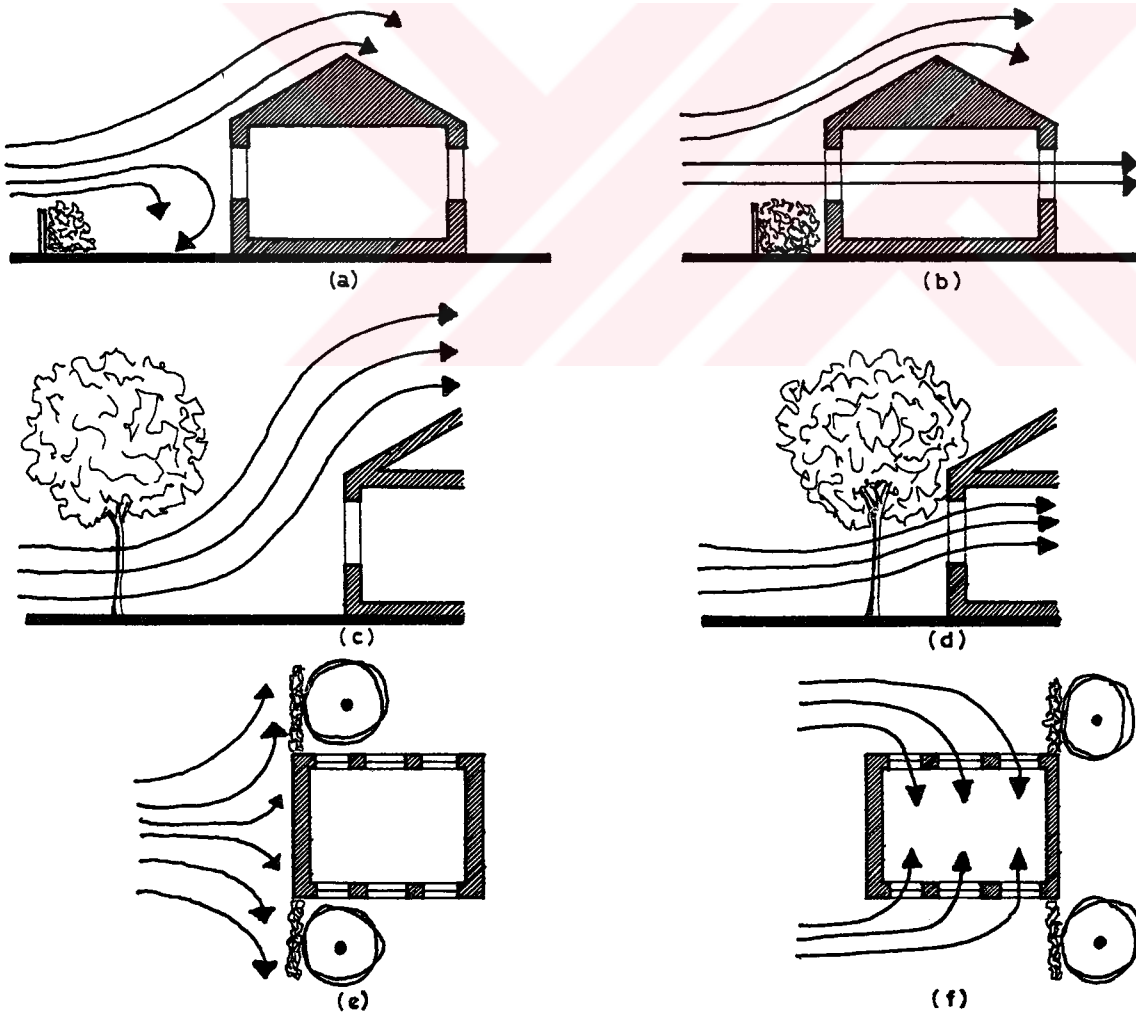


Şekil 14. Binaların birbirlerinin rüzgar almalarını engellemeyecek şekilde yönlendirilmeleri



Şekil 15. Daha fazla rüzgar alabilmek için binaların yükseltilmesi

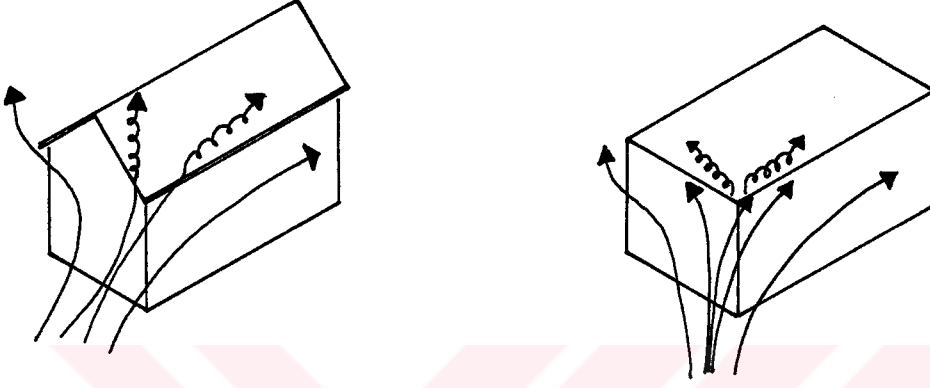
Ayrıca, binanın çevresinde yapay ve doğal rüzgar engelleri ile, rüzgarın yönlendirilmesi ve binanın daha çok rüzgar alması veya almaması sağlanabilir (Şekil 16), (15).



Şekil 16. Binanın çevresinde alınabilecek önlemler

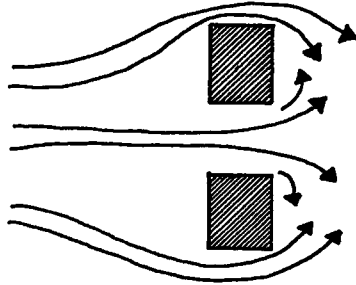
1.4.2. Bina Çevresinde Rüzgar Hareketleri

Binaların çevresinde, rüzgar yönüne ve hızına bağlı olarak çeşitli basınç ve çekme alanları oluşur. Bu nedenle, binaların tasarımı sırasında, rüzgarın bu tür hareketleri iyi incelenmeli, bina üzerinde ve çevresinde gerekli önlemler alınmalıdır. 45° lik açı ile binaya gelen rüzgar, üst köşelerde kuvvetli girdaplar oluşturur (Şekil 17), (17).



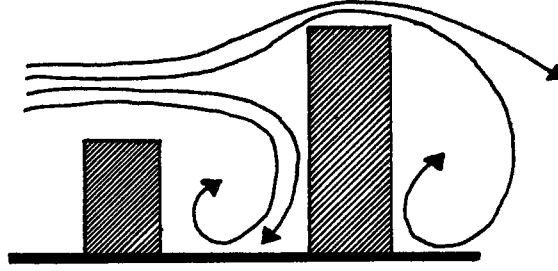
Şekil 17. Rüzgarın binaya 45° lik açıyla gelmesi durumunda rüzgar hareketleri

Birbirlerine çok yakın binalar arasındaki boşluklarda aşırı rüzgar hızları oluşur. Bu rüzgar hareketi, zaman zaman iki dağ arasında veya ağaçlar arasında da oluşabilmektedir. Dolayısıyla, binaların rüzgara dönük yüzeylerinde ısı yalıtımı yapılmalı ve ayrıca bağlantı noktalarında rüzgarın çekme kuvvetine karşı önlem alınmalıdır (Şekil 18), (14).



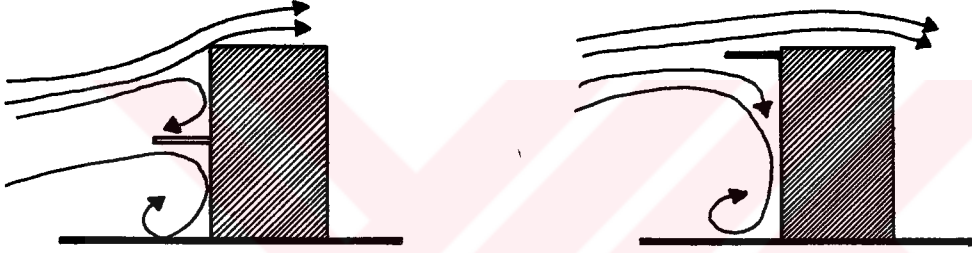
Şekil 18. İki bina arasında rüzgar hareketi

Farklı yükseklikteki binalar arasındaki boşluklarda, yayaları rahatsız edecek düzeyde girdaplar oluşur (Şekil 19), (18).



Şekil 19. Farklı yükseklikteki binalar arasında rüzgar hareketi

Benzer hava hareketleri ve basınç alanları binaların balkon veya saçak altlarında da oluşabilir (Şekil 20), (17).



Şekil 20. Bina duvar yüzeylerindeki çıkımlar üzerinde rüzgar hareketleri

1.4.3. Rüzgar Enerjisinin Özellikleri

Rüzgar enerjisi, 1973 yılındaki enerji krizinden sonra önem kazanan ve üzerinde yoğun araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin sürdürüldüğü, güneşten sonra en çok uygulama alanı bulan, başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir.

Rüzgar enerjisi, hareket eden hava kütesinin yarattığı kinetik enerjidir. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunmaktadır. Türkiye'de rüzgar enerjisi potansiyelinden yararlanmaya yönelik araştırmalar ve projeler sayıca kısıtlı, politikalar ise yeterince oluşmamıştır. Buna karşın gelişmiş pek çok ülkede bu potansiyelden yararlanmaya yönelik yoğun araştırmalar yapılmakta, önemli teknolojik gelişmeler kaydedilmekte ve bu potansiyelin bir kısmı ekonomik şekilde kullanıma kazandırılmaktadır.

Rüzgar enerjisinin başlıca özellikleri şunlardır;

- Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur,
- Taşıdığı enerji, hızının kübüyle orantılıdır,
- Çevre kirliliği yaratmayan temiz bir enerji kaynağıdır,
- Yoğunluğu düşüktür,
- Rüzgar enerjisinin depolanması için başka tür bir enerjiye dönüştürülmesi gerekir, (19).

Rüzgar enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre üstünlüğü, yaygın ve tükenmez oluşudur. Aynı zamanda rüzgar enerjisi, diğer enerji türlerine çevrilirken, ısı yada maddi kirlenmeye yol açmaz. Bunlara karşılık, yoğunluğunun düşük olması, kesikli ve değişken yapıya sahip olması, rüzgar enerjisinin dezavantajlarıdır.

Rüzgar enerjisi, ücretsiz olmasına karşın, düşük yoğunluktaki bu enerjinin elde edilmesi ve kullanılır diğer enerji türlerine çevrilmesinde kullanılan rüzgar türbünlerinin ilk maliyeti yüksektir. Ancak kısa sürede elde edilecek düşük maliyetli elektrik ile sağlanacak enerji tasarrufu, ilk kuruluş maliyetini, milli gelir artışı olarak kısa sürede geri ödeyebilmektedir (7).

1.4.4. Rüzgar Enerjisi Sistemleri

Rüzgar enerjisi insanoğlunun kullandığı en eski enerji kaynaklarından biri olup, deniz ulaşımında; yelkenli gemilerde ve M.S. 12. yüzyılda yaygınlaşan yel değirmenleri enerji kaynağı olarak tarım ürünlerinin öğütülmesinde kullanılmıştır. Rüzgar enerjisi uzun süre tahıl öğütme ve denizde yelkenlilerle ulaşım işlemlerinde tek enerji kaynağı durumunda kalmıştır.

Zamanla değişen yaşam koşulları içerisinde keşfedilen yeni enerji kaynaklarının uygulamaya girmesiyle rüzgar enerjisinin yerini başka enerji kaynakları almıştır. O kadar ki, günümüze yakın tarihli yıllara kadar rüzgar enerjisi zevk için yelken kullanma dışında, küçük çapta su pompalama işlemlerinde kullanılır duruma gelmiştir.

Ancak 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılda yel değirmenleri ile elektrik elde etmek ve sulama sistemleri gibi uygulamalar başlatılmıştır. Fosil enerji

kaynaklarındaki sorunlar göz önüne alındığında rüzgar enerjisinin önemi daha da artmaktadır.

Günümüzde rüzgar enerjisi sistemleri pek çok alanda yararlanılabilen sistemlerdir. Elektrik enerjisi elde etme ve sulama sistemleri temel yararlanma alanları olup, ısıtma, soğutma, su arıtılması ve ulaşım rüzgar enerjisinin diğer kullanım alanlarıdır (20).

Rüzgar enerjisi, sulama sistemlerinde ya doğrudan ya da elektrik enerjisine dönüştürülerek yaygın bir şekilde kullanılabilir. Küçük ölçekli sulama sistemlerinde rüzgar enerjisi uygulamaları bölgenin yıllık ortalama rüzgar hızı 3 - 3.5 m/sn dolayında dahi olsa ekonomik olmaktadır.

Rüzgardan elektrik enerjisi üreten sistemler, ulusal elektrik şebekesinin olmadığı, uzak, ormanlık, dağlık ve kırsal alanlardaki yerleşim birimlerinin elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanmasında ekonomik olarak kullanılmaktadır. İstenen verimin elde edilmesi bu sistemlerin gerekli durumlarda devreye giren, ek sistemlerin desteğiyle de olabilmektedir.

Ulusal elektrik şebekesine bağlanarak yüksek güçteki rüzgar jeneratörleri önemli oranda yakıt tasarrufu sağlayabilmektedir. Bu tür sistemler ancak 6 m/sn ve daha yüksek ortalama rüzgar hızları için ekonomik olmaktadır (20). Ancak yapılan çalışmalarla, önemli teknolojik gelişmeler sağlanmakta, elde edilen verim oranı ileri tasarımlar ve kitle üretimine geçilmesiyle arttırılabilmektedir.

Ülkemizde de bu alanlarda uygulanacak rüzgar enerjisi sistemleri için gerekli teknolojik bilgi birikimi, araştırma ve geliştirme çalışmalarında gelişmiş ülkelerle aramızda olan açığı en kısa sürede kapatacak çalışmalar yapılmalıdır.

1.4.4.1. Yer Seçimi

Yeryüzündeki farklı sıcaklık dağılımları rüzgar oluşumlarına neden olur. Enlem, kara-deniz, yükseklik ve mevsimler sıcaklık dağılımında etkin rol oynayan faktörlerdir. Okyanus ve deniz kıyısına sahip kara parçalarında sıcaklık farklılıkları yüksek olduğu için, rüzgar potansiyeli de yüksek olur.

Topografya, rüzgarın yönü, hızı ve dağılımında önemli rol oynar. Dağ silsilesi, tepe kayalıklar, rüzgar profilini büyük ölçüde etkiler. Dağ silsileleri eğer

denize paralel, hakim rüzgar yönüne dik, orta eğimli (10-22) ve özellikle çıplak ise, enerji üretimine uygun yerlerdir. Zirvede rüzgar hızı eğim ve dağ grubunun büyüklüğüne bağlı olarak artar. Bu nedenle tepenin üst-ön kısmı tesis için uygundur. Tepenin üst-arka kısmı ise türbülans nedeni ile gözönüne alınmaz (21).

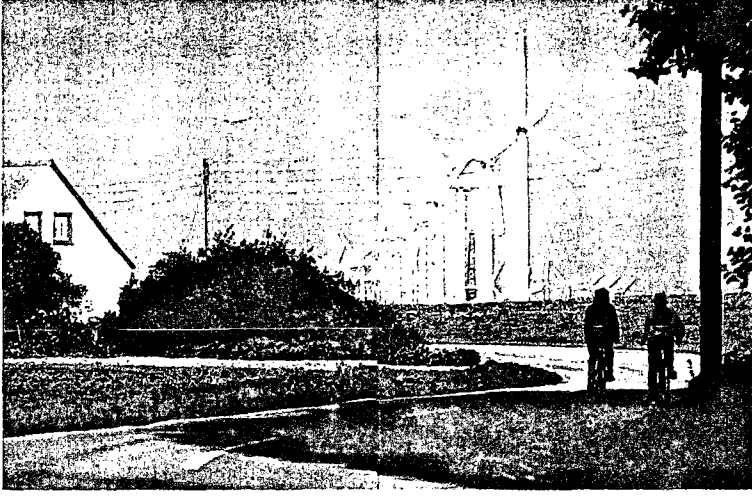
Meteorolojik ve topografik açıdan, rüzgar hızlarının yüksek olabileceği alanlar şu şekilde sıralanabilir (21);

- Basınç gradyanını yüksek olduğu yöreler.
- Yağışların sürekli esen rüzgarlara paralel olduğu yöreler.
- Yüksek engebesiz tepe ve platolar
- Yüksek basınç gradyanlı düzlükler ve sürekli rüzgar alan az eğimli vadiler.
- Güçlü jeostrofik rüzgar alanlarının etkisinde kalan tepe ve zirveler.
- Jeostrofik rüzgar ve termal gradyan alanına sahip kıyı şeritleri.

1.4.4.2. Çevreye Etkileri

Tek bir rüzgar türbininin çok önemli bir çevresel etkisi olmaz. Bunun yanında büyük rüzgar tarlalarının bazı etkileri olabilmekle birlikte, büyük çevresel tehlikeler oluşturmaktan uzaktırlar. Rüzgar enerjisi teknolojilerinin güvenliği oldukça iyidir. Gerekli önlemlerin alınması durumunda hiç bir güvenlik sorunu olmaz.

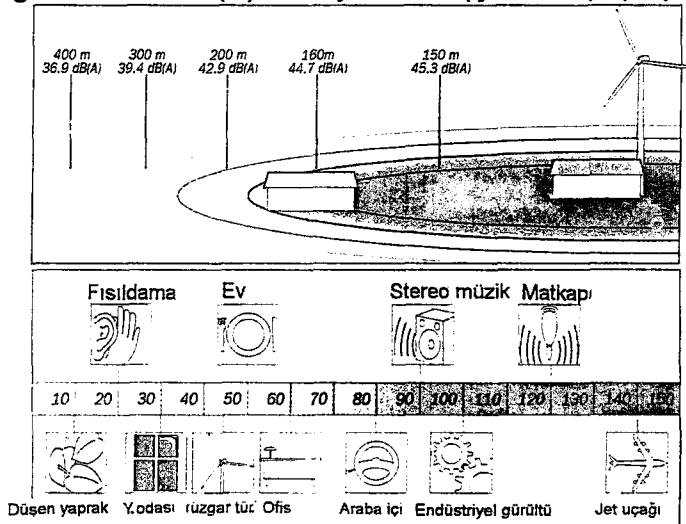
Üzerinde en çok tartışılan konular görüntü, estetik etki ve gürültü sorunlarıdır. Estetik kişisel bir kavram olup rüzgar türbinlerinin arazi boyunca görünüşü insanlara sevimsiz gelebileceği gibi sevimli de gelebilir. Sistemlerin tasarımı ve yer seçimi sırasında alınacak önlemlerle, bu sorun en aza indirilebilir (Şekil 21), (22).



Şekil 21. Bir rüzgar tarlası görünümü

Gürültü sorunu da, estetik gibi kişiye bağlı olan bir sorundur. Endüstriyel bir alanda kabul edilebilir gürültü düzeyi, kırsal alanda kabul edilmeyebilir. Her iki konuda da halkın rüzgar tarlalarına karşı olan genel tavrı, önemli bir belirleyicidir. Sistemlerden elde edilecek temiz ve ucuz enerjiye karşılık, insanların bu sistemlere daha bir hoş görüyle bakmaları da söz konusudur.

Ayrıca, yapılan çalışmalar rüzgar enerjisi sistemlerinin ürettiği duyulabilir ve duyulamaz seslerin önemli bir gürültü sorunu oluşturmadığını ortaya koymaktadır. Ölçülen gürültü seviyeleri tesis yakın çevresinde bile kabul edilebilir düzeydedir. NASA'nın kullandığı kabul edilebilir gürültü sınır kriteri 50 dB(A) dir. 8 m/sn rüzgar hızında 300 kW'lık bir modern rüzgar türbininin 200 m uzaklıkta oluşturduğu gürültü 43 dB (A) düzeyindedir (Şekil 22), (22).



Şekil 22. Rüzgar türbini gürültü seviyeleri

En büyük çevresel etki, bu sistemlerin kurulması aşamasında olmaktadır. Sistemlerin kurulması, bakımı, bağlantı yolları ve kablo çekimi gibi amaçlar için arazinin kullanımı sözkonusudur. Ancak, sistemlerin montaj süreleri çok kısadır. Montaj sonrası arazinin eski amacıyla kullanılmaya devam edilmesi mümkündür.

Rüzgar türbinleri, buldukları bölgede kuşların göçü sırasında, kuş sürüleri için tehlikeli olabilmektedir. Ancak rüzgar türbinleri, aynı alana sahip yüksek gerilim hatlarından daha tehlikeli değildir. Bazı durumlarda bu zarar hattın % 10 nu kadar olmaktadır (21).

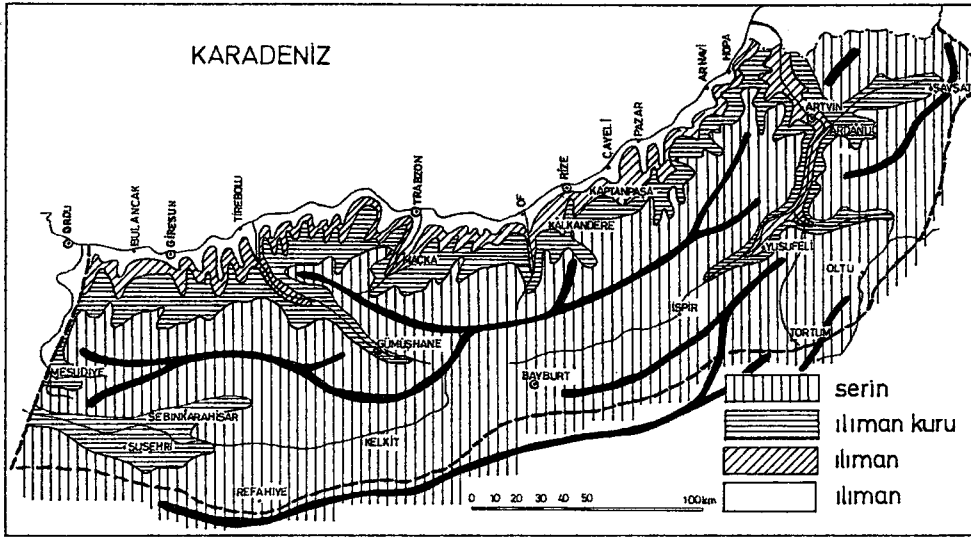
Rüzgar türbinlerinin dönen kanatları, TV ve radyo yayınları gibi alanlarda da bozucu etki yaratabilmektedir. Ancak rüzgar türbinlerinden 2-3 km uzakta bu etkiler sorun teşkil etmez (21).

1.5. Doğu Karadeniz Bölgesinde İklim

Doğu Karadeniz Bölgesi, genel olarak ılıman-nemli iklim kategorisinde bol yağış alan bir bölgedir. Ancak denizden iç kısımlara doğru girildikçe nem oranının azalmasının yanında, yüksekliğin de artmasıyla ılıman iklimden serin iklime doğru bir geçiş yaşanır. Denize yakınlık ve deniz seviyesinden yükseklik iklim karakterinin oluşmasındaki başlıca iki etmendir.

Bölgenin, Karadeniz kıyı şeriti boyunca ve özellikle denize dönük kuzey dağ yamaçlarında ılıman-nemli iklim hakimdir. İklim üzerinde denizin etkisi büyüktür. Bu ılıman etki denize dik akarsu vadileri boyunca iç kısımlara kadar uzanabilmektedir. Yıllık ortalama yağış çok yüksek olup, ortalama bağıl nem %90-60 arasında değişir. Yaz kış arasında aşırı bir ısı farklılığı yaşanmaz. Ortalama yüksek sıcaklık 26°C olurken, ortalama düşük sıcaklık 15°C dir (23).

Bölgenin iç kısımlarına girildikçe yıllık yağış ve nem ortalaması azalır, ısı farklılıkları artar. Yükseklik arttıkça sırasıyla ılıman, ılıman kuru ve 1200 m yükseklikten sonra serin iklim görülmeye başlar (Şekil 23). Yıllık bağıl nem ortalaması %80-30 arasında değerler alırken, ortalama yüksek sıcaklık 30°C, ortalama düşük sıcaklık -12 °C olur (23).



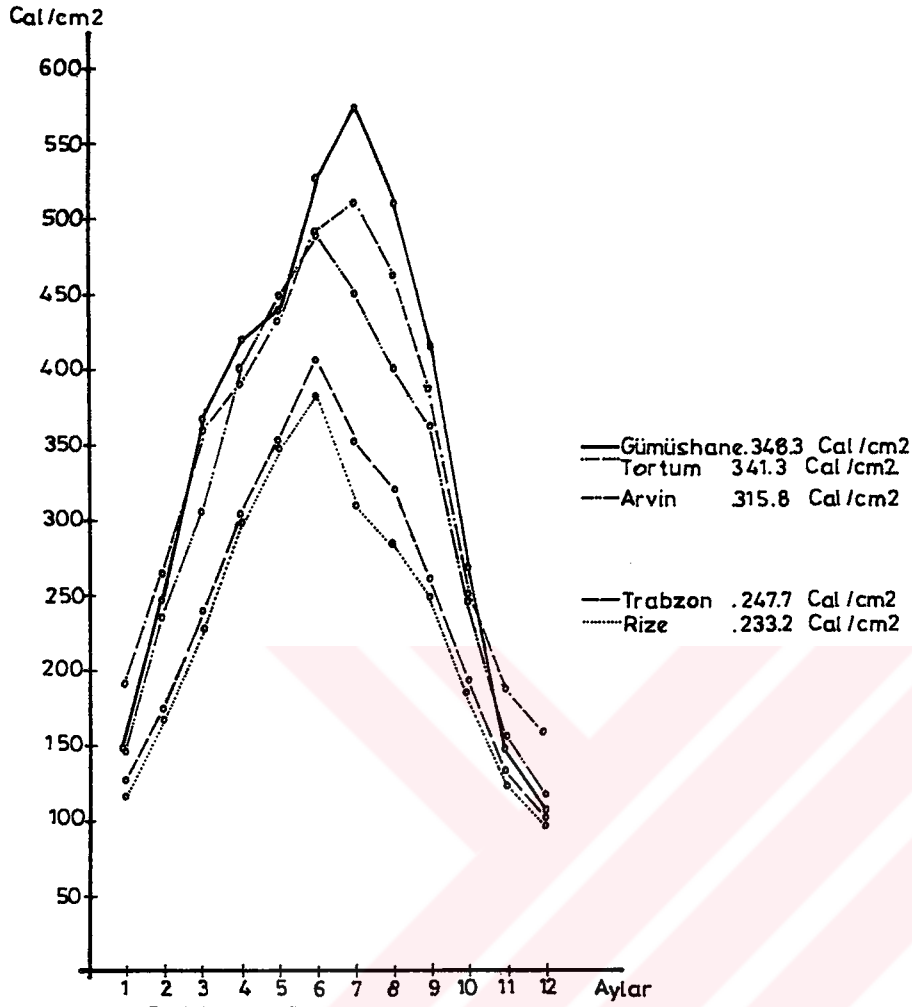
Şekil 23. Doğu Karadeniz Bölgesi iklim haritası

1.5.1. Doğu Karadeniz Bölgesinde Güneş

Doğu Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin en az güneş alan bölgesidir. Bölgenin bol yağış alması ve nem oranını yüksek olması, alınan güneş miktarını olumsuz yönde etkileyen en önemli etkenlerdir. Ancak bölgenin iç kısımlarına doğru denizden uzaklaştıkça azalan yağışa ve neme karşılık güneşlenme miktarı da artar. Bölgede güneşten en çok, tarımdan elde edilen ürünlerin kurutulmasında yararlanılmaktadır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Güneş ışınım şiddeti Artvin, Gümüşhane, Rize, Tortum ve Trabzon (Şekil 24), güneşlenme süresi ise Artvin, Gümüşhane, Hopa, Rize, Tortum ve Trabzon Meteoroloji istasyonlarında ölçülmektedir (Tablo 10), (24).

Meteorolojik gözlemlere bağlı olarak bölgenin güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti maksimum değerleri Haziran ve Ağustos aylarında alınırken, minimum değerler Aralık ayında alınmaktadır. En yüksek yıllık güneş ışınım şiddeti ortalaması 348.3 cal/cm^2 ile Gümüşhane'ye aittir. 233.2 cal/cm^2 yıllık ortalama ile Rize en düşük değere sahiptir.



Şekil 24. Güneş ışınım günlük kalori toplamının aylık ortalaması
(cal/cm².dak)

Tablo 10. Ortalama Güneşlenme Süresi (saat.dakika)

	R.S	Yük.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Hopa	23	33	2.48	3.21	3.53	4.48	5.20	6.14	4.47	4.51	5.17	4.32	3.34	2.43	4.21
Trabzon	35	30	2.52	3.25	3.34	4.21	5.33	7.22	5.59	5.56	4.56	4.39	3.45	2.54	4.36
Rize	35	4	2.28	3.11	3.36	4.29	5.26	6.46	5.07	5.12	4.49	4.21	3.07	2.22	4.14
Artvin	6	597	2.17	3.07	4.10	5.52	6.06	6.47	6.00	6.53	6.23	4.33	2.59	2.00	4.49
Gümüşhane	19	1219	2.01	3.53	5.14	6.03	7.27	9.29	10.25	9.55	8.29	6.00	2.56	1.27	6.07
Tortum	5	1602	3.46	4.42	5.54	6.05	6.38	8.04	9.20	9.10	8.017	4.53	4.13	3.17	6.12

1.5.2. Doğu Karadeniz Bölgesinde Rüzgar

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde rüzgar genellikle güney-batı-kuzey yönlerinden eser. Özellikle sahil şeridi için hakim rüzgar yönü kuzey-kuzeybatıdır (Tablo 11).

Kuzey-kuzeybatı rüzgarları, bölgede hakim rüzgar yönü olmasının yanında, çoğunlukla yağış getiren rüzgarlardır. Ayrıca bu rüzgarlar serin ve mevsime göre soğuk olurlar. Deniz neminde beraberlerinde taşırlar ve yağışlara neden olurlar.

Nem ve yağmur damlalarının, yapı yüzeyine çarpması sonucunda, bu yöne dönük yüzeylerde erken bozulma ve aşınma görülür. Güneş almayan ve devamlı olarak nemli kalan bu yüzeylerde bakteri etkinlikleri ve korozyon artar (25).

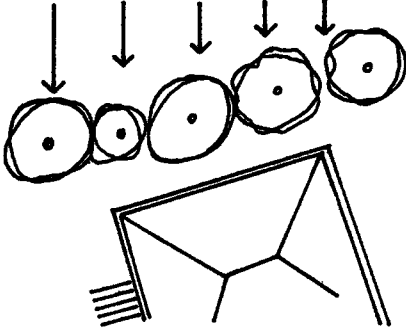
Güney-güneybatı rüzgarları ise genellikle yağış getirmezler. Ancak zaman zaman yüksek hızlara ulaşabilen ve çatıların uçmasına neden olabilen rüzgarlardır. Bu rüzgarlar genellikle ılık eserler. Bunun nedeni, bu rüzgarların oluşmasında etkin bir rol oynayan Kuzeydoğu Anadolu hava kütlelerinin sahil düzeyine inerken kazandığı ısı birikimi olmaktadır (25).

Doğu Karadeniz Bölgesi yerleşmelerinde soğuk ve yağışlı kuzeybatı rüzgarları ile ılık güney rüzgarları en önemli belirleyici etkidir. Evlere giriş, ulaşım ya da topoğrafik açıdan önemli bir zorunluluk yoksa güney yönünden olmaktadır. Kuzey-kuzeybatı yönüne daha az sayıda pencere açılmakta, karşılıklı çift kapılı evlerde bu yöne rastlayan kapılar kışın kapalı tutulmaktadır (25).

Çok rüzgar alan bölgelerde, özellikle tepe üstlerindeki yerleşmelerde, istenmeyen rüzgara karşı önlemler alınması gerekir. Bu amaçla yapraklarını dökmeyen ağaçlar, özellikle karayemiş ağaçları perde olarak kullanılır (Şekil 25), (25).

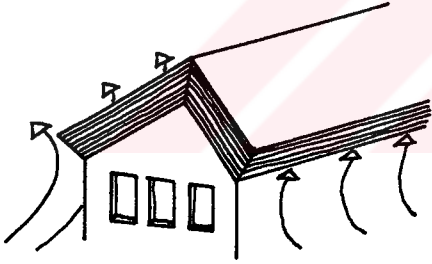
Tablo 11. D.K.B. İklimsel Veriler Tablosu

İL, İLÇE	RAKIM (m)	ORTALAMA SICAKLIK (°C)			YILLIK ORT. SIC. (°C)	ORT. BAĞIL NEM (%)	ORTAÇIK GÜNLER SAY.	ORT. YAĞIŞ MIKTARI (mm)			Y. ORT. YAĞ. MIK. (mm)	ORT. KAR. ÖR. G. SAY	HAKIM YÖN/KUV. RÜZ.YÖN	EN HIZLI RÜZ.YÖN VE HIZI		
		Oc.	Nis.	Tem.				Ek.	Oc.	Nis.					Tem.	Ek.
Artvin	597	2.7	12.0	20.5	13.8	12.2	56	59.9	85.1	53.1	27.0	55.6	663.2	44.9	KB/KKB	24.2 KD
Bayburt	1550	-7.1	8.8	18.8	8.8	6.7	64	110.5	24.8	57.8	21.2	39.7	426.2	86.8	B/G	30 GD
Giresun	38	7.1	11.1	22.4	15.9	14.2	76	53.1	131.2	81.4	85.4	159.9	1324.6	9.9	GGB/B	43.4 G
Gümüşhane	1219	-2.0	9.6	19.9	11.2	9.6	62	78.6	34.0	56.8	11.9	40.1	443.6	47.6	B/BBG	17.6 B
Hopa	33	7.5	12.0	21.9	15.4	14.3	70	56.2	206.0	91.1	140.6	309.0	2136.8	9.4	D/DDGD	35 DGD
İspir	1200	-3.8	10.0	23.2	11.3	10.0	61	79.4	32.6	59.3	23.6	35.0	455.0	55.7	KD/KKD	25.3 GGB
Kalkandere	400	4.5	11.6	20.8	14.6	12.8	76	49.8	176.7	120.2	165.3	262.1	2104.4	22.4	K/-	- GB
Maçka	265	4.4	11.6	20.1	13.5	12.2	73	83.0	58.7	68.8	30.8	62.7	699.8	9.7	K/-	- G
Oltu	1275	-3.6	10.0	22.4	11.0	9.7	61	85.3	18.9	42.0	38.2	32.2	397.7	48.9	GB/G	25.7 B
Rize	4	6.7	11.3	22.2	15.8	14.1	77	51.8	230.7	101.6	148.1	279.5	2300.4	12.7	GB/KKB	26.4 BGB
Şavşat	1100	-1.1	9.5	20.4	11.6	10.0	63	74.6	49.4	76.1	50.1	54.4	718.7	28.1	B/-	- D
Ş. Karahisar	1300	-2.8	8.8	19.3	10.8	8.9	60	85.8	50.6	78.6	13.5	49.0	572.2	81.6	KD/KKD	22.6 GB
Tirebolu	10	7.3	11.8	21.8	15.1	14.0	73	93.7	164.4	83.7	108.1	213.2	1660.2	19.7	B/-	- G
Trabzon	30	7.3	11.6	22.6	16.3	14.5	72	55.0	85.2	58.4	37.0	113.2	833.8	6.8	GB/BKB	31.6 G
Yusufeli	1150	1.2	14.5	25.7	15.4	14.2	53	87.8	19.2	32.2	31.8	20.4	290.4	11.9	GD/-	GB



Şekil 25. İstenmeyen rüzgara karşı ağaç perdeler

Doğu Karadeniz Bölgesi, nem oranı yüksek ve bol yağış alan bir bölgedir (Tablo 11). Bu nedenle yağışların bina üzerindeki etkileri çok fazladır. Yağışların bina duvarları üzerindeki bu olumsuz etkilerinin azaltılabilmesi amacıyla, saçaklar geniş uygulanır. Ancak bu durumdada saçaklar üzerinde rüzgarın olumsuz etkileri görülür. Rüzgarın geniş saçaklar üzerindeki olumsuz etkilerine karşı saçakların eğik uygulanması sözkonusudur (Şekil 26), (25).



Şekil 26. Rüzgar etkilerini azaltan saçak şekli

1.5.3. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Nem ve Binaların Havalandırılması

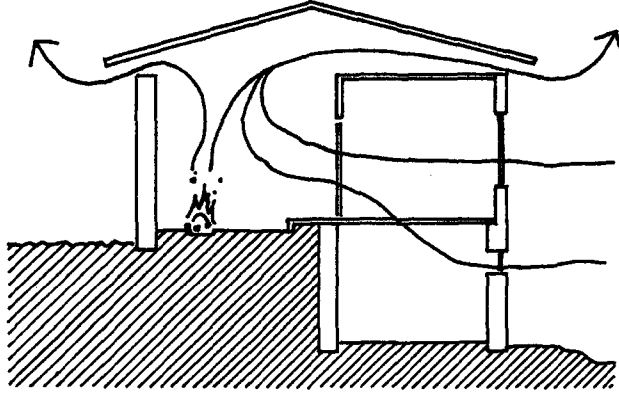
Doğu Karadeniz Bölgesi bol yağışlı oluşu ve bitki örtüsünün sıklığı nedeni ile nem oranı çok yüksektir. Ortalama bağıl nem % 80'lere kadar çıkmaktadır (Tablo 12).

Tablo 12. D.K.B. Yıllık Ortalama Bağlı Nem Yüzdeleri

Yer	Y.O. %	En Yüksek Aylık Ortalama		En Düşük Aylık Ortalama	
		Ay	%	Ay	%
Akçaabat	74	Mayıs	80	Aralık	69
Ardanuç	73	Kasım	80	Nisan	69
Bulancak	76	Ağustos-Ekim	79	Mart-Nisan-Aralık	74
Giresun	76	Mayıs	81	Ocak-Aralık	69
Kalkandere	76	Ağustos	83	Şubat	71
Kaptanpaşa	82	Eylül	88	Nisan	75
Maçka	73	Ağustos	78	Ocak-Mart-Nisan	70
Of	75	Mayıs-Temmuz- Ağustos-Eylül	79	Aralık	69
Pazar	74	Temmuz	79	Ocak-Şubat-Aralık	70
Rize	77	Ağustos-Eylül	80	Ocak-Aralık	72
Trabzon	72	Mayıs	78	Aralık	66
Tirebolu	73	Ekim	79	Ocak	65

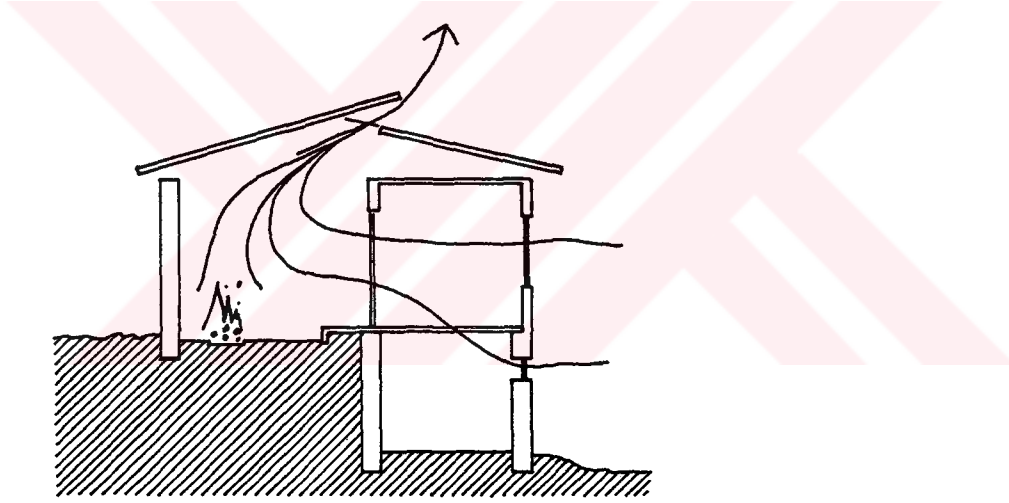
Hava ve zeminde yüksek nem oranı olması, bölgedeki yapılarda etkili bir havalandırmanın gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca evin içinde ve eve ek mekanlarda tarım ürünlerinin de depolanması havalandırmanın önemini daha da artırmaktadır.

Trabzon ve Rize yöre evlerinde gündüz eylemlerinin geçtiği, ateşin yandığı, yiyeceklerle içeceklerin açıkta bulunduğu yaşama (aşhane, hayat, yerevi) mekanları tavanlanmamıştır. Bu evlerin çoğunda saçak altı kaplaması da yoktur. Böylece yaşama mekanından yükselen ısınmış ve kirli havanın saçak boşluklarından ve bacalardan evi terketmesi, kapı ve bodrum açıklıklarından da eve taze hava girmesi sağlanır. Yaşama mekanının ortasında yanan oçaktan yükselen duman ve gazlarda aynı şekilde saçak aralarından dışarı çıkar (Şekil 27), (25).



Şekil 27. Trabzon ve Rize evlerinde doğal havalandırma

Giresun yöresi evlerinde ise, aynı şekilde, ancak hava çıkışı çatının mahya noktasında bulunan açıklıktan (güvercinlik, doran baca) olmaktadır (Şekil 28), (25).



Şekil 26. Giresun yöre evlerinde doğal havalandırma

Sürmene ve Rize yöre evlerinde bir başka havalandırma tekniği geliştirilmiştir. Bu evlerde havalandırma; çatıda çatı parapeti, odalarda ise pencere üstlerinde, yörede "ızgara" veya "mazgal" adı verilen, ahşap veya metal ızgaralarla korunmuş boşluklardan içeriye giren havayla olmaktadır. Bu boşluklar Geleneksel Türk Evi yapım tekniğinde görülen "tepe penceresi" yerine geçmektedir. Pencere kepenkleri kapandığı zamanlarda, bu boşluklar aydınlanma için kullanılmaktadır (25).

Çatı parapetinde bulunan ızgara boşlukları ile binanın havalanması ve aydınlanması yanında, geleneksel köy evlerinde ot, saman ve kuru yiyecekler için ambar görevi gören çatı arasının da havalandırılması sağlanır. Bu boşluklar planda, çatının iki veya üç yönünde bulunmaktadır (25).

Doğu Karadeniz Bölgesi geleneksel evlerindeki bu tür havalandırmanın yararlı yönlerinin yanında, sakıncalı yönleri de bulunmaktadır. Ancak sakıncalı yönlerin, bölge insanlarının temel yapı kültürlerinin arttırılması ve uygun detay çözümlerinin geliştirilmesiyle önlenmesi mümkün olacaktır.

Doğu Karadeniz Bölgesi iklim koşulları göz önüne alındığında, bu havalandırma sistemleri özellikle yaz dönemlerinde ek bir enerji kaynağı kullanılmadan binanın iklimlendirilmesi sağlanmış olur. Aynı zamanda, özellikle çatı arasında depolanan ot, saman ve yiyecekler, aşırı nemliliğin bozucu ve çürütücü etkilerinden korunmuş olur.

Ancak, tavanlanmamış mekanların çatı konstrüksiyonu çirkin görülmekte ve kışın mekanların ısıtılamaması gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Zaman zaman ters hava akımları da dumanı geri çevirerek tüm ev içine dağılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca binaların alt kısımlarında bulunan ahır bölümünün hayvan kokusu, pislik ve çürüme gazları havayla birlikte üst katlara çıkabilmektedir. Özellikle ahır üstü odaları etkileyen bu kokular, döşemelerin plastikle kaplanması yada döşemelerin tümüyle değiştirilmesi gibi önlemlerle giderilmeye çalışılmaktadır (25).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. DKB'de Sürdürülebilir Dağ ve Yayla Turizminde Enerji Sorunu

Doğu Karadeniz Bölgesi, uzun sahil şeridine sahip bir bölgedir. Ancak, bölgenin deniz ve kıyı turizm potansiyeli istenilen düzeyde değildir. Sahil şeridinin genel olarak sarp ve kayalık bir yapıya sahip olması nedeniyle alan sınırlıdır. Ayrıca bölgenin yağış ve nem oranı oldukça yüksektir. Özellikle kıyı şeridi boyunca güneş potansiyelinin az olması, turizmi olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu olumsuzluklara karşın, bölge doğal güzelliklerinin yanında, canlı çeşitliliği ve zengin bitki örtüsü açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle deniz ve kıyı turizmine alternatif olarak, bölgede dağ ve yayla turizminin canlandırılması amacıyla yatırımlar teşvik edilmekte ve desteklenmesi gündeme gelmektedir. Bu amaçla, projeler tasarlanmakta ve yaylalarda turizm amaçlı etkinlikler düzenlenmektedir.

Ancak, yayla iklim şartları ve bölgenin coğrafi yapısı gözönünde bulundurulduğunda, tesislerin önemli oranda enerji ihtiyaçlarının olacağı ve bu ihtiyaçların fosil yakıtlardan karşılanması önemli bir sorun teşkil edeceği muhakkaktır. Fosil yakıtların tesislere ulaştırılması zor ve ekonomik olmayacaktır. Ayrıca fosil yakıtların yoğun bir şekilde kullanılması önemli çevre kirlenmelerine, doğal yapının bozulmasına, dolayısıyla turizmin olumsuz yönde etkilenmesine neden olacaktır.

Gereksinim duyulan enerji ihtiyacının, alınacak mimari önlemlerle, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak karşılanması ekonomik yararlar sağlayacağı gibi, önemli çevre sorunlarının oluşmasını da büyük ölçüde önleyecektir.

2.2.Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Tezin Amaçları

Günümüzde enerji ihtiyacımızın büyük bir bölümünü fosil kökenli enerji kaynaklarından sağlamaktayız. Buna karşılık bu kaynaklar gün geçtikçe azalmakta, kömür ve petrol gibi yakıtların yoğun bir şekilde kullanılması ile önemli çevre sorunları meydana gelmektedir. Ayrıca Türkiye gibi enerji dengesi ithal

petrole bağımlı, gelişmekte olan ülkelerde önemli ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu faktörlerin sosyo-ekonomik etkileri nedeniyle insanlar, enerji ihtiyaçlarını yeni enerji kaynaklarından karşılama yoluna yönelmişlerdir. Gelişmiş ülkeler 1973 enerji krizinden sonra bu amaçla oluşturdukları politikaları uygulamaya koymuş, doğal enerji kaynaklarından yararlanmayı amaçlayan çalışmalar başlatmışlardır. Bu enerji kaynaklarının yenilenebilir olmaları ve herhangi bir çevre sorunu oluşturmamaları üzerinde önemle durulmaktadır.

Ülkemiz doğal enerji kaynakları yönünden şanslı bir coğrafi konuma sahiptir. Aynı zamanda bugün Türkiye'nin bilimsel / ekonomik ve ulusal teknolojik gücünden yararlanarak, yenilenebilir enerji kaynakları uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi mümkündür. Buna rağmen konuya yeterince önemin verilmemesi, plansızlık gibi nedenlerle ülkemizin doğal enerji potansiyeli değerlendirilememektedir. Günümüz koşullarında bir şekilde bu potansiyelin kullanıma kazandırılması, ülkemiz ekonomik koşulları yönünden önemli bir gelişme olacaktır.

Bu amaçla ülkemizde de bu alanda yapılacak çalışmalarla, gelişmiş ülkelerle aramızdaki teknolojik bilgi birikiminin, araştırma ve geliştirme açığının en kısa zamanda kapatılması gerekmektedir. Bundan dolayıdır ki yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmaya yönelik kısa, orta ve uzun vadeli programlar hazırlanmalı, örgütlenme gerçekleştirilmeli, araştırma ve geliştirme çalışmaları hızlı bir şekilde devam ettirilmelidir. Doğal enerji kaynaklarından en fazla yararın sağlanabileceği uygulama alanları ve ülke koşullarımıza uygun teknolojiler akılcı bir şekilde en kısa zamanda belirlenmelidir.

Bu bilgiler ışığında, ülkemizin yenilenebilir enerji kaynağı potansiyelinin kullanıma kazandırılması, bu yolla enerji tasarrufu sağlanması, petrole; dolayısıyla dışa olan bağımlılığımızın azaltılması çalışılmanın ana hedefi olmaktadır.

İklim verilerine dayalı bir enerji denge programı içerisinde, Doğu Karadeniz Bölgesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma potansiyeli belirlenerek, özellikle elektrik şebekesinin olmadığı, fosil yakıtların ulaştırılması zor ve ekonomik olmayan, uzak yerleşim bölgelerinde, yayla turizmini amaçlayan tesisler, konutlar ve yerleşim birimlerinin enerji ihtiyacının, bilinen mevcut

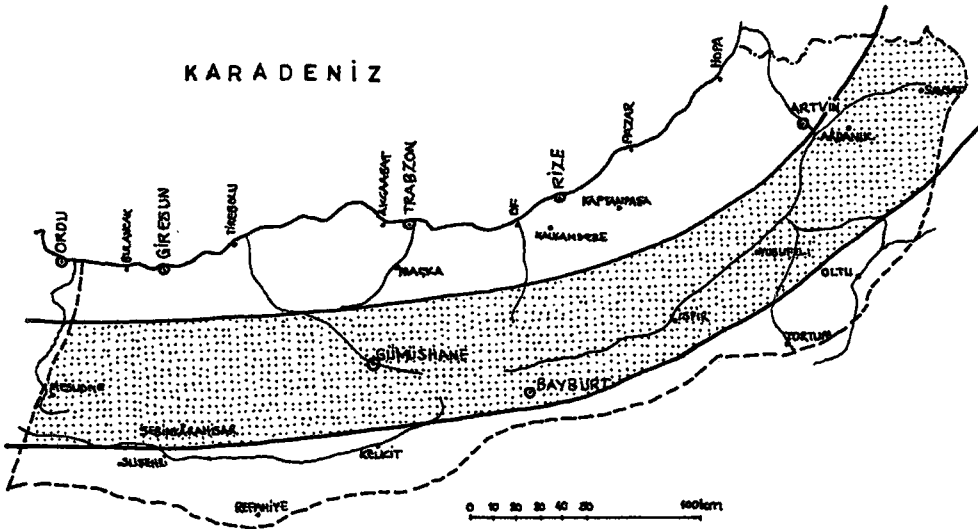
yöntemlerin gerçekleştirilebilirlik ve ekonomiklik açısından, yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmayla Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, bölgenin doğal enerji kaynağı potansiyelinden yararlanmanın ülke ekonomisi açısından önemi vurgulanmakta, uygulamacı mimarın ve karar vericinin elinde bulunması gereken bilgi birikimindeki boşluğun doldurulmasına çalışılmaktadır.

2.3. Yayıllarda İklim ve İnsan Konfor Eğrisi Etkileşimi

Ülkemizde iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından, ülke geneline yayılmış meteoroloji istasyonlarınınca ölçülmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 26 tane meteoroloji istasyonu vardır. Ancak, bu istasyonlar belli merkezi yerleşim birimlerinde bulunmakta, kırsal alanda ölçümler yapılmamaktadır. Dolayısıyla yaylalarımızın iklimsel verileri için somut ölçüm değerleri yoktur.

Yayla iklim özelliklerini yaklaştırma yöntemiyle belirlemek amacıyla, yaylalara en yakın istasyonlar olan Ardanuç, Bayburt, Gümüşhane, İspir, Mesudiye, Şavşat, Şebinkarahisar ve Yusufeli meteoroloji istasyonları değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 29).



Şekil 29. D.K.B. meteoroloji istasyonları

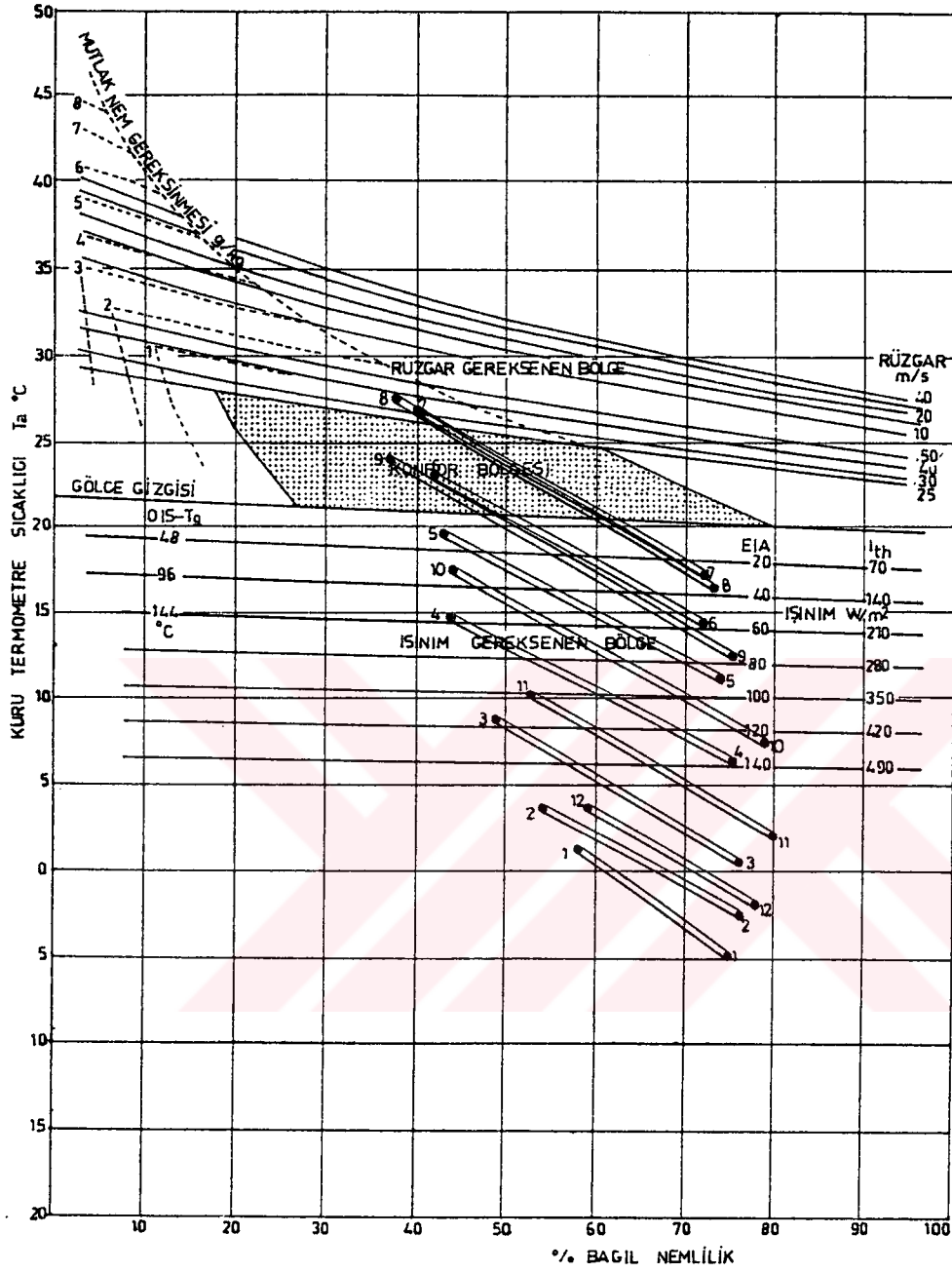
Değerlendirmeye katılacak meteoroloji istasyonları arasında seçim yapılırken denize yakınlık ve denizden yükseklik, yayla iklimi için önemli iki kriter olarak gözönünde bulundurulmuştur. +900 ve daha yüksek rakımlı istasyonlar seçilirken, bölge sınırına yakın istasyonlar, denize olan uzaklıkları nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. Bu kriterler içinde kalan bölge D.K.B'nin doğal güzelliklerine sahip, 900-1500 m rakımlı yayla ve dağlarını kapsamaktadır. Ancak daha yükseklerde yaylalar bulunmaktadır. Bu alanların iklim özelliklerinin tespiti için daha geniş kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır. En somut veriler, yerinde yapılacak ölçümlerle elde edilebilecektir.

Seçilen sekiz meteoroloji istasyonunda 1990 yılına kadar, ortalama 25 yılı aşkın süre ölçülen iklimsel veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Çalışma için gerekli olan iklimsel veriler seçilerek aritmetik ortalamaları alınmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Seçilen İklimsel Verilerin Ortalamaları

	Oc.	Şub.	Mart	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağs.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ara.	Yıllık
Ortalama Sıcaklık	-2.1	-0.4	3.8	10	14.4	17.8	21	20.8	17.3	11.6	5.5	0.4	10
Saat 07 ⁰⁰ deki Ort. Sic. (°C)	-4.7	-3.5	0.6	6.4	11.1	14.4	17.2	16.5	12.4	7.3	2.3	-2.0	6.5
Saat 14 ⁰⁰ deki Ort. Sic. (°C)	1.5	3.7	8.6	14.9	19.6	23.2	26.9	27.4	24	17.5	10.1	3.9	15.1
100 cm Ort. Toprak Sic. (°C)	4.9	3.8	4.4	7.6	10.9	14.2	17.2	18.8	18.6	15.4	11.1	7.4	11.2
Ortalama Nisbi Nem (%)	69	67	64	61	61	59	58	57	58	64	69	71	63
Saat 07 ⁰⁰ deki Ort. N. Nem (%)	75	76	76	75	74	72	72	73	75	79	80	78	75
Saat 14 ⁰⁰ deki Ort. N. Nem (%)	58	54	49	44	43	42	40	38	37	44	53	59	47

Üzerinde önemli ölçüde konsensus sağlanmış olan yeni biyoklimatik grafikten, yayla ikliminin "ılıman-kuru" iklim kategorisinde özellikler gösterdiği görülür (Şekil 30). İklim koşulları Haziran ve Eylül aylarında ısı konfor koşulları için yeterli olurken, Temmuz ve Ağustos aylarında kısmen rüzgara ve nemlendirmeye ihtiyacın olduğu görülür. Diğer aylarda ise genel olarak ek ısıya ihtiyaç vardır. Ocak, Şubat ve Aralık ayları ek ısı ihtiyacının en fazla olduğu aylardır (Şekil 30).



Şekil 30. Yeni biyoklimatik grafik

2.4. Örnek Çalışma

Çalışmada, doğrudan bir örnek tasarım üzerinde çalışılmış ve tasarlanan örnek bir anlamda deneye tabi tutulmuştur. Bu nedenle araştırma örnek çalışma ve deney stratejilerinin bir kompozisyon şeklinde ele alınmıştır, denilebilir.

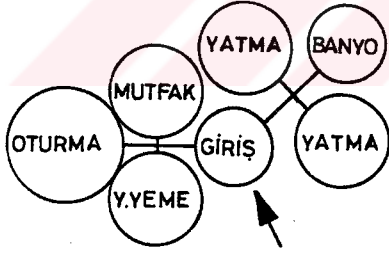
Eğer tek bir nesneye ilişkin derinlemesine bilgi yeterli olacaksa, örnek çalışma tasarımı yerinde bir seçimdir. Örnek çalışmalar geniş kapsamlı ve yoğun

çalışmalar oldukları için birden çok teknikle yürütülmek zorundadırlar. Bu çalışmaların sonuçları ise ancak bulgularını destekleyen başka kuramsal çalışmalar varsa genelleştirilebilir (26).

Elde sakat da olsa, bir model yada bir iskelet olmadan hiç bir zaman denemeyecek şeyler vardır. Çünkü, bir çok şey ya detayına, ya malzemesine, ya da yararlanmada önerilecek yol ve yöntemine bağlıdır. Bu nedenle örnek çalışmalarda bir ön model oluşturulur. Ya da bir kurama ilk adım olarak, ön model oluşturmak amacıyla bir alan örneklenir.

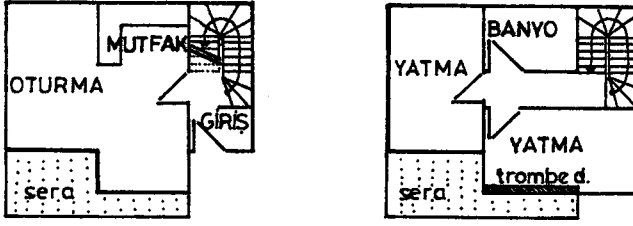
Bu çalışmada kuram değil, bir kusursuz uygulamanın nasıl olacağı fikrine yönelinmiştir. Dolayısıyla çalışmadaki model, bir alan çalışmasının adeta mimari proje boyutuna indirgenmiş halidir.

Örnek çalışmada kullanılacak bungalovun ilk aşamada oluşturulan iskeleti aşağıda verilmiştir (Şekil 31). Bu iskelet işleve bağlı olarak oluşmuştur. Oturma, yatma, banyo, yemek hazırlama ve yeme işlevlerinden yola çıkılarak, yaylada hafta sonunu yada kısa süreli tatilini geçirecek olan bir ailenin günlük temel ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmaktadır.



Şekil 31. Bungalovun işleve bağlı olarak oluşturulan iskeleti

Ancak yukarıdaki işlevlerin karşılanmasının yanında, bungalovun enerji konusunda da duyarlı bir yapıya sahip olması gerekliliği vardır. Bu nedenle oluşturulan iskeletin enerji duyarlı bir modele dönüştürülmesi amacıyla, bölgenin iklim özelliklerine bağlı olarak alınacak önlemlerin ve kullanılacak tekniklerin, döşemede, duvarda ve çatıda nasıl uygulacağına dair bir işlevsel modelden hareket edilmiştir (Şekil 32). Oluşan ön tipin, bu bilgilerle sınanabilmesi için, model aynı anda bir deney gereci gibi de görev yapmıştır.



Şekil 32. Bungalovun enerji duyarlı bir ön modele dönüştürülmüş şekli

2.4.1. Genel Yönlenme Önlemleri

Enerji duyarlılığı konusunda öncelikle tesislerin ve bungalovların kurulacağı alanların seçiminde ve yönlenmede bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Tesisler için yer seçiminde güneş, rüzgar ve nem gözönünde bulundurulması gereken en önemli iklimsel faktörlerdir. Güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak amacıyla, yerleşim alanı olarak güneşe bakan alanlar tercih edilmelidir. Bungalovlar birbirlerine gölge yapmayacak ve gün boyunca güneş enerjisini maksimum oranda alacak konumda olmalıdır.

Doğu Karadeniz Bölgesi için, güney rüzgarlarının en kuvvetli, kuzey rüzgarlarının ise en soğuk ve yağış getiren rüzgarlar olmalarından dolayı seçilen alanlar bu rüzgarlardan korunaklı alanlar olmasına dikkat edilmelidir.

Bölgelerin yüksek nem oranına karşılık en etkili çözüm ise doğal havalandırma olacaktır. Bu amaçla bungalovlar birbirlerine çok yakın olmayacak ve doğu rüzgarlarını en iyi alacak şekilde yerleştirilmelidir.

2.4.2. Isı Kayıplarının Önlenmesi

Enerji duyarlı bir bungalovun iç iklimsel koşullarının istenilen düzeyde sağlanabilmesi için, iç mekan konfor koşullarını etkileyen etmenlerin tasarım sırasında dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla iç ortam sıcaklığını belirleyen ısı kayıp ve kazançları, proje aşamasında gözönünde bulundurulmalıdır. Doğru yapı malzemesinin, doğru şekilde kullanılmasıyla oluşturulacak etkili bir ısı yalıtımı, ısı kayıplarını en aza indirecektir.

Isı kaybı, iç ve dış ortam sıcaklık farkından dolayı, daha yüksek sıcaklıkta olan bina içinden, dışarıya doğru olan ısı akışıdır. Isı kaybı iki şekilde oluşur. Birincisi, dış ortamdan iç ortama havanın girmesi veya içerdeki havanın dışarıya

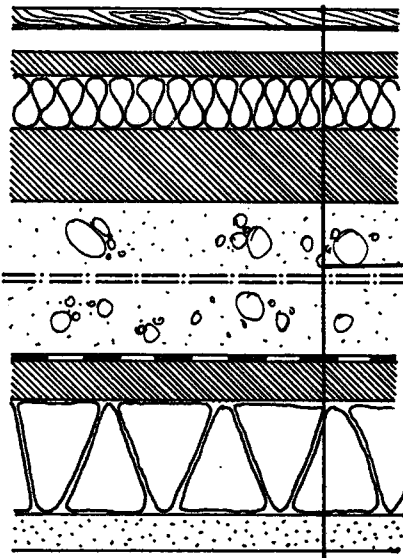
çıkmasıyla, hava değişiminden dolayı oluşan ısı kaybıdır. Bu şekilde ısı kaybı, iç ortamın havalandırılması amacıyla istenerek alınan hava ile, yapı elemanları arasındaki aralıklardan ve kapı-pencere gibi kısımların kenarlarından istenmeden alınan hava ile oluşmaktadır.

İkinci ısı kaybı ise, yapı dış yüzey elemanları üzerinden iletimsel yolla olmaktadır. Oluşan ısı kaybı, yapı elemanının ısı geçirme katsayısı ve sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla iyi yapılmış bir malzeme seçimiyle, yüzeyin ısı geçirme katsayısı en aza indirilebilir.

Bu bilgiler doğrultusunda, örnek çalışma bungalov tasarımı için döşeme, duvar ve çatı detayları geliştirilmiştir. Bu aşamada, sürdürülebilirlik ve bölgeselcilik ilkesi doğrultusunda yöreye en uygun ve akıllı malzemenin seçilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca, arazi eğiminden yararlanılarak, bungalovun kuzey cephesinin büyük oranda toprağa gömülü olarak tasarlanması, ısı kayıplarının azaltılmasında avantaj sağlayacağı düşünülmüştür.

2.4.2.1. Döşeme

Döşeme, 80 cm kalınlığında bir çakıl havuzu üzerinde tasarlanmıştır (Şekil 33). Isı yalıtım malzemesi olarak polistren, iç döşeme malzemesi olarak ise ahşap parke düşünülmüştür. Döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı su yalıtımı üzeri, kuru zemin için hesaplanmıştır (27). Ayrıca çakıl havuzu, döşeme sıcaklığında, zemin sıcaklığına göre 2 °C'lik bir artış sağlayacaktır (28).



KONSTRÜKSİYON	d (m)	λ (W/mK)
Ahşap Parke	0.022	0.13
Yapıştırıcı	-	-
Şap	0.03	1.395
D. Betonu	0.03	1.51
Polistiren	0.07	0.04
Grobeton	0.1	1.51
Çakıl Havuzu	0.8	0.70
Su Yalıtımı	0.009	-
Beton	0.05	-
Blokaj	0.15	-
Kum	0.05	-
Isı Geçirme Katsayısı (k)		0.300

Şekil 33. Döşeme

2.4.2.2. Duvarlar

Örnek çalışmada bungalov için üç farklı duvar detayı tasarlanmıştır. Bungalovun toprağa gömülü olacağı düşünülerek, arka ve yan duvarlarda, toprakla örtülü yüzeyler için farklı (Şekil 34), havayla temas eden yüzeyler için farklı (Şekil 35) detaylar tasarlanmıştır.



KONSTRÜKSİYON	d (m)	λ (W/mK)
Ahşap Kaplama	0.04	0.13
Hava Boşluğu	0.05	(1/ λ hb) 0.17
Polistiren	0.07	0.04
Kadron	0.12	0.13
Tuğla Duvar	0.19	0.30
Sıva	0.02	0.87
Bitümlü Su Yalıtımı	0.009	0.20
Tuğla Duvar	0.009	0.32
Isı Geçirme Katsayısı (k)		0.322

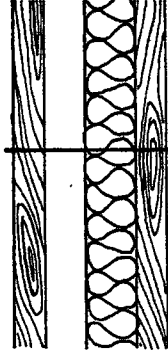
Şekil 34. Toprakla örtülü duvar detayı



KONSTRÜKSİYON	d (m)	λ (W/mK)
Ahşap Kaplama	0.04	0.13
Hava Boşluğu	0.05	(1/ λ hb) 0.17
Polistiren	0.07	0.04
Kadron	0.12	0.13
Tuğla Duvar	0.19	0.30
Hava Boşluğu	0.04	(1/ λ hb) 0.17
Kadron	0.04	0.13
Ahşap Kaplama	0.04	0.13
Isı Geçirme Katsayısı (k)		0.301

Şekil 35. Havayla temas eden duvar detayı

Bungalovun yüzey cephesinin büyük bir bölümü, güneş enerjisinin depolanacağı sera ve trombe duvarından oluşacaktır. Dolayısıyla burdan olan ısı kaybı, pasif sistemin ısı kaybı olacaktır. Geri kalan duvar yüzeyi için de ayrı bir detay tasarlanmıştır (Şekil 36).



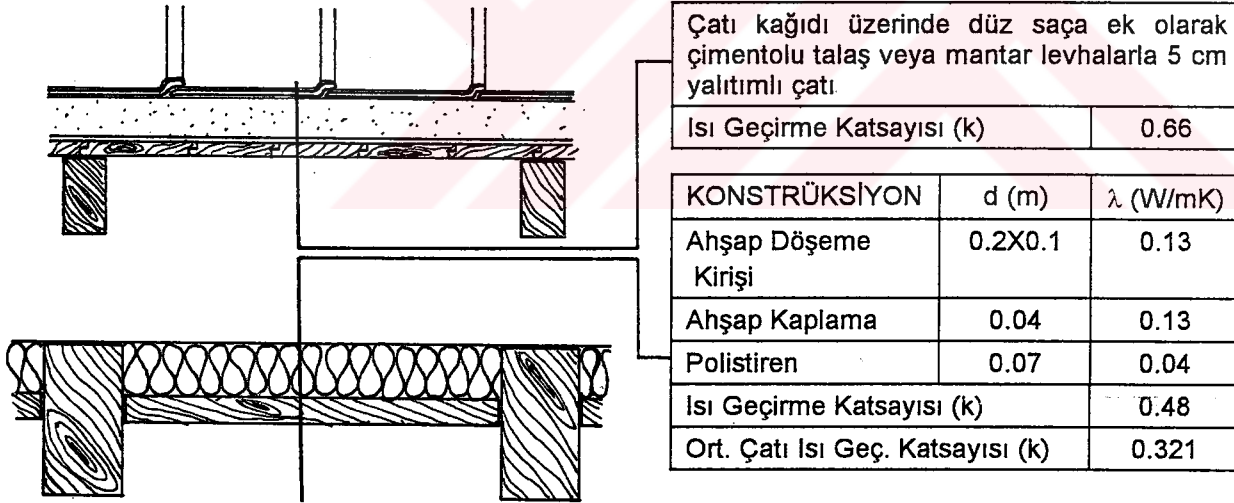
KONSTRÜKSİYON	d (m)	λ (W/mK)
Ahşap Kaplama	0.04	0.13
Hava Boşluğu	0.05	$(1/\lambda_{hb})$ 0.17
Polistiren	0.07	0.04
Kadron	0.12	0.13
Ahşap	0.04	0.13
Isı Geçirme Katsayısı (k)		0.402

Şekil 36. Güney duvarı detayı

Tüm pencereler için 12 mm aralıklı, çift camlı, ahşap doğrama ve ahşap kapı düşünülmüştür.

2.4.2.3. Çatı

Bungalovun çatısı için, bölgenin sert rüzgarlarını da dikkate alarak metal çatı tasarlanmıştır (Şekil 37). Ayrıca üst kat tavanı taşıyıcı sistemi olarak ahşap kirişler düşünülmekte ve ısı yalıtımı, kirişler arasında düşünülmüştür (Şekil 37).



Çatı kağıdı üzerinde düz saça ek olarak çimento talaş veya mantar levhalarla 5 cm yalıtımlı çatı.	
Isı Geçirme Katsayısı (k)	0.66

KONSTRÜKSİYON	d (m)	λ (W/mK)
Ahşap Döşeme Kirişi	0.2X0.1	0.13
Ahşap Kaplama	0.04	0.13
Polistiren	0.07	0.04
Isı Geçirme Katsayısı (k)		0.48
Ort. Çatı Isı Geç. Katsayısı (k)		0.321

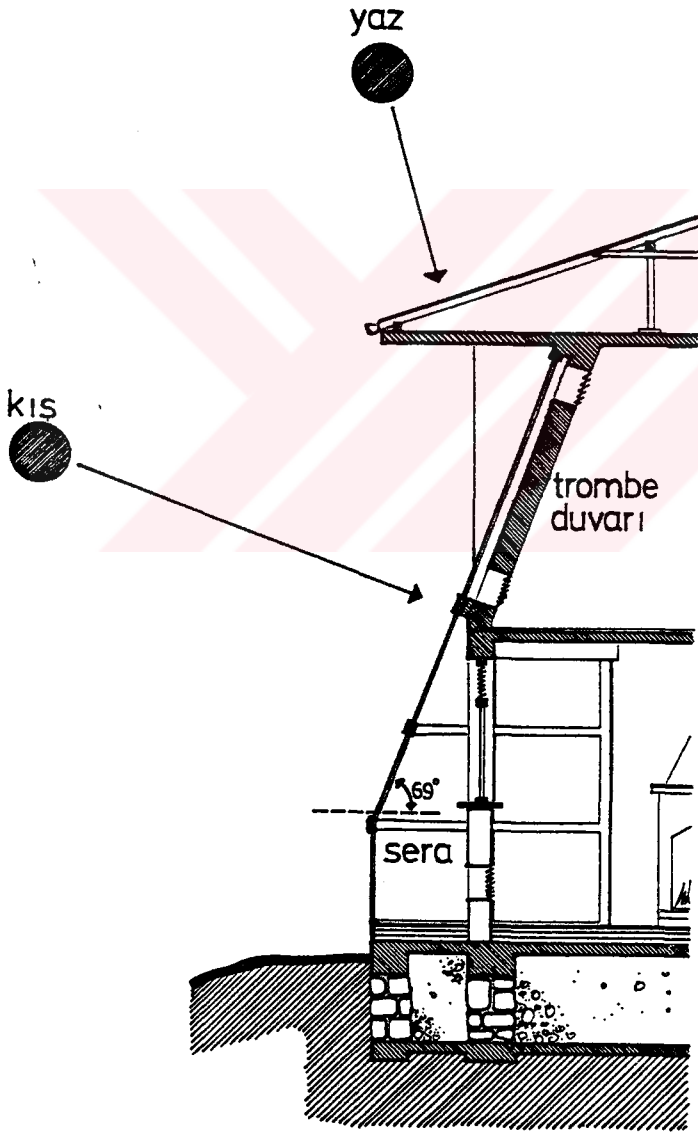
Şekil 37. Çatı

2.4.3. Isı Kazançları

Bungalovun ısı ihtiyacının güneş enerjisinden karşılanması amacıyla, pasif sistemlerden "sera ve trombe duvarı" önerilmektedir. Bu sistemler bungalovun güney cephesinde tasarlanmıştır.

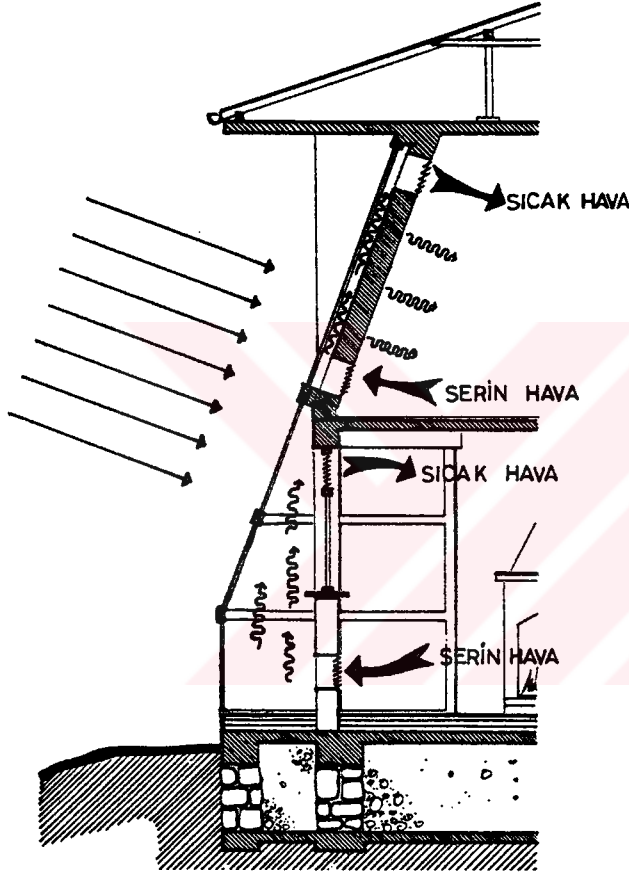
Isıya en çok ihtiyacın duyulacağı dönem, Aralık ve Ocak ayları olacaktır. Dolayısıyla sera ve trombe duvarı, bu aylarda güneş enerjisini maksimum oranda depolaması gerekmektedir. Bu amaçla bölge için, Aralık ve Ocak aylarında sera ve trombe duvarı eğimi 69° olarak alınmıştır (Tablo 9).

Isı enerjisine ihtiyacın olduğu kış aylarında, güneş ışınları, toplama yüzeyine dik açıyla gelecektir (Şekil 38). Isı ihtiyacınının olmayacağı yaz döneminde ise sera ve trombe duvarı gölgede kalacaktır (Şekil 38). Dolayısıyla iç mekanda aşırı bir ısı artışının olması önlenecektir.



Şekil 38. Yaz-kış güneş geliş açıları

Sera içinde ısınan hava, yükselerek duvarın üst kısmında bulunan havalandırma boşluklarından iç mekana alınır. İç mekandaki serin hava ise, duvarın alt kısmındaki havalandırma boşluklarından ısınmak üzere sera içine doğru çekilir. Böylece doğal bir hava sirkülasyonu oluşur (Şekil 39). Aynı hava sirkülasyonu trombe duvarı içinde söz konusudur (Şekil 39). Ayrıca trombe duvarında gün boyunca depolanan güneş enerjisi, belli bir süre sonra konveksiyon yoluyla iç mekana iletilir (Şekil 39).



Şekil 39. Bungalovda sera ve trombe duvarıyla ısınma

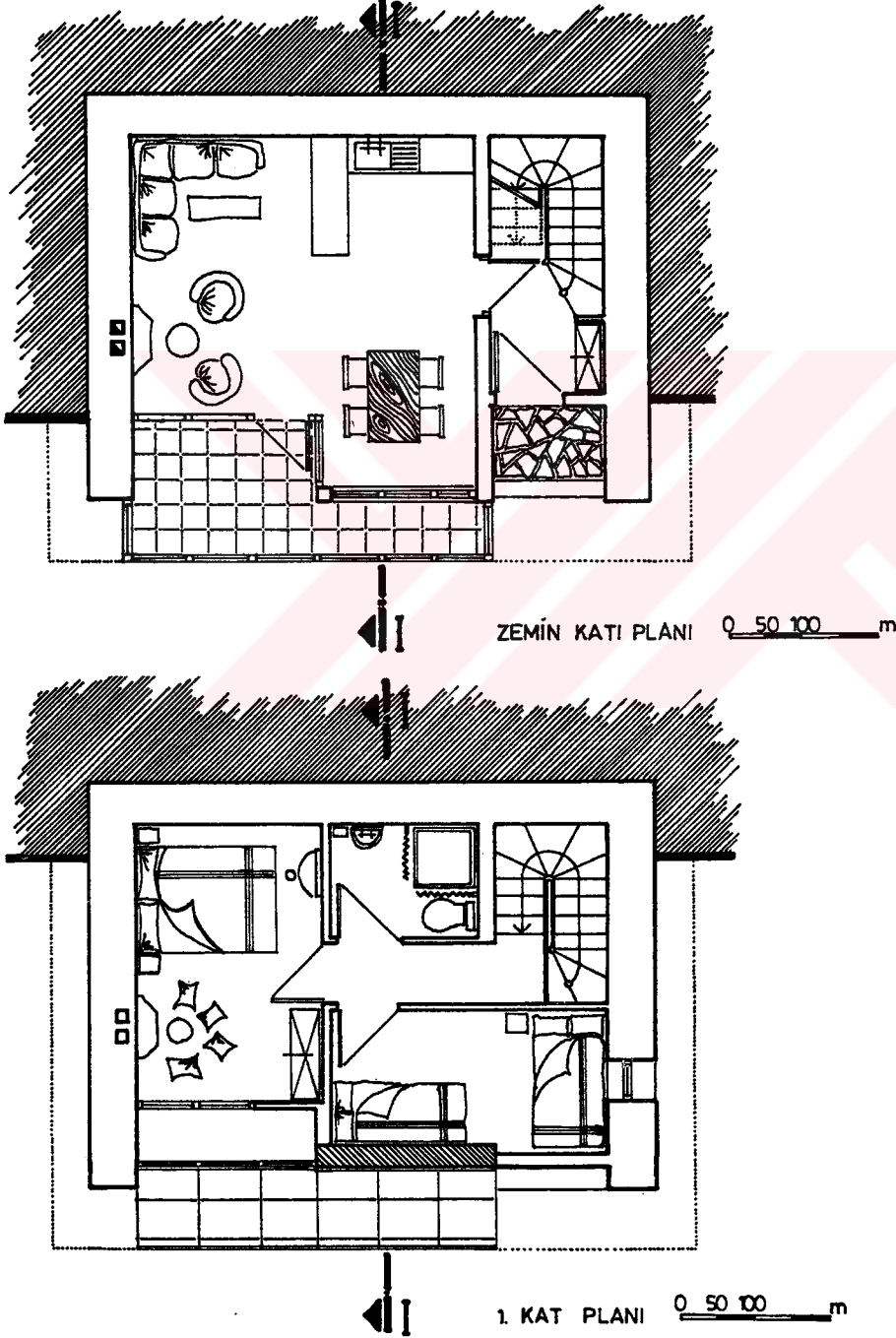
Sistemin gece ters çalışarak, iç mekanın soğumasının önlenmesi için, geceleri havalandırma kapakları kapatılmalıdır.

Isınmanın istenmediği, özellikle yaz döneminde, seranın dış kapakları açılarak, sera içindeki sıcak havanın dışarıya çıkartılması sağlanır. Üst kapakların kapalı, alt kapakların ise açık tutulmasıyla da iç mekan serinletilir.

Trombe duvarı olarak, camla arasında 10 cm boşluk bulunan ve 30 cm kalınlığında, beton duvar düşünülmüştür. Sera için ise 12 mm aralıklı çift cam ve ahşap doğrama düşünülmüştür.

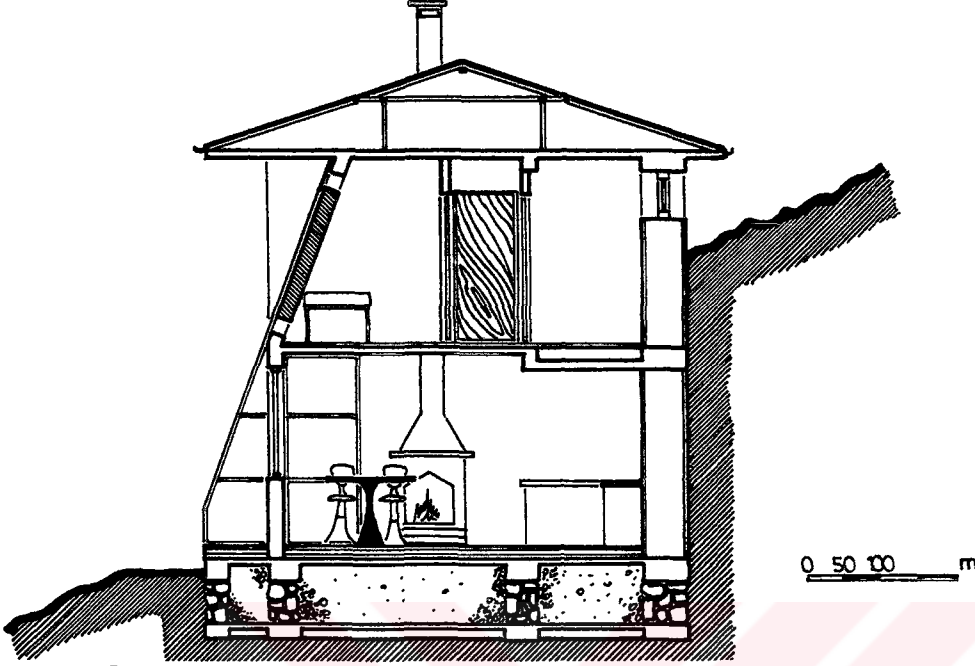
2.4.4. Bungalovun Projelendirilmesi

Bütün bu bilgiler doğrultusunda, yukarıda iskeleti bulunan bungalov, enerji duyarlı olarak projelendirilmiştir (Şekil 40). Bungalovun güney cephesinde alınan mimari önlemlerle, iç ısıl konfor koşulları, güneş enerjisi ile büyük oranda sağlanabileceği gibi ek enerji kaynaklarının kullanımı da, en az düzeye indirilebilecektir.



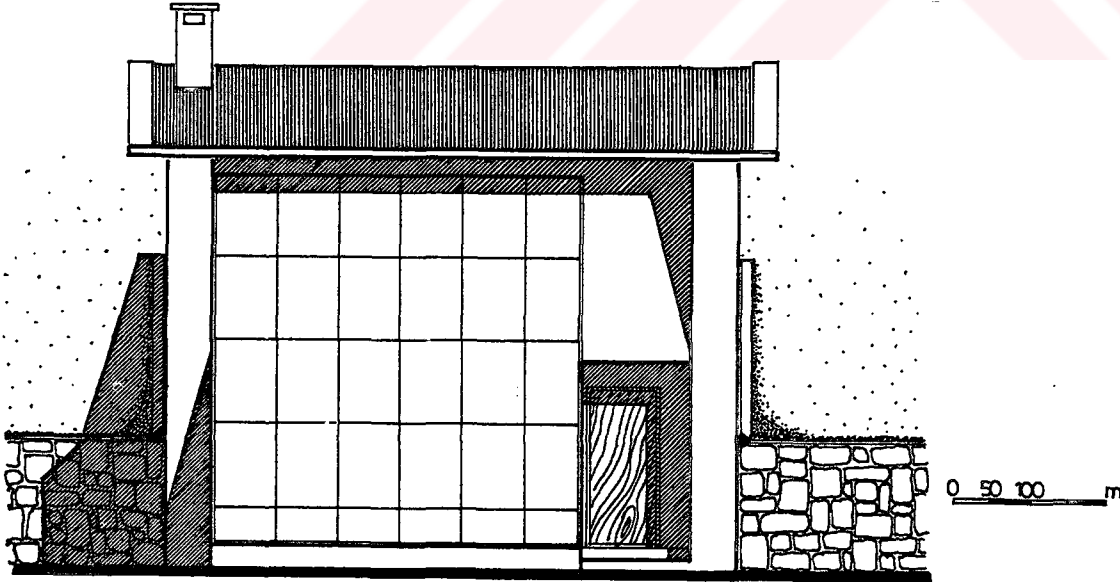
Şekil 40. Bungalovun planları

Bungalovlar 25 m² döşeme alanı üzerinde oturmaktadır. Kuzey cephesi % 75 oranında toprağa gömülüdür (Şekil 41).



Şekil 41. I-I kesiti

Sera ve trombe duvarı bungalovun güney cephesinde bulunmaktadır (Şekil 42). Trombe duvarı alanı 6 m² olup, güneş enerjisi toplama yüzeyi 26 m²'dir. Sera 6.8 m² döşeme alanı üzerine kuruludur.



Şekil 42. Güney cephesi

Bungalov yapı bileşenlerinin yönere göre toplam alanları ve ısı geçirme katsayıları aşağıda verilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Yönlere Göre Yapı Bileşenlerinin Alanları ve Isı geçirme Katsayıları

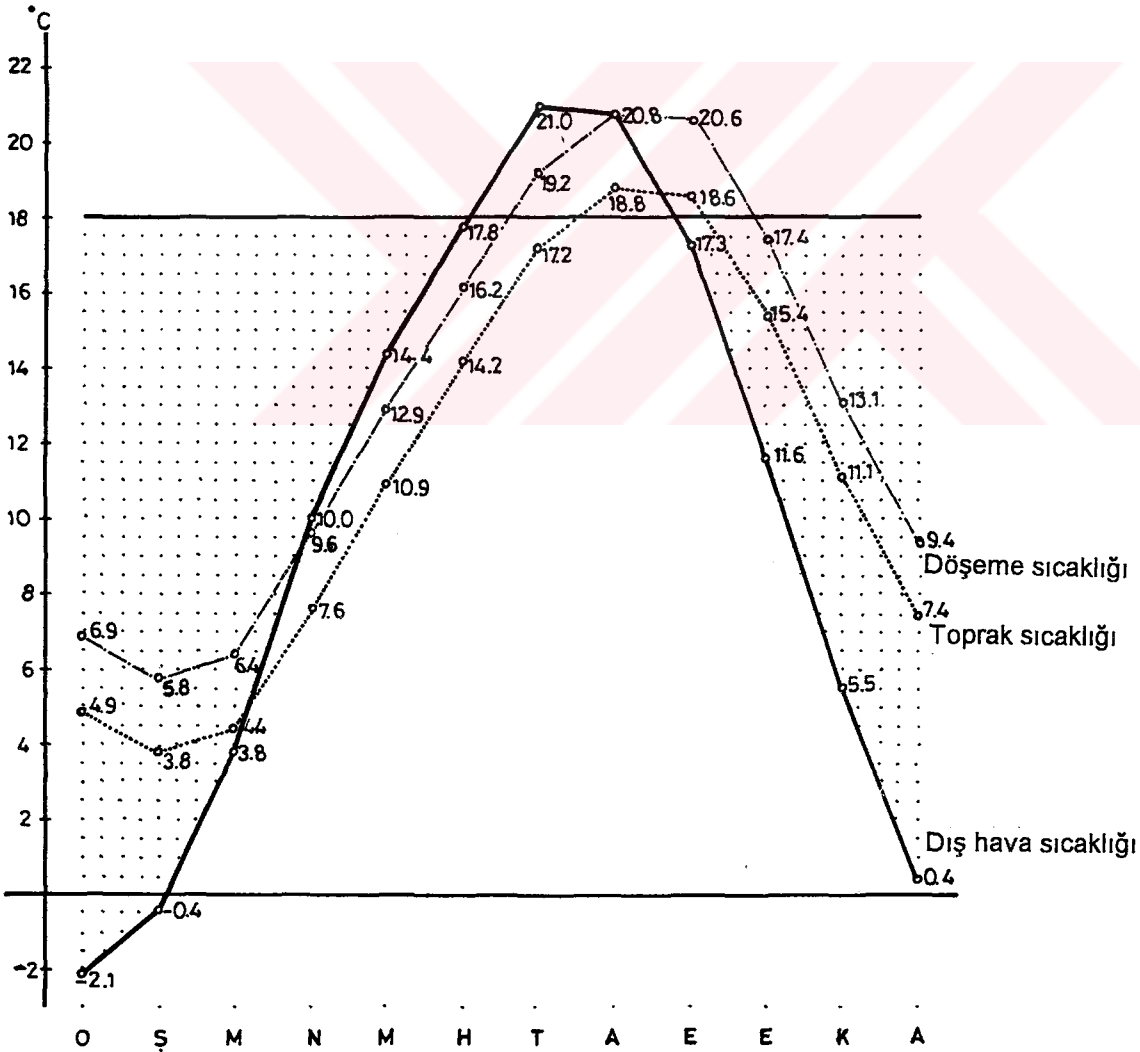
Yer	Toplam Alan (m ²)	Havayla Temas Eden Yüzey				Toprakla Temas Eden Yüzey				Pencere Alanı				Kapı Alanı		
		%	Alan (m ²)	Faktör	k (W/m ² K)	%	Alan (m ²)	Faktör	k (W/m ² K)	%	Alan (m ²)	k (W/m ² K)	%	Alan (m ²)	k (W/m ² K)	
Kuzey	35	23	8.05	1	0.301	75	26.25	0.5	0.161	2	0.7	2.9	-	-	-	
Doğu	21	54	11.4	1	0.301	43	9	0.5	0.161	3	0.6	2.9	-	-	-	
Batı	21	57	12	1	0.301	43	9	0.5	0.161	-	-	-	-	-	-	
Güney	7.6	72	5.5	1	0.402	-	-	-	-	-	-	-	28	2.1	2.9	
Çatı	25	100	25	0.8	0.257	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Döşeme	25	-	-	-	-	100	25	0.5	0.15	-	-	-	-	-	-	

3. BULGULAR

Tasarlanan örnek bungalovun, bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak, iç ısı konfor koşulları için gerekli olan aylık ısı ihtiyaçları, ısı kayıpları, pasif sistemden elde edilecek ısı kazançları ve rüzgardan elektrik enerjisi elde etmek amacıyla tasarlanan rüzgar türbini modeli, çalışmanın özgün bulgularıdır.

3.1. Isı İhtiyaçları

Bulguların iç ısı konfor koşullarının istenilen düzeyde olabilmesi için, dış ortam sıcaklıklarına bağlı olarak ihtiyaç duyulacak ısı ihtiyacının tespiti amacıyla derece-gün grafiği oluşturulmuştur (Şekil 43).



Şekil 43. Derece-gün grafiği

Derece-gün grafiğinde, dış hava sıcaklıkları ve 100 cm derinlikte toprak sıcaklıkları aylık ortalamalarının yıl boyu dağılımı görülmektedir. İnsanların yaylada ve dağlık alanda bulunmaları nedeniyle ısı konfor koşulları için beklentileri çok yüksek sıcaklıklar olmayacaktır. Bu nedenle iç sıcaklık konfor ölçütü 18 °C olarak belirlenmiş, ısınmaya gerek duyulan dönemler görece olarak tanımlanmıştır. Grafikteki taralı alan, aylık ısı ihtiyaçlarını göstermektedir (Şekil 43).

3.2. Isı Kayıpları

Isı kayıplarının nasıl oluştuğuna daha önce değinilmişti. Yapı bileşenleri üzerinden iletimsel yolla oluşan ısı kaybı aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir;

$$Q=k.A.\Delta t \quad (1)$$

k: Yüzeyin ısı geçirme katsayısı (W/m²k)

A: Yüzeyin alanı (m²)

Δt : İç-dış ortam sıcaklık farkı (°C)

Hava değişimi yoluyla oluşan ısı kaybı ise aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir;

$$Q= n.p.C_p. \Delta t \quad (2)$$

n: İç ortamın saatteki hava değişimi

p: Dış hava yoğunluğu (kg/m³)

c_p: Dış hava özgül ısısı (Wh/kg°C)

V: İç ortamın hacmi (m³)

Δt : İç-dış ortam sıcaklık farkı (°C)

Bu bilgiler doğrultusunda, örnek bungalovun havaya ve toprağa olan aylık ısı kayıpları hesaplanmıştır (Tablo 15). Isı kaybı en çok Ocak ve Aralık ayında olurken, Ağustos ayında ise ısı kaybı olmamaktadır (Tablo 16).

Tablo 15. Aylık Isı Kayıpları

OCAK

Δt (°C)		20.1 °C	13.1 °C	11.1 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	48.70	55.41	
	Pencere	40.80	-	
DOĞU	Duvar	68.97	18.98	
	Pencere	34.94	-	
BATI	Duvar	72.60	18.98	
GÜNEY	Duvar	44.44	-	
	Kapı	122.41	-	
	Çatı	129.14	-	
	Döşeme	-	38.30	
	Havalandırma	877.97	-	
W		1439.97	131.67	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		1071.34	97.96	

ŞUBAT

Δt (°C)		18.4 °C	14.2 °C	12.2 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	44.58	60.01	
	Pencere	37.35	-	
DOĞU	Duvar	63.14	20.58	
	Pencere	32.02	-	
BATI	Duvar	66.46	20.58	
GÜNEY	Duvar	40.68	-	
	Kapı	112.06	-	
	Çatı	118.22	-	
	Döşeme	-	45.75	
	Havalandırma	803.71	-	
W		1318.22	146.92	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		885.84	98.73	

(Tablo 15'in Devamı)

MART

Δt (°C)		14.2 °C	13.6 °C	11.6 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	34.41	57.48	
	Pencere	28.83	-	
DOĞU	Duvar	48.73	19.71	
	Pencere	24.71	-	
BATI	Duvar	51.29	19.71	
GÜNEY	Duvar	31.40	-	
	Kapı	86.48	-	
	Çatı	91.24	-	
	Döşeme	-	43.50	
	Havalandırma	620.26	-	
W		1017.35	140.4	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		756.91	104.45	

NİSAN

Δt (°C)		8 °C	10.4 °C	8.4 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	19.38	43.95	
	Pencere	16.24	-	
DOĞU	Duvar	27.45	15.07	
	Pencere	13.92	-	
BATI	Duvar	28.90	15.07	
GÜNEY	Duvar	17.69	-	
	Kapı	48.72	-	
	Çatı	51.40	-	
	Döşeme	-	31.50	
	Havalandırma	349.44	-	
W		573.14	105.59	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		412.66	76.03	

(Tablo 15'in Devamı)

MAYIS

Δt (°C)		3.6 °C	7.1 °C	5.1 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	8.72	30.01	
	Pencere	7.31	-	
DOĞU	Duvar	12.35	10.29	
	Pencere	6.26	-	
BATI	Duvar	13.00	10.29	
GÜNEY	Duvar	7.96	-	
	Kapı	21.92	-	
	Çatı	23.13	-	
	Döşeme	-	19.13	
	Havalandırma	157.25	-	
W		257.90	69.72	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		191.88	51.87	

HAZİRAN

Δt (°C)		0.2 °C	3.8 °C	1.8 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	0.49	16.06	
	Pencere	0.41	-	
DOĞU	Duvar	0.69	5.51	
	Pencere	0.35	-	
BATI	Duvar	0.72	5.51	
GÜNEY	Duvar	0.44	-	
	Kapı	1.22	-	
	Çatı	1.29	-	
	Döşeme	-	6.75	
	Havalandırma	8.74	-	
W		14.35	33.83	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		10.33	24.36	

(Tablo 15'in Devamı)

TEMMUZ

Δt (°C)		-	0.8 °C	-
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	-	3.38	
	Pencere	-	-	
DOĞU	Duvar	-	1.16	
	Pencere	-	-	
BATI	Duvar	-	1.16	
GÜNEY	Duvar	-	-	
	Kapı	-	-	
	Çatı	-	-	
	Döşeme	-	-	
	Havalandırma	-	-	
W		-	5.70	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		-	4.24	

AĞUSTOS

Δt (°C)		-	-	-
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	-	-	
	Pencere	-	-	
DOĞU	Duvar	-	-	
	Pencere	-	-	
BATI	Duvar	-	-	
GÜNEY	Duvar	-	-	
	Kapı	-	-	
	Çatı	-	-	
	Döşeme	-	-	
	Havalandırma	-	-	
W		-	-	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		-	-	

(Tablo 15'in Devamı)

EYLÜL

Δt (°C)		0.7 °C	-	-
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	1.70	-	
	Pencere	1.42	-	
DOĞU	Duvar	2.40	-	
	Pencere	1.22	-	
BATI	Duvar	2.53	-	
GÜNEY	Duvar	1.55	-	
	Kapı	4.26	-	
	Çatı	4.50	-	
	Döşeme	-	-	
	Havalandırma	30.58	-	
W		50.16	-	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		36.12	-	

EKİM

Δt (°C)		6.4 °C	2.6 °C	0.6 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	15.51	10.99	
	Pencere	12.99	-	
DOĞU	Duvar	21.96	3.77	
	Pencere	11.14	-	
BATI	Duvar	23.12	3.77	
GÜNEY	Duvar	14.15	-	
	Kapı	38.98	-	
	Çatı	41.12	-	
	Döşeme	-	2.25	
	Havalandırma	279.55	-	
W		458.52	20.78	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		341.14	15.46	

(Tablo 15'in Devamı)

KASIM

Δt (°C)		12.5 °C	6.9 °C	4.9 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	30.29	29.16	
	Pencere	25.38	-	
DOĞU	Duvar	42.89	10.00	
	Pencere	21.75	-	
BATI	Duvar	45.15	10.00	
GÜNEY	Duvar	27.64	-	
	Kapı	76.13	-	
	Çatı	80.31	-	
	Döşeme	-	18.38	
	Havalandırma	546.00	-	
W		895.54	67.54	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		644.79	48.63	

ARALIK

Δt (°C)		17.6 °C	10.6 °C	8.6 °C
YÖN	Yapı Bileşeni	Havaya Olan Isı Kaybı (W)	Toprağa Olan Isı Kaybı (W)	
KUZEY	Duvar	42.65	44.80	
	Pencere	35.73	-	
DOĞU	Duvar	60.39	15.36	
	Pencere	30.62	-	
BATI	Duvar	63.57	15.36	
GÜNEY	Duvar	38.91	-	
	Kapı	107.18	-	
	Çatı	113.08	-	
	Döşeme	-	32.25	
	Havalandırma	768.77	-	
W		1260.90	107.77	
Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)		938.11	80.18	

Tablo 16. Aylık Toplam Isı Kayıpları

AY	Havaya Olan Isı Kaybı (kWh)	Toprağa Olan Isı Kaybı (kWh)	Aylık Toplam Isı Kaybı (kWh)
Ocak	1071.34	97.96	1169.30
Şubat	885.84	98.73	984.57
Mart	756.91	104.46	861.37
Nisan	412.66	76.03	488.69
Mayıs	191.88	51.87	243.75
Haziran	10.33	24.36	34.69
Temmuz	-	4.24	4.24
Ağustos	-	-	-
Eylül	36.12	-	36.12
Ekim	341.14	15.46	356.60
Kasım	644.79	48.63	693.42
Aralık	938.11	80.18	1018.29

3.3. Isı Kazançları

Çalışmada pasif sistemden elde edilen ısı kazançları hesaplanmış ve değerlendirmeye alınmıştır. Sera ve trombe duvarı dışında, diğer yapı bileşenlerinden, insanlardan ve çeşitli elektrikli cihazlardan olan ısı kazançları, toplam ısı kazancı içerisinde çok küçük bir paya sahip olacaklarından değerlendirme dışı bırakılmışlardır.

Pasif sistemin toplama yüzeyine ışınım yoluyla gelen güneş enerjisi, ısı enerjisine dönüştürülür. Bu arada sistemde kendi içinde ısı kayıpları sözkonusudur. Sonuçta elde edilen ısı kazancı, sistemin verimine bağlıdır. Pasif sistemlerin ortalama veriminin % 85 olduğu kabul edilmektedir (29). Sistemin verimi ise aşağıdaki eşitlikten belirlenebilir (30);

$$n: (Q_g - Q_{ih})/I \quad (3)$$

Q_g : Toplama yüzeyinden kazanılan net güneş enerjisi

Q_{ih} : Toplama yüzeyinin ısı kaybı

I: Toplama yüzeyine gelen toplam güneş enerjisi miktarı

Yukarıdaki eşitlikte $[Q_g - Q_{ih}]$ değeri, pasif sistemden kazanılan net ısı kazancını vermektedir.

Bungalovun toplama yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarını belirlemek amacıyla, Gümüşhane meteoroloji istasyonu ölçümleri kullanılmıştır. Elde edilen verilere bağlı olarak, ısı kazançları hesaplanmıştır (Tablo 17).

Güneş ışınımının en fazla olduğu dönem yaz aylarıdır. Dolayısıyla ısı kazancıda bu dönemde çok olacaktır. En fazla ısı kazancı 4554.04 kWh ile Temmuz ayı için hesaplanmıştır. Buna karşılık kış döneminde ise ışınım az, dolayısıyla ısı kazançları da en az olmaktadır. En az ısı kazancı da 849.79 kWh ile Aralık ayı için hesaplanmıştır (Tablo 17).

Tablo 17. Aylık Isı Kazançları

AYLAR	Güneş ışınım günlük kalori toplamının aylık ortalaması (cal/cm ² .dak)	m ² ye gelen güneş enerjisinin günlük ortalaması (kWh/m ²)	Sera yüzeyine gelen aylık toplam güneş enerjisi miktarı (kWh)	Seradan kazanılan net ısı kazancı (kWh)
OCAK	146.46	1.70	1369.34	1163.94
ŞUBAT	246.39	2.86	2080.71	1768.61
MART	368.87	4.27	3448.79	2931.47
NİSAN	421.54	4.89	3814.09	3241.98
MAYIS	439.91	5.10	4112.98	3496.04
HAZİRAN	529.60	6.14	4791.82	4073.05
TEMMUZ	573.04	6.65	5357.69	4554.04
AĞUSTOS	511.76	5.94	4784.75	4067.04
EYLÜL	416.55	4.83	3768.94	3203.60
EKİM	269.50	3.13	2519.72	2141.76
KASIM	148.92	1.73	1347.43	1145.30
ARALIK	106.93	1.24	999.75	849.79

3.4. Rüzgar Türbini Tasarımı

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde meteoroloji istasyonlarının ölçümlerinden, bölgenin rüzgar hız ortalamalarının düşük olduğu görülmektedir (Tablo 18). Ancak daha önce de belirtildiği gibi ölçümler, merkezi yerleşim birimlerinde yapılmasından dolayı, rüzgar gibi bulunan yere bağlı olarak değişen iklimsel verileri tam olarak yansıtmamaktadır. Yerleşim birimlerinin sert iklim koşullarından korunan alanlarda kurulduğu düşünüldüğünde, kırsal alandaki rüzgar hız ortalamalarının daha yüksek olacağı söylenebilir.

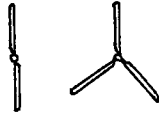

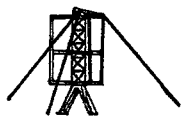


Tablo 18. DKB'nde En Yüksek Rüzgar Hız Ortalaması Olan İstasyonlar

	Rakım	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Hopa	33	18	4.1	3.6	2.5	2.1	1.6	1.8	1.8	1.9	2.2	2.6	3.2	4.1	2.6
Suşehri	950	9	1.8	2.2	2.3	2.5	2.4	3.0	3.8	3.3	2.3	2.0	1.8	1.7	2.4
Bayburt	1550	24	2.1	2.2	2.5	3.0	2.6	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3
Oltu	1275	11	1.7	1.8	2.2	2.5	2.0	2.0	2.2	2.3	2.3	1.9	1.7	1.8	2.0
İspir	1200	18	1.5	1.6	1.9	1.9	1.9	2.0	2.7	2.7	2.0	1.5	1.4	1.4	1.9

Bölgenin gerçek rüzgar gücünün belirlenebilmesi için, merkezi yerleşim birimlerinin dışında, rüzgar hız ortalamasının yüksek olabileceği düşünülen alanlarda ayrıntılı ölçümler yapılmalıdır. Aynı şekilde yaylalarda kurulacak tesis alanlarının, yakın çevresinde de rüzgar ölçümleri yapılmalı ve rüzgar gücü yüksek noktalar belirlenmelidir.

Günümüzde elektrik enerjisi üretiminde kullanılan, değişik özellikte ve türde rüzgar türbinleri bulunmaktadır (Tablo 19), (21). Yapılan ölçümler sonucunda, yıllık hız ortalamalarına bağlı olarak, düşük rüzgar hızları için farklı, yüksek hızlar için farklı türbinler kullanılmaktadır.

Tablo 19. Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanılan Rüzgar Türbini Tipleri

Türbin Tipi	Sistemin Verim Katsayısı [C_p]	Kullanıldığı Rüzgar Hızı	Kullanım Yeri
Pervane Tipi 	0.42	Yüksek	Elektrik üretimi
Darrieus Tipi 	0.40	Yüksek	Elektrik üretimi
Cyclogiro Tipi 	0.45	Düşük	Elektrik üretimi veya su pompalama
Çok Kanatlı Tip 	0.35	Düşük	Elektrik üretimi veya su pompalama
Yelken Kanat Tipi 	0.35	Düşük	Elektrik üretimi veya su pompalama

Çalışmada bungalovlar için elektrik enerjisi üretiminde, kanat sayısı 18 ile 24 arasında değişebilen, çok kanatlı rüzgar türbinleri uygun görülmektedir. Gürültü seviyeleri düşük olan bu türbinler, düşük rüzgar hızlarında kullanılmaktadır.

Rüzgar türbininden elde edilecek güç;

$$P = C_p \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \text{ eşitliğinden bulunabilir. Burada; } \quad (4)$$

p : Elde edilecek güç miktarı (W),

C_p : Sistemin verim katsayısı,

ρ : Birim hacim için hava kütlesi (kg/m^3),

A : Rüzgar yönüne dik alan (m^2),

V : Ortalama rüzgar hızı (m/sn) dir.

Çok kanatlı, 3 ve 6 m çapında, iki farklı rüzgar türbininden 2.5, 3, 5 ve 7 m/sn ortalama rüzgar hızlarında, günlük 4 saat ortalama esme süresinde elde edilecek elektrik enerjisi hesaplanmıştır (Tablo 20). Bungalovda ihtiyaç duyulan enerji miktarına ve bölgenin ortalama rüzgar hızına bağlı olarak, farklı büyüklükte rüzgar türbinleri kullanılabilir.

Tablo 20. Çok Kanatlı Rüzgar Türbininden Elde Edilecek Enerji Miktarları (W)

Türbin Çapı (m)	Rüzgar Hızı (m/sn)			
	2.5	3	5	7
3	92.79	160.35	742.35	2037.01
6	370.91	640.94	2967.30	8142.27

4. İRDELEME VE TARTIŞMA

4.1. Maliyet

Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılan sistemlerin ilk yatırım maliyetleri, bilinen sistemlere göre daha yüksektir. Dolayısıyla örnek çalışmada tasarlanan sera, trombe duvarı ve rüzgar türbini, bungalovların ilk yatırım maliyetini yükseltmektedir.

Ancak, bu sistemlerden elde edilebilecek olan enerji, bilinen enerji kaynaklarından daha az masraflı ve temizdir. Dolayısıyla uzun dönemde, elde edilecek ucuz enereji, ilk yatırım maliyetini gelir artışı olarak geri ödeyecektir.

Ayrıca, bu tür sistemlerle oluşturulacak örnek turizm yatırımlarının geri kalan giderleri, yapım aşamalarında, yol, su gibi diğer alt yapısal hizmetlerde toplanacaktır. Bu aşamaların planlı bir süreç içerisinde yürütüleceği varsayılarak, çalışma bu süreçten soyutlanarak yapılmıştır.

4.2. İşlev

Pasif sistemler kullanılarak ısıtılan tesislerde sistemler, işlevsel açıdan önemli avantajlar sağlayacaktır. Kullanıcı, bungalov iç ortam koşullarını her zaman için belli bir sıcaklıkta bulabilecektir. Ancak dağ ve yayla gibi, soğuk iklim koşullarına sahip yerlerde kurulan turistik tesislerde, bilinen enerji sistemlerinin kullanıcıya istenilen şekilde uyarlanamaması gibi önemli sorunlar olmaktadır. Tesis boş dahi olsa, özellikle kış aylarında, merkezi ısıtma sisteminin sürekli çalışır durumda tutulması gerekmektedir. Aksi halde sistemin donma tehlikesi sözkonusudur. Dolayısıyla, boş bungalovların da ısıtılması, gereksiz enerji israfına yol açmaktadır. Ayrıca, bu tür sistemlerde akma, patlama gibi riskler de sözkonusudur.

4.3. Çevre Temizliği ve Turizm

Dağ ve yaylalarımızda düşünülen turizmin, büyük kitleler tarafından ilgiyle karşılanması beklenmektedir. Ancak büyük kitlelerin bu alanlara akın etmesi, bir çok çevre sorunlarını da peşinde getirecektir. Özellikle fosil yakıtların kullanılması önemli çevre kirlenmelerine yol açacağı gibi, oraya özgü atmosferin de

bozulmasına neden olacaktır. Halbuki dağ ve yaylalarımızı uzun süre revaşa tutacak, yaşanır kılacak olan batıdaki sosyo-kültürel antropologların ve benzer entellektüellerin, bu alanlara duyacağı ilgi olacaktır. Dağ ve yayla turizminin alt yapısında da aslında bu vardır. Dinlenmek ve doğayla iç içe olmak gibi amaçların yanında, yörede yayla ve kültürlerine duyulan ilgi, turizmin temelini oluşturmaktadır. Dolayısıyla beklenen aslında bu tip turizmdir.

Yaylalarımızın betonlaşması ve enerjinin bilinen teknolojilerle üretilmesi, önemli çevre kirlenmelerine yol açacağı gibi, yaylalarımızda süregelen yaşamın müdahale görmesine ve bozulmasına da yol açabilecektir. Gerçekte olması gereken, orayı olduğu gibi koruyarak, kısa süreli barınmada elverişli hale getirmektedir. Dolayısıyla örnek çalışmada önerilen doğadan yararlanma sistemleri, aslında daha büyük bir amaca hizmet etmektedir. Aynı zamanda elde edilecek temiz enerji, insanlar üzerinde olumlu etkileri olacağı gibi, buralara duyulacak ilgiyi de artırıcı rol oynayacaktır.

5. SONUÇLAR

Örnek çalışmada tasarlanan bungalovun bulguları bir araya getirilerek, önerilen yenilenebilir enerji sistemleri irdelenmiş ve sonucun olumlu olduğu görülmüştür.

Aylık ısı kayıpları ısı kazançlarının karşılaştırılması sonucunda; bungalovun ihtiyaç duyduğu ısı enerjisinin, Aralık ayında % 84, Ocak ayında % 99 ve diğer aylarda tamamının, pasif sistemlerle güneş enerjisinden karşılanabileceği hesaplanmıştır.

Ayrıca bölgenin turizm potansiyeli yüksek alanlarında yapılacak ayrıntılı rüzgar ölçümlerine bağlı olarak, uygun alanlarda kurulacak rüzgar türbinleriyle tesislerin elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanabileceği sonucuna varılmıştır. Bu amaçla özellikle düşük hızlarda çalışan, çok kanatlı türbinlerin kullanılması uygun görülmüştür.

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmada, bölgenin iklim koşullarına uygun malzeme seçimi, iyi hesaplanarak tasarlanan enerji kazanç sistemleri ve arazinin yapısına uygun yönlenme önlemleri ile; ısı kayıplarının, ısı kazançlarıyla dengelenebileceği, kullanım maliyetinin uzun sürede çok düşük olacağından, ilk yatırım maliyetinin zaman içerisinde telafi edilebileceği ve ülkemizde bu tip sistemlere doğru yönelmenin, ülkemiz ekonomik koşulları ve çevre sorunları açısından doğru bir karar olacağı sonucuna varılmıştır.

6. ÖNERİLER

7. Beş Yıllık Kalkınma Planı'mız, sıfır enerjili sistemler kavramını, gerek konut gibi yaşama alanları olsun, gerekse turistik yapılar olsun, gündeme getirmektedir. Bu bakımdan, genel ülke stratejisinde, bu konuya ılımlı bakıldığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda, bölgelerimiz, özellikle korumaya alınmış doğa parçaları, sit alanları gibi turizm potansiyeli yüksek yerler için ayrıntılı iklim haritaları çıkartılmalıdır.

Ülkemizde bu amaca yönelik çalışmalar yapabilecek olan meteoroloji müdürlükleri ve enerji enstitüleri bulunmaktadır. Ancak çalışmalar bugüne kadar gerçekleştirilmemiştir. Dolayısıyla yapılmamış çalışmalar, büyük bir ilgi eksikliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda, ilgili kurumların bu konuda bakanlıklar nezdinde ivedilikle uyarılmaları çok yerinde ve gelecek için önemli bir adım olacaktır.

Araştırmacıların, bu aşamaya kadar getirilmiş olan çalışmanın, gelişme noktaları üzerinde daha ayrıntılı bir şekilde durmalarında yarar görülmektedir. Yapılabilecek çalışmaların bir kısmı daha spesifik maliyet analizleri şeklinde gerçekleştirilebileceği gibi, bir kısmı ise deneysel yollarla, bir takım kritik noktaların, stratejik öneme sahip turistik alanların iklim haritalarını oluşturmak üzere, laboratuvar yöntemlerini de kullanarak sonuca daha hızlı bir şekilde gidilebilecek yöntemler üzerine olabilecektir.

Böylece, ülkemizin kritik coğrafi bölgelerinde, turistik değere sahip alanlarda öngörülen sıfır enerjili sistemlerin uygulanmasında gerekli olan bilgi birikimi ve alt yapı hazırlanmış olacaktır. Bu tip yaklaşımlar Turizm Bakanlığı'mızca desteklenmeli ve bu aşamada gözden kaçırılmamalıdır. Bu alandaki gelişmeler daha şimdiden, betonlaşmaya ve bozulmaya başlayan turistik değeri olan alanların durumlarının iyileştirilmesi açısından önemli bir gelişme olacaktır.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin, özellikle Zigana, Kadırga ve Sıldağı gibi turizm potansiyeli yüksek alanlarını içine alan ayrıntılı iklim haritalarının çıkartılması ve bölgenin rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesi amacıyla,

laboratuvarda ve yerinde ölçümlerin yapılması bundan sonraki araştırmalarının arasında olacaktır.

Üniversite-Meteoroloji Genel Müdürlüğü işbirliği güçlendirilmelidir. Meteoroloji müdürlüklerinin görevi sadece iklim verilerinin ölçülmesiyle sınırla tutulmamalıdır. Bölgenin üretim, ormancılık ve hayvancılık gibi değeri yüksek kritik noktalarında, yayla kültür odakları gibi öneme sahip, dağ sporlarına uygun alanları belirlenerek, bu alanlarda ayrıntılı iklimsel araştırmalar yapılmalıdır.

Meteorolojik ölçüm araç ve gereçleri yenilenmiş ve yeni ölçüm sistemleri geliştirilmiştir. Bilgisayarlarla desteklenen sistemlerde, sürekli kontrol altında tutulma zorunluluğu ortadan kalkmıştır. Dolayısıyla kırsal alanda kurulacak bu tür sistemlerle kolayca ölçümler yapılabilir. Bu sistemler ülkemizde de mevcuttur. Dolayısıyla sadece araştırma merkezleri değil, meteoroloji gibi devlet kuruluşları da araştırmaya yönlendirilmeli ve tavsiye edici merciler durumuna getirilmelidirler.

Hükümetler bu tür önerileri bekleme ve takdir etme yolunu seçtikleri zaman, müdürlük düzeyinde yapılacak hamleler ve araştırmalar, ülke genel verim düzeyini artırıcı rol oynayacaktır. Araştırmacı insanlar, devlet kurumları tarafından teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Anonim, Meydan Larousse, Büyük Lugat ve Ansiklopedi, Meydan Yayınevi, Cilt 6, 253.
2. Şahin, V., Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış, TÜSİAD-T, 11-168, Ankara 1994.
3. Anonim, Enerji, İlkeler ve Politikalar, Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1985-1989, DPT Yayını, No: 1975, Ankara 1985.
4. Elagöz, A., Türkiye'de Güneş Enerjisinin Enerji Tüketimindeki Yeri ve Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler, Türkiye 4. Enerji Kongresi, 1986, İzmir, Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt I, 337-345.
5. Ültanır, M.Ö., Türkiye'nin Enerji Planlaması ve Politikası Kapsamında Güneş Enerjisinin Yeri Nedir ve Ne Olmalıdır?, EİE Güneş Enerjisi Konferansı, Mayıs 1984, Ankara, Tebliğler Kitabı, 137-160.
6. Şener, Y.A., Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanma İmkanları, Türkiye 4. Enerji Kongresi, 1986, İzmir, Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt I, 365-382.
7. Şener, Y.A., Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanma İmkanları, DPT, Ankara, 1987.
8. Ültanır, M.Ö., 21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi, Bilim ve Teknik, 340, (1996) 50-55.
9. Lippsmeir, G., Tropenbau, Callwey publishing, München, 1969.
10. Özgen, M.N., Güneş Enerjisinden Isıtmada Yararlanma, Y. Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri, İstanbul, 1990.
11. Wachberger, M. ve Wachberger, H., Güneş ve Konut, Çeviren: L. Gerçek, S. Akin, ep Konut, Yaprak Kitapevi, Ankara, 1988.

12. Tan, M., Konuşma Metini, Binalarda Güneş Enerjisi Kullanımı ve Enerji Tasarrufu Toplantısı, Konuşma Metinleri, Derleyen M. Tan, Mayıs 1994, Ankara.
13. Anonim, Büyük Larousse, Sözlük ve Ansiklopedi, Milliyet Gazetecilik A.Ş., Cilt 19, 10.005.
14. Özdeniz, M.B., Yapma Çevre Tasarımında Rüzgar Etkeni, Çevre, Yapı ve Tasarım, Derleyen Mustafa Pultar, Çevre ve Mimarlık Bilimleri Derneği, Ankara, 1979, 163-183.
15. Tokay, S. ve Yüksel, Ş., Bina-Çevre İlişkisi, YTÜ Mimarlık Bölümü, İstanbul, 1994.
16. OLGYAY, V., Design With Climate, Princeton Üni. Press, Princeton-New Jersey, 1967.
17. Newberry, C.W. ve Eaton, K.J., Wind Loading Handbook, Building Research Establishment Report, Department of Environment, Watford, 1974.
18. Sexton, D.E., Building Aerodynamics, BRS Current Papers CP 64/68, Ministry of Public, Building and Works, Watford, 1968.
19. Konaklıoğlu, T., Rüzgar Enerjisi Teknolojisi, Dünyada ve Ülkemizde Durumu, EİE Güneş Enerjisi Konferansı, Mayıs 1984, Ankara, Tebliğler Kitabı, 326-344.
20. Ermiş, M. ve Arıkan, C., Türkiye'de Rüzgar Enerjisinden Yararlanmaya Yönelik Program Önerileri, EİE Güneş Enerjisi Konferansı, Mayıs 1984, Ankara, Tebliğler Kitabı, 70-76.
21. Anonim, Rüzgar Enerjisi, EİE Genel Müdürlüğü, Ankara, 1992.
22. Garrad, A., Time For Action, Wind Energy In Europe, The European Wind Energy Association, October 1991.

23. Özdeniz, M.B., Doğu Karadeniz Bölgesinde İklim, DKB'de Nitelikli Konut Araştırması, DPT 91.112.002.2, aralık 1994, Trabzon, Cilt 3, 1-32.
24. Gür, Ş.Ö. ve Koçhan, A., *Passive and Active Use of Natural Energy Sources In Buildings: Eastern Black Sea Region As A Case Study*, TIEES, July 1996, KTÜ-Trabzon, Volume 3, 1011-1016.
25. Ertürk, Z. ve Sümerkan, M.R., *Doğu Karadeniz Geleneksel Mimarisinin Plan Tipolojileri ve Yapı Karakterleri*, Araştırma Raporu, KTÜ-Trabzon, Aralık 1987.
26. Gür, Ş.Ö., Mekan Örgütlenmesi, Gür Yayıncılık, Trabzon, 1996.
27. Anonim, *Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları, Türk Standartları, TS 825*, Ankara, Mart 1989.
28. Irklı, D., Jonas, M. ve Bauyan, A., A Proposal For Low Energy House In The Country-Side For Nordic Climate, ISS-D-180 Energy Planing and The Environment, Oslo Universty, Oslo, August 1988.
29. Elagöz, A., *Enerji Korunumlu Yapıların Yönlendirilmesi ve Biçimlendirilmesi İçin Yeni Bir Metod*, Doktora Tezi, İTÜ-Fen Bilimleri, İstanbul, 1983.
30. Lebars, R.M., Passive Solar Heating, Applied Science Publisher Ltd., Londra, 1980.

8. EKLER



Ek 1. Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

	Rakım	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ardanuç	900	18	0.9	2.9	7.9	13.0	17.3	20.4	23.3	23.2	19.7	13.8	7.6	2.8	12.7
Bayburt	1550	30	-7.1	-5.4	-3.0	6.8	11.6	15.0	18.8	18.4	14.5	8.8	2.6	-3.4	6.7
Gümüşhane	1219	26	-2.0	-0.5	3.7	9.6	13.8	17.1	19.9	19.8	16.6	11.2	5.2	0.3	9.6
İspir	1200	27	-3.8	-3.8	3.5	10.0	14.6	18.7	23.2	22.8	18.1	11.3	4.8	-0.9	10.0
Mesudiye	1050	29	-1.7	-1.7	3.0	8.0	12.1	15.0	17.2	16.5	14.1	9.7	5.1	0.7	8.3
Şavşat	1100	21	-1.1	-1.1	4.2	9.5	14.2	17.2	20.4	20.3	16.8	11.6	5.4	0.8	10.0
Şebinkarahisar	1300	25	-2.8	-2.8	2.6	8.8	12.9	16.2	19.3	19.6	16.2	10.8	5.0	-0.3	8.9
Yusufeli	1150	17	1.2	1.2	8.5	14.5	19.0	22.4	25.7	25.7	22.0	15.4	8.5	3.2	14.2

Ek 2. Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)

	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ardanuç	18	73	72	72	69	71	70	70	70	72	77	80	78	73
Bayburt	30	74	74	71	64	61	59	53	51	52	62	71	74	64
Gümüşhane	26	67	64	62	59	60	58	58	57	58	63	67	69	62
İspir	27	70	69	64	58	57	54	50	50	52	61	69	72	61
Mesudiye	26	72	71	69	67	68	67	67	69	70	71	72	73	69
Şavşat	15	66	65	62	59	62	62	62	61	60	64	66	68	63
Şebinkarahisar	25	67	65	62	59	59	56	55	54	54	58	64	68	60
Yusufeli	15	62	58	51	51	49	49	45	46	45	51	61	65	53

Ek 3. 100 cm'de Ortalama Toprak Sıcaklığı

	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Bayburt	20	4.0	2.6	2.9	5.9	9.1	12.2	15.1	17.0	16.5	13.8	9.8	6.4	9.6
Gümüşhane	25	4.1	3.2	4.7	8.5	12.1	15.5	18.7	19.5	20.2	15.7	10.7	6.6	11.6
İspir	18	5.0	3.9	4.5	8.3	11.8	15.6	19.3	21.4	20.6	16.8	11.3	7.6	12.2
Mesudiye	19	6.0	5.3	5.5	8.0	11.1	14.2	17.1	18.8	18.4	15.8	12.1	8.6	11.7
Şebinkarahisar	22	5.3	4.2	4.6	7.4	10.5	13.3	15.9	17.5	17.2	15.0	11.4	7.8	10.8

Ek 4. Saat 07 ve 14'deki Ortalama Sıcaklık (°C)

	Rasat Saati	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ardanuç	07	18	-2.2	1.4	2.8	7.9	12.9	16.4	19.5	18.8	14.4	8.6	3.4	-0.5	8.4
	14	18	6.4	8.8	13.8	19.2	23.9	26.8	29.4	29.6	26.7	21.2	14.0	8.0	19.0
Bayburt	07	30	-9.6	-8.2	-3.2	3.8	9.1	12.2	14.7	13.4	9.2	4.4	-0.6	-5.6	3.3
	14	30	-3.4	-1.5	3.5	11.2	16.2	20.4	25.3	25.6	21.8	14.9	7.2	-0.1	11.8
Gümüşhane	07	26	-4.7	-4.1	-0.3	5.4	10.0	13.2	15.7	14.7	11.0	6.4	1.9	-2.1	5.6
	14	26	1.0	3.5	8.2	14.6	19.2	22.9	26.3	27.0	24.1	17.2	9.2	3.1	14.7
İspir	07	27	-6.5	-5.0	-0.1	6.4	11.3	15.1	18.9	18.0	12.7	6.4	1.4	-3.3	6.3
	14	27	-0.5	1.6	7.7	14.7	19.6	24.2	28.9	28.7	24.7	17.0	8.0	2.3	14.8
Mesudiye	07	29	-4.4	-3.4	-0.1	4.7	8.8	11.9	14.0	13.3	9.7	5.5	1.7	-2.1	5.0
	14	29	2.6	4.0	7.6	12.8	17.1	20.2	22.2	22.8	20.8	16.2	10.5	4.9	13.5
Şavşat	07	21	-4.0	-2.6	1.0	6.3	11.3	14.5	17.2	16.7	13.0	8.1	3.0	-1.3	6.9
	14	21	1.9	4.7	9.2	14.7	19.6	22.8	26.6	26.8	23.7	17.5	9.7	3.9	15.1
Şebinkarahisar	07	25	-4.5	-3.8	0.4	6.1	10.5	13.4	15.6	15.2	11.8	7.5	2.7	-1.8	6.1
	14	25	-0.3	1.2	5.8	12.5	16.9	20.8	24.9	25.6	22.2	15.4	8.3	2.1	12.9
Yusufeli	07	17	-1.7	0.2	4.5	10.2	14.9	18.5	21.7	21.5	17.2	11.1	5.2	0.4	10.3
	14	17	4.5	7.6	12.8	19.2	24.0	27.7	31.2	32.9	27.8	20.6	13.2	6.7	18.9

Ek 5. Saat 07 ve 14'deki Ortalama Nisbi Nem (%)

	Rasat Saati	Rasat Süresi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ardanuç	07	18	86	87	87	83	82	80	81	82	87	92	92	89	86
	14	18	49	47	50	50	52	52	54	53	51	54	58	56	52
Bayburt	07	30	78	79	79	76	74	72	69	69	71	79	82	80	76
	14	30	67	65	61	48	45	41	34	31	32	43	56	66	49
Gümüşhane	07	26	75	76	78	77	78	75	75	77	80	82	80	77	78
	14	26	56	50	45	41	40	39	37	31	31	40	51	58	44
İspir	07	27	78	79	80	76	74	70	68	70	75	82	84	81	76
	14	27	59	57	47	40	38	35	32	31	30	40	51	60	43
Mesudiye	07	29	78	79	80	79	79	78	78	80	84	85	84	80	80
	14	29	60	58	54	49	48	48	50	50	47	47	53	60	52
Şavşat	07	21	67	69	71	71	72	73	76	75	74	76	74	71	73
	14	21	62	56	48	42	44	44	41	39	39	44	52	62	48
Şebinkarahisar	07	25	72	72	71	69	70	69	71	71	71	71	72	73	71
	14	25	60	57	52	46	46	43	39	37	36	44	55	61	48
Yusufeli	07	17	68	70	65	65	62	60	54	56	58	65	74	74	64
	14	17	53	45	37	38	34	36	33	33	30	36	45	52	39

9. ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Trabzon-Maçka'da doğdu. İlk ve orta dereceli öğrenimini Maçka'da yaptı ve 1989 yılında Maçka Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl girdiği KTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1993 yılında mezun olduktan sonra, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1995 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü Kadrosunda Araştırma Görevlisi olarak görevlendirildi. Halen üniversitedeki görevine devam etmektedir. İngilizce bilmektedir.

