

55858

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKONOMİK YAPILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI KAPSAMINDA  
DÜŞÜK ENERJİ MİMARLIĞI YAKLAŞIMININ MALİYETE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Alper AKKAYA

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Ocak 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ocak 1996

Tez Danışmanı

: Yrd. Doç. Dr. Alaattin KANOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. İmre ORHON

Yrd. Doç Dr. Gül KOCAARSLAN

OCAK 1996

## ÖNSÖZ

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen başta Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Alaattin Kanoğlu'na, bilgilerinden faydalandığım Y. Mimar Christian Herdel, Mak. Müh. Christoph Bauherr, İnş. Müh. Terry Wyatt ve desteğini esirgemeyen Y. Mimar Haluk Doğançay'a teşekkürlerimi sunarım.



Ocak 1996  
Alper AKKAYA

## İÇİNDEKİLER

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                   | ii   |
| İÇİNDEKİLER .....                             | iii  |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                           | v    |
| TABLO LİSTESİ .....                           | vi   |
| ÖZET .....                                    | vii  |
| SUMMARY .....                                 | viii |
| BÖLÜM 1. GİRİŞ .....                          | 1    |
| 1.1. Araştırmanın Arka Planı .....            | 1    |
| 1.2. Problemin Belirlenmesi .....             | 2    |
| 1.3. Probleme İlişkin Mevcut Çalışmalar ..... | 4    |
| 1.4. Araştırmanın Amacı .....                 | 5    |
| 1.5. Araştırmanın Kapsam ve Sınırları .....   | 5    |
| 1.6. Araştırmanın Yöntemi .....               | 5    |
| BÖLÜM 2. DÜŞÜK ENERJİ MİMARLIĞI .....         | 7    |
| 2.1. Dizayn Hedefleri .....                   | 11   |
| 2.1.1. Ekoloji .....                          | 11   |
| 2.1.2. Enerji Verimliliği .....               | 13   |
| 2.1.3. Isı Verimliliği .....                  | 17   |
| 2.1.4. Fiziksel Faktörleri .....              | 20   |
| 2.1.5. Kanun Ve Yönetmelikleri .....          | 21   |
| 2.2. Vaziyet Planı Dizayn Kriterleri .....    | 23   |
| 2.2.1. Coğrafi Konum Etkisi .....             | 23   |
| 2.2.2. Güneş Etkisi .....                     | 23   |
| 2.2.3. Gölgeleme Etkisi .....                 | 24   |
| 2.2.4. Rüzgar Etkisi .....                    | 26   |
| 2.2.5. Topoğrafya Etkisi .....                | 27   |
| 2.2.6. Peyzaj .....                           | 27   |
| 2.2.7. Çevresel Yerleşim .....                | 27   |
| 2.2.8. Oryantasyon .....                      | 28   |
| 2.3. Yapı Planı Dizayn Kriterleri .....       | 30   |
| 2.3.1. Bina Formu .....                       | 30   |
| 2.3.2. Plan Biçimi .....                      | 32   |
| 2.3.3. Kompaktlık .....                       | 33   |
| 2.3.4. Oda Geometrisi .....                   | 33   |
| 2.3.5. Zonlama .....                          | 34   |
| 2.3.6. Bina İçi Güneş Işınımı Kazanımı .....  | 35   |
| 2.3.7. Aydınlatma .....                       | 35   |

|                                                                                                 |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.4. Yapı Bileşenleri .....                                                                     | 36      |
| 2.4.1. Konstrüksiyon Özellikleri.....                                                           | 36      |
| 2.4.2. Duvarlar .....                                                                           | 37      |
| 2.4.3. Döşemeler Duvar.....                                                                     | 39      |
| 2.4.4. Pencereleer.....                                                                         | 40      |
| 2.4.5. Kapılar.....                                                                             | 41      |
| 2.4.6. Çatılar.....                                                                             | 42      |
| 2.4.7. Güneş Kolektörleri.....                                                                  | 43      |
| 2.4.8. İzolasyon .....                                                                          | 44      |
| 2.4.9. Elektrik Sistemleri .....                                                                | 47      |
| 2.4.10. Sıhhi Sistemler Şekil .....                                                             | 47      |
| 2.4.11. Ventilasyon Sistemleri.....                                                             | 49      |
| 2.4.12. Isıtma Sistemleri .....                                                                 | 51      |
| <br>BÖLÜM 3. FİZİBİLİTE .....                                                                   | <br>59  |
| 3.1. Teknik Analiz.....                                                                         | 64      |
| 3.1.1. Proje Değerlendirmesi.....                                                               | 64      |
| 3.1.2. Teknoloji Değerlendirmesi .....                                                          | 67      |
| 3.2. Örgütsel Analiz .....                                                                      | 72      |
| 3.2.1. Programlı Organizasyonlar .....                                                          | 75      |
| 3.2.2. Profesyonel organizasyonlar.....                                                         | 75      |
| 3.2.3. Problem Çözücü Organizasyonlar .....                                                     | 78      |
| 3.3. Ekonomik Analiz.....                                                                       | 78      |
| 3.3.1. Pazar Analizi,.....                                                                      | 79      |
| 3.3.2. Finansal Bünye Analizi,.....                                                             | 80      |
| 3.3.3. Bütçeleme,.....                                                                          | 81      |
| 3.3.4. Ekonomik Değerlendirme, .....                                                            | 85      |
| 3.3.5. Kâr Planlama. ....                                                                       | 87      |
| 3.3.6. Finansal Kaynak Analizi.....                                                             | 88      |
| <br>BÖLÜM 4. DÜŞÜK ENERJİ MİMARLIĞI YAKLAŞIMININ BİNA<br>MALİYETİNE ETKİLERİ .....              | <br>98  |
| 4.1 Yatırım Projeleri Ve Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımıyla<br>Yapılabilirlik Çalışmaları..... | 98      |
| 4.2. Mevcut Yaklaşım Ve Uygulamalar .....                                                       | 102     |
| 4.3. Projelendirme Aşamasında Kullanılabilecek Bir Değerlendirme<br>Yaklaşımı .....             | 110     |
| <br>SONUÇLAR.....                                                                               | <br>114 |
| KAYNAKLAR .....                                                                                 | 116     |
| EKLER.....                                                                                      | 119     |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                   | 135     |

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

|             |                                                           |     |
|-------------|-----------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 2.1.  | Konut olarak kullanılan Freiburg Pasif Binası .....       | 10  |
| Şekil 2.2.  | Bina kabuğundan, içine doğru hava sızıntısı.....          | 18  |
| Şekil 2.3.  | Verimlilik - Sıcaklık ilişkisi. ....                      | 21  |
| Şekil 2.4.  | Gölgelenme, coğrafi enlem ve bina formu ilişkisi. ....    | 24  |
| Şekil 2.5.  | Rüzgarın konut yerleşimi içindeki hareketi.....           | 26  |
| Şekil 2.6.  | Norveç'ten başarılı bir oryantasyon örneği. ....          | 29  |
| Şekil 2.7.  | Fransa'dan başarılı bir oryantasyon örneği.....           | 29  |
| Şekil 2.8.  | Düşük Enerji anlayışıyla deneysel tasarımlar. ....        | 31  |
| Şekil 2.9.  | Aydın Boysan'nın kaleminden uygun plan biçimleri. ....    | 32  |
| Şekil 2.10. | Trombe Michel duvarı.....                                 | 38  |
| Şekil 2.11. | Kütlesel Duvar.....                                       | 38  |
| Şekil 2.12. | Termosifon Hava Paneli .....                              | 39  |
| Şekil 2.13. | Saydam İzolasyonlu .....                                  | 39  |
| Şekil 2.14. | Çatı, duvar ve döşemede ısı izolasyonu.....               | 45  |
| Şekil 2.15. | Yağmur suyu toplama, filtre etme ve dağıtma sistemi. .... | 48  |
| Şekil 4.1.  | Rücker Evi sistem kesiti. ....                            | 107 |

**TABLO LİSTESİ****Sayfa**

|             |                                                                                                                        |     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 2.1.  | Bina altsistemlerindeki enerji tüketimi,.....                                                                          | 15  |
| Tablo 2.2   | Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı tahmini değerlerine göre Türkiye'de konut sayısı ve enerji üretimi-tüketimi, ..... | 16  |
| Tablo 2.3   | Türkiye Enerji üretimi ve tüketimi, .....                                                                              | 17  |
| Tablo 2.4.  | Verimlilik - sıcaklık ilişkisi, .....                                                                                  | 20  |
| Tablo 2.5.  | İngiltere yönetmeliklerine göre bina yapım standartları,.....                                                          | 22  |
| Tablo 2.6.  | Topoğrafik Özelliklere Göre Meskenler Arasındaki Gölgeleme Açısının değişimi, .....                                    | 25  |
| Tablo 2.7.  | Yapı bileşenleri üretim aşaması enerji tüketimi,.....                                                                  | 37  |
| Tablo 2.8.  | Bina hacimlerindeki uygun hava değişim sayıları,.....                                                                  | 50  |
| Tablo 2.9.  | Bina hacimlerine göre ortalama hava sıcaklıkları,.....                                                                 | 54  |
| Tablo 2.10. | Bayındırlık Bakanlığı Şartnameleri'ne göre minimum ısı geçirgenlik dirençleri,.....                                    | 55  |
| Tablo 2.11. | Pencere ve kapıların ısı geçirme katsayıları, .....                                                                    | 56  |
| Tablo 2.12. | Yapı malzemelerinin ısı geçirme katsayıları,.....                                                                      | 56  |
| Tablo 2.13. | Konut ana yüzeylerinde ısı kaybı oranları,.....                                                                        | 58  |
| Tablo 4.1   | Farklı tipolojik özelliklere göre meskenlerde enerji indeksi,.....                                                     | 102 |
| Tablo 4.2.  | Rücker Evi Düşük Enerji Konsepti Maliyet Oranı Tablosu,.....                                                           | 108 |

## ÖZET

Ekolojik dengeyi koruma ve doğal kaynakları hesaplı tüketme zorunluluğu, yapının tasarlanma ve inşaaı aşamalarında karar vericileri yeni tedbirler almaya yöneltmektedir. Bu amaç için yapının ekonomik ve teknolojik olarak yapılabilirliğinin mümkün olması gerekir.

Bu çalışmada, özellikle petrol krizi sonrası, dünyada artan bir ivmeyle kabul gören Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının ekonomik yapılabilirlik çalışmaları kapsamında maliyete etkileri irdelenmektedir.

Ekonomik Yapılabilirlik Çalışmaları Kapsamında Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının Maliyete Etkisi konusu; Giriş, Düşük Enerji Mimarlığı, Fizibilite ve Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının Bina Maliyetine Etkileri olmak üzere dört bölümde incelenmiştir.

Giriş Bölümü'nde problemin tanımı yapılmış ve araştırma metodolojisi özetlenmiştir.

Düşük Enerji Mimarlığı Bölümü'nde, kuramsal ve tarihi gelişim ile araştırma kapsamında, yerleşim ölçeğinden malzeme seçimine dek dizayn ve imalat kriterleri tariflenmiştir.

Fizibilite Bölümü'nde, kuramsal ve tarihi gelişim ile Fizibilite kapsamında yapılan çalışmalar teknik, örgütsel ve ekonomik değerlendirme bazında ve herbirinin alt açılımlarından bahsedilmek suretiyle tariflenmiştir.

Dördüncü Bölüm olan, Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımının Bina Maliyetine Etkileri, ikinci ve üçüncü bölümlerde tariflenen konuların çakışma noktasında, ve araştırmanın amacı doğrultusunda yer verilen değerlendirmelerden oluşmaktadır.

## **SUMMARY : EFFECTS OF LOW ENERGY ARCHITECTURE ON BUILDING COST WITHIN THE SCOPE OF ECONOMIC FEASIBILITY STUDIES**

The value to the user of any building resides its ability to promote well-being and encourage people to perform at their best. For designers to meet this challenge requires a proper response to the findings of many studies.

Architecture is a process; the art and science of designing buildings and also a product; the buildings that this design process creates. Architecture therefore embraces the design process, the construction process, the building as it is intended to be used, and the building as it actually performs and used in practice.

All buildings require energy inputs at various points in their life cycle. The amount, type and uses of energy vary across buildings, regions and countries. In general, combustible fuels and electricity are supplied for lighting and equipment, cooking, hot water, heating and cooling, and mechanised access. Other energy inputs are derived as incidental heat gains from these services, from the sun and from people. Solar radiation in particular can make significant contributions to heating, cooling and lighting loads. In "low energy buildings" designed to minimise energy consumption, these incidental gains can meet %70 of the total energy needed.

Energy efficient design embraces the design and building process, the building as it is intended to be used, and the building as it is actually used. Energy efficient design therefore priorities' energy efficiency for human factors, the environment, economics, architecture, building elements, solar applications and monitoring.

Energy efficient design demands an exchange of energy conscious information among designers, building managers and users. This exchange can occur at two levels; Short-term feedback at local level, and long-term feedback at global level.

One of the main functions of a building is to create an environment that is less varied and therefore more usable than that outside. Energy efficient design enables this system to be controlled from the perspective of energy efficiency. It gives buildings the ability to control energy gains, losses and demands, and gives users the ability to control energy gains, losses and demands, and give users the ability to control the building and its technology.

Energy efficiency is also affected by the characteristics of the services within the building. The technology selected for these services should be appropriate for context, cost, function and use, and should be capable of being installed, operated and maintained without undue difficulty.

In terms of an overall strategy, energy efficient design also provides a feedback loop for designers to understand and act upon the consequences of design decisions, and to design in more control. An energy efficient design strategy therefore embraces the whole project, including design and construction process, intended use and actual use, all within a responsive and functionally appropriate environment.

Through energy efficient design, economic savings are made in the energy consumed during a building's life. Because running costs are lower than for a conventional building, after a period of time any extra design and construction costs are recovered. Savings are then made in running costs for the rest of the building's life. A short payback period therefore means greater cost effectiveness.

New buildings should only be constructed where there is sufficient purpose. More energy can be consumed as a result of building location and operation. Free solar energy is relatively easy to obtain, even at northern latitudes. The problem for designers is to make sensible use of it inside the building. A building should not waste energy by being over-sized or inefficient in the use of space. In addition energy savings may be provided by controlling the design of the building fabric, materials and elements. Running costs for services can be reduced by using efficient systems and good control equipment which is conveniently located, easy to understand and not too complex can repay its costs within a few years. Management can be effective in new and existing buildings. Installing control equipment and providing user training in its use can produce savings of over 25%. For example, a reduction of 1°C in the average temperature levels can often save 5% of the midwinter heating cost and up to 10% of the annual heating cost.

The most important factors influencing energy-efficient design are, the location of the building, positioning on site, the direction it faces, arrangement of internal rooms, building size, building type, building function, the primary structure, construction methods, material specification, the building in use and legal obligations for the designer and building. Each of the above parameters are explained from the perspective of energy-efficient design to allow new designs to be explored and existing designs to be verified for energy efficiency. The design of individual components and building details may then be undertaken with a full understanding of the larger energy efficiency framework.

Capital is needed to design and build a building. Energy efficient buildings often cost more to design and build. The size of this overcost differs between countries, buildings and designs. In general, overcosts average 10% of design and construction costs within a range of 10-15%, and are lower for designs using conventional construction, materials and technology.

Finance of overcosts may come from a number of sources. Building clients and designers may bear overcosts, governments at all levels may finance overcosts, particularly for programmes such as the use of insulation. Professional Institutions may finance designs which promote the profession. Private sector manufacturers and commercial interests may finance overcosts where designs demonstrate the value of their products or services. Such as private patrons, financial institutions, charities and development agencies may finance the over costs.

In addition to the finance one of the most important item for the feasibility of the building is the payback period. The payback period is the time it takes for the overcosts of energy-efficient design to be repaid as reduced running costs. For long-life measures, such as increased insulation, a payback period of 10-20 years may be considered reasonable. Shorter life measures such as mechanized shading devices, need to pay for themselves more quickly. The most important running costs are energy, maintenance and improvement, life expectancy and added value.

The amount and cost of energy consumed is the main determinant of running costs. Lower energy consumption and rising energy prices means relatively lower running costs compared with conventional buildings, and therefore shorter payback periods.

Designs for conventional construction, materials and technology, such as exploiting orientation for solar radiation and light, require less attention. Complex technology is often less successful; for example, mechanical ventilation systems with heat recovery and movable shutters can lessen energy efficiency or fail if badly maintained. As many energy-efficient buildings are experimental or one-off designs, allowance must be made for higher maintenance levels and improvements.

The payback period should usually be less than half the expected overall life of the measure. High replacement costs of building elements and solar applications also add to running costs and mean longer payback periods. Positive factors which cannot be easily costed should also be considered; for example, sunspaces raise internal quality, amenity and property value.

Feasibility studies represent a decision making approach with a long history. Through the techniques still require refinement they offer a systematic approach to establish the likely outcome of decisions and the costs involved. Through these predictions about the future are by no means certain, their usefulness lies in the hope that the results may be nearer to expectations if they are based on an objective assessment of the costs and benefits of a scheme rather than if decisions are based purely on intuition, then the exercise may be said to be worthwhile undertaking.

Moreover using cost benefit analysis, it's possible to relate detailed analyses of building costs to complex notional costs which might only arise in the far distant future. With the increasing awareness of environmental and ecological problems that are accumulating in the world at an alarming rate, it is likely that building projects with expected useful lives of 50 to 100 years must begin to anticipate some of these future implications, especially those relating to energy use and pollution as well as the consumption of diminishing raw material resources.

In this thesis not only the economic feasibility but also all design levels and prefeasibility of probable subsystem alternatives to build a low energy building has discussed. The main structure of the investigation consists of four chapters, named introduction, the definition of low energy building, feasibility studies and economic feasibility of low energy buildings.

At first chapter the problem undertaken in the thesis is defined. Then the early studies carried on Turkey and at abroad about the problem is briefly explained and the objectives of the research are stated with its scope and limitations. In addition to the definition of the problem, the method of investigation is explained.

The investigation results are based on scanning literature, lessons of the construction management programme of ITÜ, Architecture Faculty, practice at design and construction of low energy buildings at Frankfurt in Germany, interviews with the specialists working both at Turkey and Germany and examining the world-wide publications.

The second chapter is devoted to a full analysis of the Low Energy Building's aspects, design criterias, building materials and subsystems.

At the third chapter the history and the limitations of Feasibility Studies are defined. The subject is observed in three sections; Technical analysis, Organizational analysis and economical analysis.

The fourth chapter; Effects of Low Energy Architecture Approach on Building Cost expresses the importance of energy expences on building investments and the prefeasibility studies and sampling the world-wide applied Low Energy Buildings within the scope of building performance.

As a result of the thesis, an approach have been stated which could be used as a check-list during the design prossesses and feasibility studies. According to this statement the 15% additional cost used to promote the performance of a building can provide 70% energy saving which could also be paid back by the reduction of maintenance and running costs.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

### 1.1. Araştırmanın Arka Planı

Doğal kaynaklarımızı idareli kullanma zorunluluğunun sonucu olarak ekolojik gereksinimler gelecekte pasif ve düşük enerji mimarlığını zorunlu kılacaktır.

Dünya, uygarlık tarihinin son yüzyılında büyük bir ivmeyle artan değişim içinde. Göçebe toplum yapısından, tarım kültürü ile birlikte yerleşik düzene geçen insanlığın barınma içgüdüleriyle yapı, insan ihtiyaçları doğrultusunda gelişimini sürdürdü. Topluluklar halinde doğal mağaralarda barınma ihtiyacını gideren insan önce, çevresinde bulduğu organik gereçlerle kendisine ait yapay çevreleri oluşturdu. Ardından doğal malzemelere şekil vererek, barınaklarının fiziksel özelliklerini geliştirdi. Endüstri devriminin ardından doğal kaynaklar hızla tüketilmeye başlandı. Yüzyıl başındaki historik ve süslü üsluplar 1. Dünya Savaşı deneyimi ile kesin bir biçimde değişti. Kitlelerin acil gereksinimleri, ortaya çıkan yeni köktenci politik hareketler, yeni sosyal ihtiyaçları da beraberinde getirdi. Tüm bu değişimlerle baş etmek için, inşaat işlemini sanayileştirerek, kitleleri barındıracak düşük maliyetli yapılar tasarlamak önem kazandı. 70'li yıllara gelindiğinde teknolojinin hızlı ilerleyişi ve toplumsal refah, geçmiş zamanların yaşam biçimini yaşatan elegant stiller, rasyonel ve dünyanın her yerinde aynı standartta uygulanan modern mimarlığa tepki olarak yeniden vücut bulmaya başladı. Öyle ki yüksek teknoloji ürünleri, Newton fiziğini bile zorlayan yeni olanaklar sunmaya başladı. Ne varki değişen dünya ile birlikte doğal çevre de değişime uğradı.

Fosil kaynakların tüketimde sebep olduğu bağımlılık petrol krizi ile alternatif arayışlarını hızlandırdı. Birçok ülkede; Su, rüzgar ve güneşin gücünden faydalanarak, atıksız enerji üretimi için çalışmalar hızlandırıldı. Ekonomik ve ekolojik zorunluluk, sosyal ve ekolojik değişimi başlattı. İnsanlar bedelini ödeyerek tükettikleri ürünleri çevre bilinci ile tercih etmeye başladılar. Bu gelişmeler neticesinde ülkelerin gelişmişliklerinin ölçüsü, tükettikleri enerji kadar, enerjiyi verimli kullanmaları ile ölçülmeye başlandı [Tülbentçi K., 1994]. İnsana ve doğaya yatırım zenginlik kriterleri içinde yer almaya başladı. Ekonominin ekolojiye sahip çıkışıyla çevreye ve insana saygının önemi vurgulandı. (Dünya Bankası; Eylül-1995)

Binanın kullanıcısı için değeri, konforu yükseltme kabiliyetine ve insanları, performanslarının en iyisini kullanabilmeleri için teşvik etmesine bağlıdır. Planlayıcılar bu noktada ortak bir sorumluluk üstlenirler. Kullanıcısı için yüksek performanslı bir bina aynı zamanda yer aldığı doğal çevre ile uyum içinde ve uygun maliyetle üretilebilir mi? Bir düşük enerji binası mı veya bir pasif bina mı? Tam ekolojik bir bina mı veya yüksek teknoloji ürünü bir bina mı? Ekonomik bir bina mı veya ilk yatırım maliyeti yüksek fakat uzun ömürlü ve işletme masrafı düşük bir bina mı? Düşük enerji mimarlığı çevreyle çarpışan değil, uyum içerisinde bina inşaa etmek demektir. Düşük enerji mimarlığının amaçları, tabii kaynakları muhafaza etmek, enerji tüketimini azaltmak, çevre kirliliğini önlemek, sağlıklı, hijyenik ve konforlu yaşama koşullarını sağlamak ve tüm bu şartları sağlarken maliyeti yükseltmemek olarak sıralanabilir.

## **1.2. Problemin Belirlenmesi**

Düşük enerji mimarlığı yaklaşımı, kentsel ölçekli yerleşim planlaması boyutundan yapı malzemesi seçimine kadar çok geniş bir aralıkta ekonomik ve ekolojik dengeyi yakalamayı amaçlamaktadır. Örneğin ısıtma maliyetlerini minimize etmek için güneşten maksimum yararlanmaya yönelik çözümlerin arandığı bir çalışma, yerleşim ölçeğinde sözkonusu olduğu gibi, binaya entegre edilecek ısıtma sisteminin seçimi ve bütünleşik tesisat sisteminin öngörülmesi açısından bina ve alt sistemleri ölçeğinde;

bina kabuğunu oluşturacak bileşenler (duvar, sıva, yalıtım) ölçeğinde ve bu bileşenleri elde etmede kullanılan malzemeler ölçeğinde de sözkonusudur.

Bütün bu çalışmalar kapsamında, başvuru olan yaklaşımın getirdiğı ilkeler çerçevesinde öncelikle sözkonusu olabilecek alternatiflerin ve getirdikleri ile götürdüklerinin ölçülebilir, sayısal değerler olarak ifade edilebilir biçimde ortaya konması zorunluluğı vardır. Ekonomi ve ekoloji, ilkyatırım ve işletme (yaşam dönemi) maliyetleri açısından ele alındıklarında zıt iki kavram durumundadır ve aralarında bir ödünleşim (trade-off) sözkonusudur. Ekoloji açısından uygun olan çözümler ilkyatırım arttırıcı nitelik taşıırken aynı dönemde işletme maliyetini azaltır ve ülke kaynaklarından, birey kaynaklarına kadar önemli tasarruf sağlar.

Bina sistem olarak ele alındığında parçaları birbiri ile ilişkili bir bütündür. Çok basit olarak ele alındığında, örneğin dış kabuğa ilişkin saydamlık oranları değıştiğinde, ısıtma altsisteminin özellikleri bundan direkt olarak etkilenir. Nesnel boyuttaki bu değışimler, binanın gerçekleştirilmesi ve fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gereken parasal kaynaklara da direkt olarak yansır. Bu değerlendirme binanın bütünü için ve her düzeydeki altsistemler arasındaki etkileşimlere ait örüntü dikkate alınmadan yapılamaz. Proje üzerinde herhangi bir ölçekteki (yerleşim, bina, alt sistem, malzeme, vb...) bir karar alındığında ya da değıştiğinde bunun diğer sistemler üzerindeki etkisinin belirlenmesi ekonomik yapılabirlik çalışmalarının sağlıklı sonuçlar vermesi açısından gereklidir.

Problem ön karar evresinde, ekonomik yapılabirlik çalışmaları kapsamında kullanılabilecek bir bütüncül yaklaşımın uygulanmasına ilişkin ilkelerin tüm boyutlarıyla ortaya konmamış olmasıdır.

### 1.3. Probleme İlişkin Mevcut Çalışmalar

#### 1.3.1. Yurtdışında Bu Konuda Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Yurt dışında düşük enerji mimarlığı konusunda daha önce yapılan çalışmaların kaynağını ekolojik konseptlerin gelişimine ve 'Yeşiller' hareketlerine bağlayabiliriz. Nitekim alternatif yapı arayışları, çevrebilimcilerin ekolojik denge ile ilgili varsayımları ve çevreci grupların çevreci bina talepleriyle yoğunluk kazanmıştır. Yurtdışında Düşük Enerji Mimarlığı konuları kapsamında yapılan çalışmalar Üniversitelerde yapılan araştırma ve izleme çalışmaları, Özel araştırma kurumlarında yapılan çalışmalar(Hoare and Partners, BRESCO), Mimarlar Odaları gibi mesleki kuruluşların çalışmaları(yarışmalar, seminerler), Yerel Yönetimlerin yaptığı çalışmalar(Freiburg Belediyesi), Uluslararası kuruluşların çalışmaları(UN Economic comission, AET), Özel sanayi firmalarının çalışmaları (HEAG), Fuarlar(Mannheim, Öko und Bau), Özel Bürolar (Solarplan), Devlet kuruluşlarının çalışmaları(Polonya planlama teşkilatı), Kişisel çalışmalar olarak özetlenebilir. Yapılan çalışmaların çoğu uygulama prensipleri, yapım metodları, izleme sonuçları ve malzeme özelliklerine ilişkin olup konunun ekonomik yönü üzerinde Özel büro ve bazı makalelerden sağlanan veriler dışında bilgi edinilememiştir.

#### 1.3.2. Yurt İçinde Bu Konuda Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Düşük Enerji Mimarlığı adı altında toplanmasa da yapı fiziği konularında enerji korunumu kuramlarına ilişkin pek çok çalışma yapılmıştır. Bilinen büyük çaplı organizasyonlara ilk örnek olarak 1978 yılında İTÜ Mimarlık Fakültesinde düzenlenen Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu sayılabilir. ODTÜ bünyesinde oluşturulan bir araştırma grubunca Ankara'da bir Güneşevi projesinin uygulandığı bilinmektedir. Düşük Enerji Mimarlığı adı altında ve fayda değer ilişkileri içinde ekonomik yapılabilirliğe ışık tutacak herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

#### **1.4. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, düşük enerji mimarlığı yaklaşımında ekoloji ile ekonomi arasındaki dengeyi sağlamaya yönelik olarak, tasarım aşamasında verilecek kararlarda, yukarıda ifade edilen ölçek ve boyutlarda, ekonomik yapılabilirlik çalışmaları kapsamında gözönüne alınması gereken noktaları, bir sistematik bütünlük içerisinde sıralayıp tanımlamak ve yapılacak ekonomik yapılabilirlik (Fizibilite) çalışmalarında bu sistematik yaklaşımın önemini ortaya koyarak, değişik ölçeklerde karar konusu olan noktaların bütün içindeki önemlerine yönelik saptamaları yapmaktır.

#### **1.5. Araştırmanın Kapsam ve Sınırları**

Düşük Enerji Mimarlığı, ülke bazındaki planlama çalışmalarından, bina bileşen ve malzemelerinin seçimine dek farklı ölçeklerde sözkonusu olabilecek, ticaret merkezlerinden konutlara dek farklı tipolojilerde kategorize edilebilecek, yapılabilirlik ve planlama çalışmalarından, detay imalatlarına dek farklı aşamalarda ele alınabilecek bir yaklaşımdır.

Araştırma kapsamında Düşük Enerji Mimarlığı yaklaşımının farklı boyutlarına değinilmekle birlikte, malzeme seçimi ve alt sistemlerin maliyet üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur.

#### **1.6. Araştırmanın Yöntemi**

Araştırma kapsamında çeşitli kütüphanelerden kaynakça tarama ve TÜBİTAK ile YÖK vasıtasıyla anahtar sözcükler vererek 'Internet' üzerinden kaynakça tarama dışında 1994 yılı Ağustos ayı başında, Almanya, Darmstadt kentinde Düşük Enerji Mimarlığı konuları üzerinde tasarım, mühendislik ve uygulama hizmetleri veren Solarplan, 'Ecologic Architecture And Engineering' firmasında staj yapılmıştır. Staj süresi boyunca firmanın Frankfurt civarında daha önce yapmış olduğu binaları incelenmiş, Rücker Evi ile İki rahip evi ve kilise toplantı salonu projeleri tasarımı ve uygulamasında çalışılmıştır. Düşük enerjili elektronik aygıtlar üreten HEAG firmasının

düzenlemiş olduğu su, elektrik ve rüzgar enerjisinin, elektrik enerjisine dönüşümüne yönelik güney Almanya gezisine katılmış, konu ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Freiburg Belediyesinin, kendi sponsorluğunda üretilen iki pasif bina için düzenlemiş olduğu inceleme gezisine katılmıştır. Mannheim kentinde her Eylül ayında gerçekleşen Öko und Bau fuarında ekolojik ve enerji verimli yapı malzemeleri incelenmiş, bazı seminerlere dinleyici olarak katılmıştır. Almanya'da bulunulan süre zarfında Darmstadt Üniversitesinde ve Şehrin yapı araştırma kurumlarında kütüphane araştırmaları yürütülmüştür. 1994 yılı Kasım ayında Solarplan'da staj çalışması tamamlandıktan ve Türkiye'ye döndükten sonra, gayrimenkul yatırım danışmanlığı, fizibilite çalışmaları ve inşaat kontrollüğü konularında hizmet veren Proje Yönetim A.Ş. firmasında çalışmaya başlanmış ve firma uzmanlarının konu ile ilgili görüşlerinden faydalanılmıştır. 1995 yılı içerisinde Mimar Sinan Üniversitesi ve Türkiye Bilişim Derneğinin Mayıs ayı içerisinde düzenlemiş olduğu Bina yapımında Güncel Yaklaşımlar Sempozyumu'na ve İzolasyoncular Derneğinin Aralık ayı içerisinde düzenlemiş olduğu 1. Isı-Ses-Su Yalıtımı Sempozyum ve Sergisi katılmıştır. Ayrıca periyodik yapı fuarları takip edilmiş ve ticari müesseselerle görüşmeler yapılmıştır.

## BÖLÜM 2. DÜŞÜK ENERJİ MİMARLIĞI

"Bir yapının başlıca fonksiyonlarından biri, dış mekandan daha kullanışlı ve konforlu bir iç mekan yaratmaktır. Tüm binalar yaşama konforunu arttırabilmek için çeşitli durumlarda enerji girdilerine ihtiyaç duyarlar. Enerji etkin bir yapı, performans, sağlık, güven ve konfor için minimum düzeyde enerji girdisine ve minimum düzeyde enerji harcamasına sahip olmalıdır. Bu değişim kısa vadede yerel geri dönüşüm ve uzun vadede küresel geri dönüşüm olarak kendini gösterir." [Wyatt T., 1994]

Fosil yakıtların giderek daha çok tüketilmesi sonucu, doğanın kendisini temizleyebileceğinden daha fazla kirlilik atmosfere verilmekte ve aynı zamanda atmosfere yayılan karbondioksitin temizlenmesi görevini yüklenmiş olan yeşil alanlar, hızla ufalmakta ve bunun sonucu olarak ta her geçen yıl dünya atmosferindeki karbondioksit miktarı 19.000 milyon tonluk bir artış göstermektedir. Son yüzyıl içerisinde atmosferdeki  $\text{CO}_2$  oranı, %2.2'den %3.33'e çıkmıştır. Bunun sonucunda dünyamızın buzul çağından bu yana ortalama  $3^\circ \text{C}$  kadar ısındığı hesaplanmakta ve bu değerin önemli bir kısmının da son 20 yıl süresince ortaya çıktığını belirtilmektedir. Soğuk ve ılık kışlar ile serin ve sıcak yazların birbirlerini izlemesi insanların bu artışı hissetmemelerine neden olmaktadır. Isı artışının devam etmesi neticesinde buzullar eriyerek denizlerdeki su seviyesinin yükselmesine, ekin alanlarının kuraklaşmasına neden olacaktır.

Konfor ihtiyaçları neticesinde binaların enerji tüketimi artmıştır. 1980-85 yılları arasında Federal Almanya'da enerji tüketimi sonucu endüstri yıllık ortalama

258miot/yıl, ulaşım taşıtları 127 miot/yıl, enerji santralleri 178 miot/yıl ve binalar 180 miot/yıl  $\text{CO}_2$  yaymıştır. 1988 verilerine göre Federal Almanya'da 1 kwsaat elektrik 5.5gr  $\text{SO}_2$  ve 2.5gr  $\text{NO}_2$  gibi diğer kirletici maddelere sebep olmaktadır. Bu iki madde asit yağmurlarının ve ormanların yok olmasının başlıca nedenidir. 1 ton çelik üretimi 50 m<sup>3</sup>, alüminyum 10.000 m<sup>3</sup>  $\text{O}_2$  gerektirir. Büyük oranda atıklı enerji harcamak, atmosferdeki  $\text{O}_2$  azalmasına ve kirliliğin artmasına sebep olur.

Çevre kirliliğinde insan sağlığı ve yaşamı açısından en zararlı olanı hava kirliliğidir. Tıbbi neticelere göre insan açlığa 60 gün, susuzluğa 6 gün dayanabilmesine rağmen havasızlığa 6 dakika bile dayanamaz. Ekonomik olarak en ufak enerji maliyeti nihai tüketicinin ödediği bedele eklenir. Ne yazık ki şimdiye dek  $\text{O}_2$  ve çevre kirliliğinin maliyeti aynı sorumlulukla ödenmemiştir. Fakat gelecek kuşaklar bu maliyeti ödemek zorunda kalacaklar. Tüm bu kirliliğin önlenmesinde binalara düşen pay kendi performansı içinde pasif olarak konfor düzeyini arttırmasıdır.

Olayın bu şekilde gelişmesinin devam etmesi sonucunda, 2000'li yılların başlarında dünya ortalama sıcaklığının 1°C daha artması halinde kutuplardaki buzulların bir kısmının eriyerek deniz seviyesinin 1-2 m. yükselmesi ve bugün tarım yapılan bölgelerin kuraklaşması gibi insanlık için çok önemli sorunlar dizini ile karşı karşıya kalınacaktır.

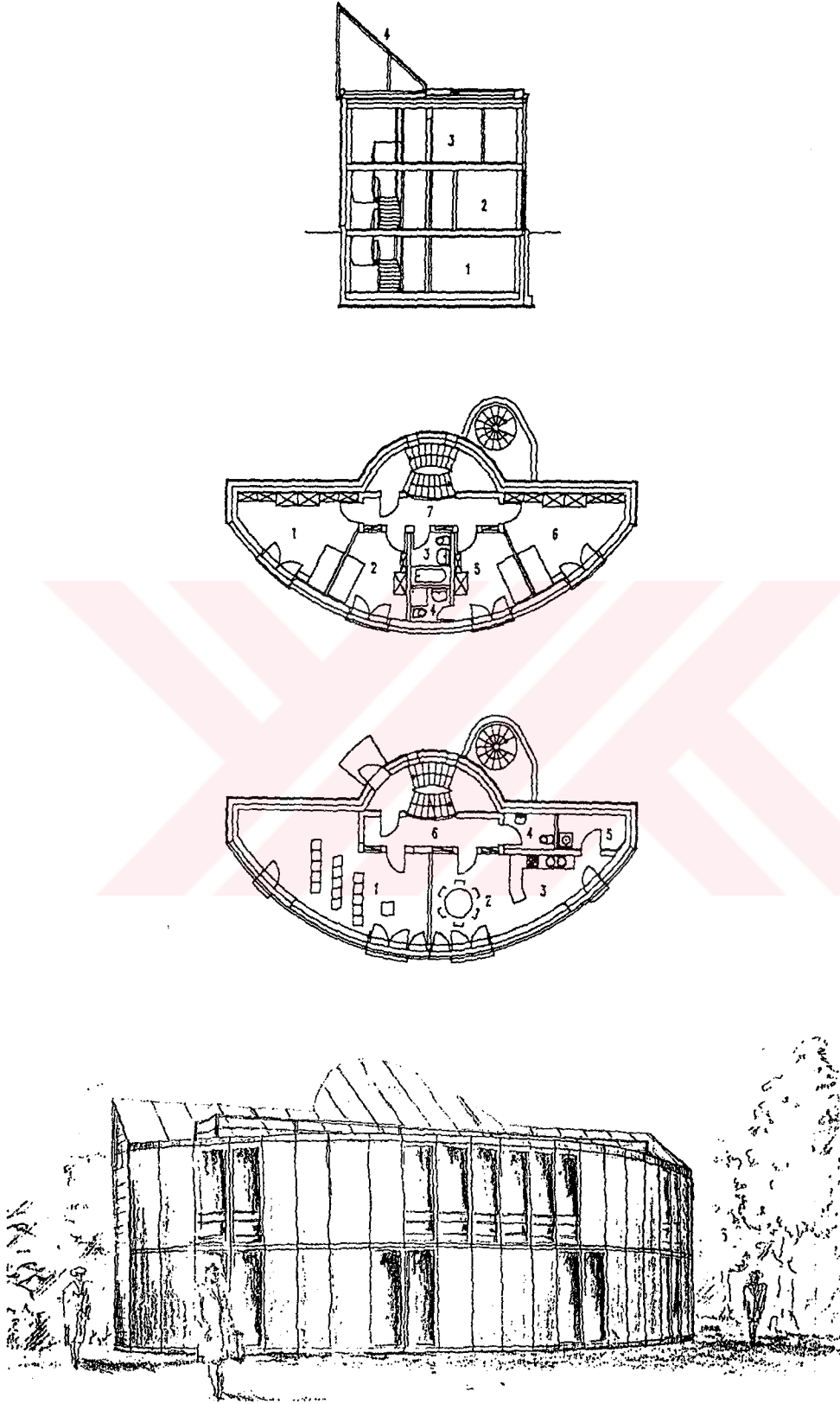
Petrol krizi ile birlikte tükenir enerji kaynaklarına alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi çalışmaları hızlandırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri olası bir enerji krizinin gerçekleşmesi ihtimaline karşı fosil enerji kaynaklarını tutumlu bir şekilde kullanmakta, alternatif olarak atıksız elektrik enerjisi kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Bu arada elektrik enerjisinin üretiminde atıkları minimize etme yolları yoğun bir biçimde araştırılmaktadır. Fransa ve Almanya, sınırlarındaki Main nehrinde 2 km aralıkla hidroelektrik santraller kurmakta, su havzasının yatağında yaptığı değişikliklerle suyun gücünden maksimum oranda faydalanmaya çalışmaktadır. Danimarka rüzgar enerjisinden, İtalya ise güneş enerjisinden, elektrik enerjisi üretebilmek için büyük ebatlı deneme istasyonları kurmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 1989 verilerine göre ülkemizde tüketilen enerjinin sektörel dağılımı şu şekildedir. [ Tülbentçi K., 1993]

|           |      |
|-----------|------|
| Konutlar  | % 41 |
| Endüstri  | % 33 |
| Ulaştırma | % 20 |
| Tarım     | % 5  |
| Diğer     | % 1  |

Ülkelerin gücü genelde enerjideki başarılarıyla ölçülür. Bu sebeple petrol üreten ülkeler ekonomik yönden ilk sırada yer alır. Yakın tarihlere kadar Türkiye enerji bakımından başarılı ülkeler arasında yer alıyordu. Ancak enerji yatırımlarının yavaşlatılması neticesinde dış ülkelere enerji bakımından bağımlılığın artacağı sözedilir olmuştur [ Demirkent N., 1995]. Ülkemizde petrol bağımlılığını kömür bağımlılığı izlemiş ve şimdi yerini doğalgaz bağımlılığına bırakmıştır. Atatürk barajı gibi sulama ve enerji üretimi için geliştirilen mega projeler enerji üretiminde planlanan hedefi uzun süreli gecikmelere rağmen sağlayamamış ve uzun süredir enerji üretimi için kayda değer bir yatırım yapılmamıştır. Bu bağlamda büyük firmalar enerji sıkıntısına düşmemek için kendi enerji üretim santrallerini kurmayı planlamaktadırlar.

Çağımızda ülkelerin gelişmişliklerinin ölçüsü, tükettikleri enerji kadar, enerjiyi verimli kullanmaları ile de ölçülmektedir. Bu konuda en çarpıcı örneği, petrol krizinin ortaya çıktığı 1973 yılından itibaren uyguladığı tasarruf ve alternatif enerji kullanımı politikası ile petrole olan bağımlılığını yılda 120.000.000 tondan 60.000.000 tona düşüren Fransa sergilemektedir. Türkiye'de birim hacmi ısıtmak için harcanan enerji Fransa'dan %46, İsveç'ten %230 daha fazladır [ Kristensen P.E., 1993]. Bu bağlamda binalarda enerji kullanımını azaltıcı önlemlerin alınması gerekmektedir. Tüm elektrik enerjisini güneş pilleri vasıtasıyla kendisi üreten, yağmursuyunu depolayıp rafine ederek kullanım suyu haline dönüştüren, havalandırmasını ve ısınmasını güneş enerjisinden faydalanarak karşılayan, '0' enerji tüketimi ile pasif binalar binalarda tükenir enerji kullanımını azaltmakta bugün gelinmiş en ileri noktadır. (şekil 2.1)



Şekil 2.1. Konut olarak kullanılan Freiburg Pasif Binası

Düşük enerji mimarlığı konfor standartlarını yükseltirken, çevre bilinci ile tükenmez enerji kaynaklarından maksimum oranda faydalanarak, tükenir enerji kaynaklarından tasarruf sağlamak olarak özetlenebilir.

Mimarlık bina tasarlama sanatı ve bilimidir. Yapılar bu tasarlama sürecinin ürünüdür. Tasarlama sürecinde izlenecek yollar yapının kullanım ve fikir amacına göre belirlenir.

Düşük enerji mimarlığının tasarlanma aşamalarını, Dizayn Hedefleri, Vaziyet Planı Dizayn Kriterleri, Yapı Planı Dizayn Kriterleri ve Yapı Bileşen ve Malzemeleri olarak dört ana başlı altında incelemek mümkündür.

## **2.1. Dizayn Hedefleri**

Düşük enerji mimarlığında dizayn hedefleri; güneş ışıınımlarından ısı kazanımları için gerekleri sağlamak, ısı kayıplarını kontrol etmek, uyumlu ve etkili ısıtma aygıtlarını ve kontrollerini benimsemek, kontrol edilebilir vantilasyon ve uygun günışığı düzeyini sağlamak olarak özetlenebilir.

### **2.1.1. Ekoloji**

İlk kez 1870 yılında Alman biyoloğu Ernest Haeckel tarafından kullanılan ekoloji kelimesi, Eski Yunanca'da ev idaresi anlamına gelen 'oikos' sözcüğünden türemiş olup, canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle ilişkilerini inceleyen bilim dalı olarak tanımlanabilir.

R. L. Smith, 'Elements of Ecology' adlı kitabında ekolojinin çevre bilimleri ile aynı olmadığını belirttikten sonra, ekolojinin sosyoloji, jeoloji, politik bilimler ve ekonomi ile birlikte çevre bilimlerinin bir parçası olduğunu ileri sürmektedir. Diğer bir ekolog Charles Krebs, daha pratik bir yol seçerek ekoloji ile çevre bilimleri arasındaki ilişkiyi, fizik ile mühendislik arasındaki ilişkiye benzetmektedir. Bu tanımlamanın doğal bir sonucu, fiziksiz bir mühendislik nasıl düşünülemezse, ekolojisiz çevre bilimlerinin de düşünülemezdir. Diğer yandan ekoloji bilimine büyük katkıları olan Eugene

Odum'a göre ekoloji, 'fiziki ve biyolojik bilimleri birbirine bağlayan ve doğal bilimlerle sosyal bilimler arasında köprü kuran' bir bilim dalıdır. Bütün bu tanımlamalarda altı çizilmesi gereken nokta, ekolojinin bir ilişkiler bilimi olduğu, kökü biyoloji olmakla beraber birçok bilim dalını kapsadığıdır. Hangi tanımlamayı kabul edersek edelim, ne yazık ki ekolojinin önemli bir disiplin olduğu gerçeği, ancak 1960'lı yıllarda çevre hareketlerinin patlayışıyla kabul edilmeye başlamıştır. Yine Charles Krebs'in belirttiği gibi bir çok kimsenin iddia ettiğinin aksine ekoloji biliminde çözüm bekleyen çok önemli problemler vardır ve bugüne kadar olan gelişme ancak bir başlangıç olarak kabul edilebilir. [Bilim ve Teknik, 1995]

Ekolojik düşünce tabi ki doğayı karumaktan yana ancak asıl insandan yana. Yani çevreci düşünce insanmerkezli ve insanmerkezci. Dünya bir bütündür ve insan bu bütünün öteki parçalarıyla eşit bir parçasıdır. Onun için Amerika'lı ekolojist Aldo Leopold, biz insanların bir dağ gibi düşünmeyi öğrenmemiz gerektiğinden söz etmektedir. John Seed, 'insanlar yalnızca kimliklerini insan olmakta bulmakta değil, aynı zamanda başka canlı varlıklarla özdeşleşmeye de yöneldikleri zaman, 'ben yağmur ormanlarının koruyucusuyum' demek yerine 'ben yağmur ormanlarının bir parçası olarak kendimi koruyorum' da diyebilirler diye yazmıştır 'İnsan Merkezilik' başlıklı yazısında. Gandhi yine aynı nedenle, köyü için yaptığı hizmetlerin onun insanseverliğini yansıttığını söyledikleri zaman, 'Ben bu köyde sadece kendi çıkarlarım için gerekeni yaptım' demiştir. Ozan Robinson Jeffers ise konu ile ilgili düşüncelerini şu sözcüklerle yansıtmıştır . [Tümer G., 24.Ağustos.1995, Cumhuriyet Kitap]

Karanlık ormanın yaşamına dalıp,  
Yaşlı tepelerdeki koskoca yaşamla bir oldum.  
Baktım ki dere olmuşum.  
Dağdaki ağaçların suyunu çeken  
Sonra bu sudan içen geyik,  
Ve gökteki yıldızlar olmuşum.

### 2.1.2. Enerji Verimliliği

Enerji; bir iş meydana getirme gücüdür [ Meydan Laorusse ]. Enerji türleri; ısı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, kimyasal enerji, atom enerjisi, potansiyel ve kinetik enerji olarak adlandırılır. Dünya enerji tüketimi her on yılda iki kat artmaktadır. Bu artış sürerse  $3.10^{16}$  kWs olarak değer biçilen fosil enerjisi rezervlerinin 20-30 yıl içinde hızlı biçimde tükeneceği hesaplanmıştır [ Gelişim Hachette ]. Enerji üretimi aslında doğada varolan enerjinin kinetik enerjiye, ısı enerjisine, ışık veya elektrik enerjisine dönüştürülmesidir (Enerji korunumu yasası). Bir hidroelektrik santralde, baraj gerisinde toplanarak biriktirilmiş olan su, eğimli bir kanal ile aşağıya doğru akıtılırken tribünde harekete, dinamoda elektrik akımına dönüşmüştür. Örneğin fosil yakıtlarda toplanmış bulunan enerji, ocakta ya da sobada ısı enerjisine dönüşür [ Ana Britannica ]. 6 ana enerji kaynağı vardır;

- Fosil Yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz...)
- Rüzgar ve Termal Su Enerjisi
- Nükleer Güç
- Ahşap ve Diğer Biyolojik Materyaller
- Geotermal Güç
- Güneş Enerjisi

Niceliksel olarak güneş enerjisi dünya ve güneşe biçilen 5 milyar yıllık ömürde ikisinden biri yokolana dek en geniş enerji kaynağıdır. Geotermal güç, rüzgar ve termal su atıksız enerji kaynaklarındandır. Ahşap ve diğer biyolojik maddelerin her bölgede bulunabilmesi mümkündür. Fosil yakıtlar ise bazı bölgelerde bolca bulunup her bölgede tüketilebilme imkanına sahiptir. Bu durumda yeni enerji kaynaklarının araştırılması insanlık için gün geçtikçe önem kazanacaktır; Nükleer füsyon (bölünme) yoluyla veya tükenmez enerji kaynaklarından maksimum oranda faydalanarak enerji ihtiyacı karşılanacaktır.

Atom enerjisi, teknoloji desteğinde yüksek performansa sahip olmasına rağmen zararlı atıkları nedeni ile tereddütle yaklaşılırken, güneş enerjisi, tükenmez oluşu, her bölgede bulunması, taşıma probleminin olmaması, atıksız olması, basit fakat yüksek performanslı teknoloji yardımıyla hızlı dönüşmesinden dolayı tercih edilmektedir. Ancak hava şartları neticesinde sürekliliğinin olmayışı başlıca tereddüt noktasıdır. [Özdeş G., 1978]

Enerji kullanımının farklılığı bölgesel ve ulusal şartlara bağlıdır. Ülkeler enerji politikalarında mümkün olduğunca bağımsız hareket etmeye çalışırlar. Tükenir enerji kaynakları ekonomik olarak bağımlılık yapmakla birlikte, çevreyi de kirletir. Bu durumda uygun kaynakları daha etkin biçimde kullanma zorunluluğu vardır.

Verimlilik, minimum enerji, insan gücü, materyal ve sermaye harcamasıyla sonuç üretebilme becerisidir. Tüm ülkeler, zamana ve konuma göre farklı perspektiflere sahip olmakla beraber kaynak kullanımını minimize etmek konusunda aynı görüşe sahiptir. [ECE, Energy Efficient Design, 1991]

Tüm binalar yaşamları boyunca çeşitli durumlarda enerji girdilerine ihtiyaç duyarlar. Kolay yanıcı fosiller ve elektrik enerjisi, aydınlatma, yemek pişirme, sıcaksu, ısıtma ve soğutma gibi gereçlerde kullanılır. Diğer enerji girdileri güneş ve insan ısısı gibi doğal yollarla sağlanır. Güneş ışınlamaları; soğutma, ısıtma ve aydınlatmada %30 ila %70 arasında değişen fayda sağlar.

Enerji verimli bir yapı, estetik performans standartları, sağlık, güven ve kullanım kolaylığı için minimum düzeyde enerji girdisine ve minimum düzeyde enerji harcamasına sahip olmalıdır.

Bir yapının başlıca fonksiyonlarından biri, dış mekandan daha kullanışlı bir iç mekan yaratmaktır. Enerji verimli bir yapı; radyasyon, kondüksiyon ve doğal konveksiyon gibi pasif sistemlerle birlikte fan ve pompalarla dağıtılan ısıtılmış hava veya foto galvanik hücre ve paneller gibi aktif sistemlerle ve aydınlatma armatürleri, mekanik

ekipman, pişirme, sıcak su sistemleri ve insan ısısı gibi doğal yollarla elde edilen enerji kazanımları, ısıtma, soğutma ve aydınlatmada kullanılan verimsiz sistemlerde ve ekipmanlarda kayba uğrayan enerjinin, dizayn esnasında yapının, yer aldığı yörenin iklim koşullarına uygun şekilde konumlandırılmasıyla, yapı kabuğunda ısı transferini önleyici boşluklu duvarlar, çift yada üç katmanlı camlar gibi enerji verimli konfigürasyonlar ve izolasyon gibi yüksek performanslı malzemelerle, açılır boşlukların uygulama esnasında doğru biçimde kapatılmasıyla ve iç havayı süzüp geri besliyerek enerji kayıpları, verimli enerji kullanımını teşvik edici ve gereksiz enerji tüketimini eleyici amaçlarda buluşan konfor ihtiyaçlarını iyi planlıyarak konfor gerekleri, ihtiyaçları karşılamada seçilen teknolojiler, performans, maliyet ve kullanım kolaylığı açısından ne kadar akıllıca ve yapılabilir nitelikte seçilirse o ölçüde faydalı ve kontrol edilebilir nitelikte olur.

İngiltere'de yapılan çalışmalar neticesinde standart binalardaki enerji kullanımı 600 kWhrs/m<sup>2</sup>'den 100 kWhrs/m<sup>2</sup>'ye indirilmesi hedeflenmektedir. Tablo 2.1'de verilen bilgiler bina alt sistemlerindeki enerji tüketimini ve hedefleri göstermektedir. [Wyatt T., 1994]

Tablo 2.1. Bina altsistemlerindeki enerji tüketimi

| Enerji kullanım alanı | Genel                   | Y. Performanslı         | Hedef                    |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Isıtma ve Soğutma     | 310                     | 140                     | 40                       |
| Vantilasyon           | 170                     | 90                      | 30                       |
| Aydınlatma            | 80                      | 45                      | 25                       |
| Ev Aygıtları          | 40                      | 25                      | 15                       |
| TOPLAM                | 600kWhrs/m <sup>2</sup> | 300kWhrs/m <sup>2</sup> | 110 kWhrs/m <sup>2</sup> |

Ülkemiz kaynaklarının enerjiye ayrılan kısmı çok önemli bir yer tutmaktadır. Konut sayısı ve enerji üretimi-tüketimi ile ilgili bazı global değerler Tablo 2.2'de verilmiştir. Çeşitli enerji türleri milyon ton petrol eşdeğeri enerji birimi (TEP Milyon Ton Petrol

Eşdeğeri) olarak ifade edildiğinde, 1990 yılında enerjinin %44'ünün ithal bazlı olduğu görülmektedir. 1990 yılına kıyasla, 2010 yılında tüketimin 4 kat artarak 200 TEP olacağı, ithal bazlı enerji oranının %62.5 oranına ulaşacağı söylenebilir. 1990 yılında 15 TEP enerji, yani tüm enerjinin %30'u ısınmada tüketilmiştir. 2010 yılında bu değerin yüzde olarak azalması ve %17 düzeyine inmesi öngörülmektedir; ancak mutlak harcama olarak ısınma amaçlı enerji tüketimi 34 TEP değerine çıkacaktır. Bu değerler binaların performanslarının yüksek olacağı varsayımına dayanmaktadır.

[Keskinel F., 1995]

Tablo 2.2 Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı tahmini değerlerine göre Türkiye'de konut sayısı ve enerji üretimi-tüketimi:

|                                      | 1990      | 2010      |
|--------------------------------------|-----------|-----------|
| Konut Sayısı                         | 11 Milyon | 17 Milyon |
| Konut Eşdeğeri İşyeri Sayısı         | 1 Milyon  | 3 Milyon  |
| Toplam                               | 12 Milyon | 20 Milyon |
| Enerji Tüketimi                      | 50 TEP    | 200 TEP   |
| Enerji Üetimi                        | 20 TEP    | 75 TEP    |
| İthal Enerji                         | 22 TEP    | 125 TEP   |
| Konutlarda Isınma Amaçlı Enerji Payı | 15 TEP    | 34 TEP    |

Bilindiği gibi, 1987 yılı Türkiye toplam ithalatı 14 Milyar \$ mertebesindedir. Petrol ithalatının bunun içindeki payı ise 3.2 Milyar \$ olup, % 22.8 değerindedir. 1987 yılında değişik enerji türleri üretim ve tüketimleri, TEP biriminde ve Yüzde olarak Tablo B'de belirtilmiştir. Görüldüğü gibi petrol üretimi / Tüm enerji üretimi = % 10.1 iken, petrol tüketimi / Tüm enerji tüketimi = % 45.6 mertebesindedir. Toplam enerji Tüketimi/Üretimi farkı olan 21.8 TEP değerindeki enerjinin genelde ithal petrol olarak karşılandığı söylenebilir. Bu durumda şu hususu bir kere dah vurgulamakta yarar vardır; Enerji çok değerlidir, özenle tüketilmelidir. [Keskinel F., 1995]

Tablo 2.3 Türkiye Enerji üretimi ve tüketimi:

| Cinsi                    | Üretim |      | Tüketim |      |
|--------------------------|--------|------|---------|------|
|                          | TEP    | %    | TEP     | %    |
| Taş Kömürü               | 2.1    | 7.6  | 4.4     | 8.9  |
| Linyit                   | 9.8    | 35.5 | 9.2     | 18.6 |
| Petrol                   | 2.8    | 10.1 | 22.5    | 45.6 |
| Hidrolik                 | 4.2    | 15.2 | 4.2     | 8.5  |
| Odun                     | 5.6    | 20.3 | 5.6     | 11.3 |
| Hayvan ve Bitki Atıkları | 2.6    | 9.5  | 2.6     | 5.3  |
| Diğer                    | 0.5    | 1.8  | 0.9     | 1.8  |
| Toplam                   | 27.6   | 49.4 |         |      |

### 2.1.3. Isı Verimliliği

Isı enerjisinin bir yerden başka bir yere aktarıldığı ve ısı taşınım (konveksiyon), ısı iletim (kondüksiyon) ve ısı ışınım (radyasyon) süreçlerinden biri veya birkaçı ile birlikte gerçekleşen süreçlerin ortak adıdır.

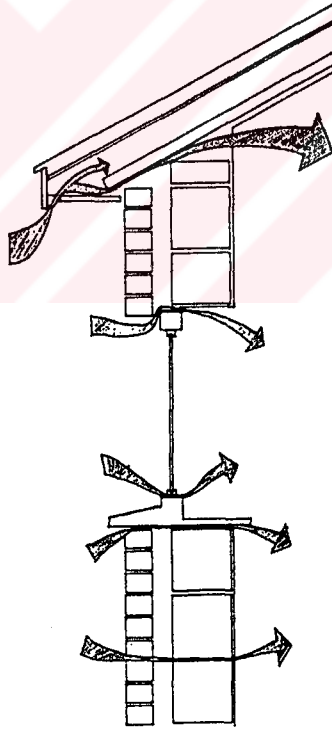
Isıl ışınım, sıcak bir yüzey tarafından bütün doğrultularda salınan ve soğuruluncaya değin sapmaksızın ışık hızıyla yol alan elektromagnetik ışınım enerjisidir. Bu süreç çoğunlukla yavaştır. Bir cismin ısı ışınımı yüzeyin yapısına da bağlıdır. Siyah yüzeyler ısı ışınımı en iyi salan ve soğuran malzemelerdir. Yer'in güneş tarafından ısıtılması enerjinin ışıma yoluyla aktarılmasına bir örnektir.

Isıl taşınım, hava ya da su gibi ısıtılmış bir akışkanın hareketiyle gerçekleşen ısı aktarımıdır. Bu süreç genellikle diğer süreçlere oranla daha hızlıdır. Isıl taşınım doğal ve yatay olmak üzere iki şekilde meydana gelir. Çoğu akışkanı ısındığında genleşme özelliği ve bunun yolaçtığı dolaşım, doğal ısı taşınımıdır. Akışkanların sıcaklığa bağlı olarak yoğunluk değişimi dışındaki yöntemlerle taşınması, yapay ısı taşınımıdır.

Havanın bir fanla (vantilatör) ya da suyun bir pompa yardımı ile hareket ettirilmesi yapay ısı taşınımına örnektir.

Isıl iletim, bir cismin komşu bölgeleri arasında ki sıcaklık farklarının etkisiyle gelişen ısı aktarımıdır. Isıl iletkenliği ( $k$ ) büyük olan bir malzeme ısıyı iyi iletir; ısı iletkenliği düşük olanlarsa iyi birer ısı yalıtıcıdır. Örneğin bakır iyi, ağaç ise kötü bir ısı iletkenidir.

Bina içindeki sıcaklık ile bina kabuğu dışındaki çevre sıcaklığı arasında fark varsa binayı oluşturan yapı elemanları arasındaki aralıklarda ve cidar boşluklarında hava değişimi oluşur. Söz konusu hava akışı kontrol edilemediği takdirde ısı kaybı, kontrol edilebilirliğinde ise ısı kazancı söz konusudur. (Şekil 2.2) Isı verimliliğinin yükseltilmesi, ısı kaybının önlenmesi ve kontrol edilebilmesi ile mümkündür.



Şekil 2.2. Bina kabuğundan, içine doğru hava sızıntısı.

Isı kaybı iç ve dış çevre arasındaki sıcaklık farklarından, konstrüksiyonun ısı performansından ve yapı elemanları arasında ki hava akışından kaynaklanır. Tüm bu süreçlerin belirli düzeylerde kontrolü yapı yerleşme alanının iyi planlanmasına, yapının geometrisine ve yapı konstrüksiyonunun ısı ve hava geçirmezlik özelliklerine göre düzenlenmesiyle sağlanabilir. Isı kaybı ısı transferi, sızması, vantilasyon, nem nüfuzu ve saydam alanlardan radyasyon yollarıyla gerçekleşir. [ Shuttleworth R., 1983]

Yapı elemanlarındaki ısı akışı, malzemenin geometrik ve ısı özellikleriyle tanımlanır. Malzemenin yoğunluğu ısı iletim sürecindeki en önemli faktördür. Düşük ısı iletim, ısı akışına karşı yüksek direnci sağlar. Bir yapı tabakasının ısı direnci, izolasyon değerinin ölçüsüdür. Yapı tabakası kalınlaştıkça ısı direnç yükselir, ısı taşınım azalır. Isı iletim yapının her birim alanında ve her birim derece değişikliğindeki ısı akışının ölçüsü ve ısı dayanımının karşılığıdır. Isı geçirgenliği; yani 'k' değeri, ısı taşınım ve ısı ısı taşınımı açılarından malzeme yüzeyinin ısı taşınım değeridir.

Yapıdaki ısı kaybının kontrol edilebilmesi, dış çevreyle temastaki yapı kabuğunun, yapı elemanlarının ısı izolasyon değerlerinin ve ısı tampon etkilerinin gözönüne alınmasıyla mümkündür. Isı izolasyonunun etkisi sadece kalınlık ve kaliteye bağlı olmayıp uygulamanın ısı köprüsü oluşturmayacak biçimde iyi yapılmasına da bağlıdır. Teknolojik gelişmelerle bina kabuğunda ısı kayıplarının gerçekleştiği mevkiler ultraviyole ışınlarıyla belirlenebilmektedir. [Isı-Ses-Su Yalıtımı Sempozyumu., 1995]

Yapının dış havayla ve yapı içindeki hacimlerin birbirleri arasındaki hava değiş tokuşu sıcaklık ve basınç değişimlerinden kaynaklanır. Basınç etkisi, dış havanın rüzgar etkisi ile bina yüzeyindeki aralık ve birleşim noktalarından içeriye sızmasıdır. Sıcaklık farklılığının etkisi, ısınan havanın genleşme özelliğinden dolayı yükselmesi neticesinde baca etkisi yaparak dış havaya doğru yapı yüzeyinden süzülmesidir.

Birçok düşük enerji binasında yapılan ölçümler, boşlukların doldurulmasındaki dikkatli detaylandırma ile hava geçirmeyen bir konstrüksiyon konvansiyonel tecrübelerden hareket edilmeden başarıyla uygulanabilir. Mekanik vantilasyon hava değişimi taze

hava anlayışına göre dengelenebilir. Ventilasyon sistemi içinde çıkan havanın ısısından sağlanan gerikazanım, ekolojik ve ekonomik tasarruf sağlar.

#### 2.1.4. Fiziksel Faktörleri

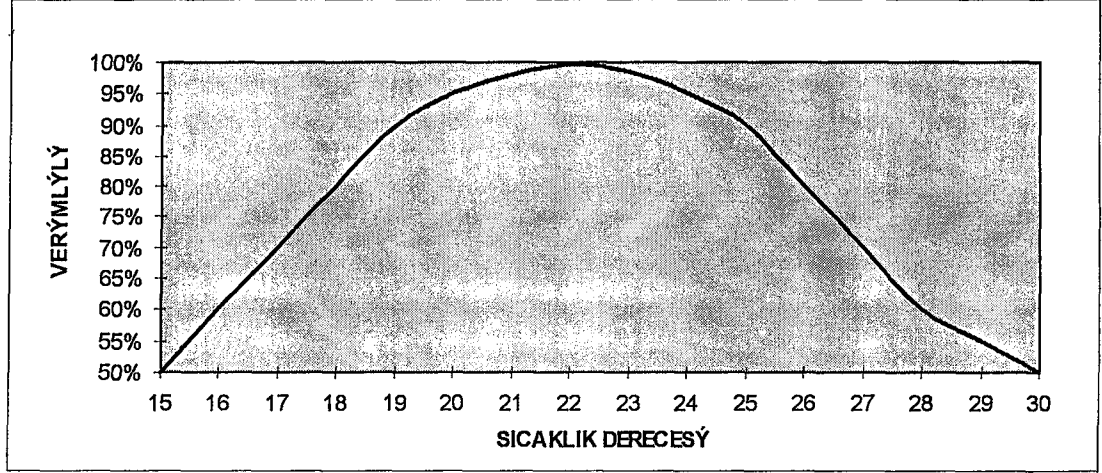
Konfor; fiziksel çevrenin gözle görülür uygunluğu, kontrol; konforu, kişisel ihtiyaçları ve enerji verimliliğini sağlamak için fiziksel çevrenin kontrolü ile sağlık ve güven; insanların fiziksel ve psikolojik mutluluğu , insanın bina fiziksel çevresinden beklediği başlıca faktörlerdir.

Konfor; insanın fiziksel çevreyi kabullenme ölçüsüdür. Konfor koşulları minimum ve maximum standartlar dahilinde ülkeden ülkeye, iklimden iklime ve kişiden kişiye değişir. Konforlu bina tasarlarken,hava sıcaklığının ısıtma ve soğutma açısından kabul edilebilir düzeylerde olması, odalar arasında büyük sıcaklık farklılıkları bulunmaması ve günışığından sağlanacak enerji kazanımlarının kontrol altında tutulabilmesi gibi kriterlere dikkat etmek gereklidir. Hava, sıcaklık, ışık, giyim, kişisel aktiviteler ve ihtiyaçlar konforu sağlayan altı ana başlık olarak kabul edilebilir. [Yannas S., 1994]

İngiltere'den Hoare Lea & Partners'in yaptığı bir araştırmaya göre ofis binalarında çalışanların verimlilikleri ısı konfora göre aşağıdaki gibi değişim gösterir. Her %5 verimlilik düşüşü saat başına 1 Pound maliyete eş olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2.4. Verimlilik - sıcaklık ilişkisi,

| Verimlilik % | Sıcaklık C° |
|--------------|-------------|
| %95-100      | 20-24       |
| %90-95       | 19-20,24-25 |
| %80-90       | 18-19,25-26 |
| %70-80       | 17-18,26-27 |
| %60-70       | 16-17,27-28 |
| %50-60       | 15-16,28-30 |



Şekil 2.3. Verimlilik - Sıcaklık İlişkisi.

Enerji verimli dizayn kullanıcıya bina ve teknolojisini kontrol edebilme imkanı sağlar. İnsan konforu ve ihtiyacını karşılayacak enerji verimliliğini sağlayabilmek için kullanıcılar istenmeyen ısı kazanımları ve kayıplarını, enerji gereksinimini ve teknolojik alt sistemlerini kontrol edebilmelidir. Kontrol, kullanıcıya yapının performans sınırlarını, yerel ve kişisel özelliklere göre ayarlayabilme imkanı sunar. Mesela ısı ve zamanlama ayarı yapabilmek için ısıtma ve soğutma sistemleri termostatlı ve zamanlama aygıtlı olmalıdır. Otomatik kontrol teknolojisi ve elektronik programlanabilir kontrol sistemleri kullanıcı tercihlerine göre bağımsız işleyen sistem olanakları tanır.

Sağlık insanların fiziksel ve psikolojik memnuniyet halidir. Binalarda sağlıklı koşullar hava, ısı ve ışık koşullarıyla ölçümlenir. Sağlık için önemli olmakla beraber gürültü, ferahlık ve renk enerji kullanımına etkmediği için enerji verimli dizayn için daha az önemlidir.

#### 2.1.5. Kanun Ve Yönetmelikleri

Kanunlar ve imar yönetmelikleri, yapıların tasarlanma, inşaa, yaşama ve bakım süreçlerine ilişkin yasal yükümlölükler getirmektedir. Enerji verimliliği açısından yasal yükümlölükler yapı ve yapı elemanlarının enerji ilişkili standartlarının diğer

tüm yasal yükümlülüklerle uyum içerisinde sağlanmasını ifade etmektedir. Ancak kimi kriterler için düzenlemeler yapılmış olmasına rağmen teknik her zaman olduğu gibi hukukun önünde gitmiştir. Nitekim doğal enerji kaynaklarından yararlanmaya ilişkin açık hukuk kuralları hemen hemen hiçbir ülkede oluşturulmamıştır. [Boysan A., 1978]

Enerji ilişkili standartlar, aydınlık düzeyleri, ısı düzeyi, nem düzeyi, vantilasyon oranı, fosil yakıt tipi ve izolasyon performansı gibi nitelikleri kapsayabilir. Bu standartların zaman içerisinde daha geniş tabanda kullanılır ve dah detaylı olacağı kuşku götürmez.

Diğer standartlara örnek olarak sağlık, güvenlik, taşıyıcı sistemin stabilitesi, yangın güvenliği, su etkisi, elektrik ve gaz sistemleri, zehirli ve kirletici maddeler, hava kalitesi ve ergonomik özellikler sayılabilir.

Tüm yasal yükümlülükler ve uygulama planları, uluslararasından küresel ve yerel platforma dek tüm düzeylerde uygulanabilir. Yasal yükümlülükler kamu yararı içindir ve kamu yararı için yasal yükümlülüklerin uygulanıp uygulanmadığının takip edilmesi gerekmektedir.

Tablo 2.5. İngiltere yönetmeliklerine göre bina yapım standartları [Yannas S., 1994]

| ENERJİ İLİŞKİLİ<br>STANDARTLAR | SAĞLIK VE<br>GÜVENLİK<br>STANDARTLARI | PLANLAMA<br>STANDARTLARI |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Aydınlatma                     | Taşıyıcı Sistem                       | Mevkii                   |
| Sıcaklık                       | Yangın                                | Oryantasyon              |
| Nem                            | Su                                    | Form                     |
| Vantilasyon                    | Elektrik                              | Ebat                     |
| Fosil Yakıt                    | Gaz                                   | Tip                      |
| İzolasyon                      | Zehirli Maddeler                      | Fonksiyon                |
|                                | Hava                                  | Malzeme                  |
|                                | Ergonomik Özellikler                  |                          |

## 2.2. Vaziyet Planı Dizayn Kriterleri

Düşük enerji mimarlığının tasarlanma aşamalarını, Çevresel Kriterler, Bölgesel Lokasyon, Yapı Formu ve Yapı Bileşenleri olarak dört ana başlı altında incelemek mümkündür.

### 2.2.1. Coğrafi Konum Etkisi

Coğrafya; Yer'in yüzeyini, insana ve fiziksel yapıya ilişkin görünümle ile farklılaşmaları ve bunların gerçekleştiği ortamı insana ve doğaya ilişkin süreçlerle jeoloji, meteoroloji, ekoloji, biyoloji, demografi, ekonomi, siyasetbilimi, sosyoloji ve tarih gibi pek çok disiplinle ilişki içinde inceleyen ve tanımlayan bilimdir. Coğrafi konum; bir noktanın yeryüzünde enlem ve boylam açıklanarak belirtilen yeridir. Yapı tipolojisinde coğrafi konum özellikle iklimsel veriler açısından çok önemlidir. Bir yapının içinde yer aldığı bölgenin iklimsel verileri yapının oluşturulmasındaki tüm aşamalarda belirleyici rol oynar. [Yannas S., 1994]

### 2.2.2. Güneş Etkisi

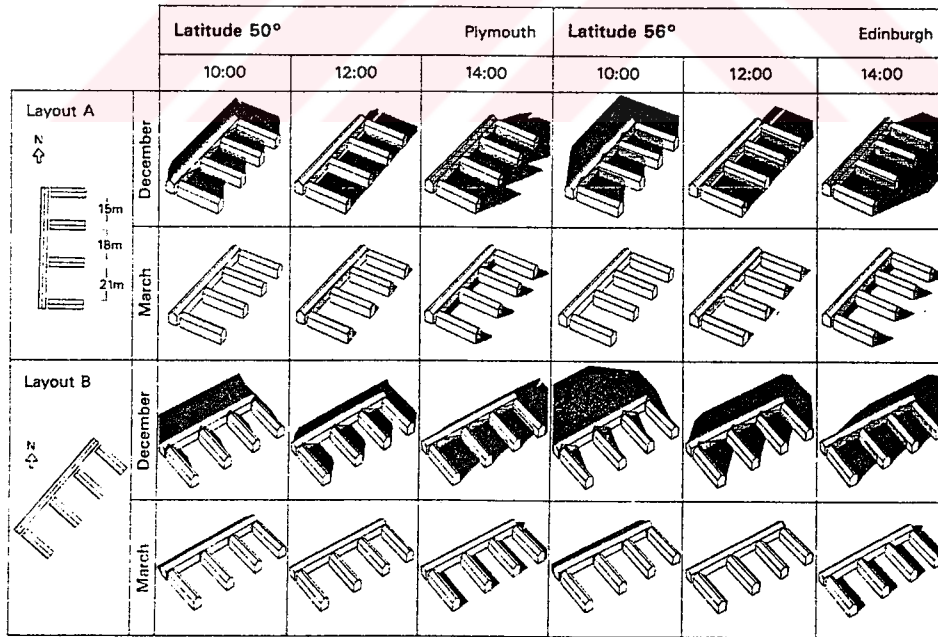
Pasif güneş ısıtması; peysaj elemanlarının, yapı elemanlarının, oda yüzeylerini ve tefrişatını ile insan giysilerinin güneş ışınlamalarını emmesiyle doğal olarak oluşan ısınma etkisidir. Güneş ısısından faydalanabilecek nitelikte planlama öncelikle yerleşim alanının güneş ışığı alma uygunluğuna bağlıdır.

Bir yerleşim alanının güneş ışınlamaları açısından uygunluğu, topoğrafik özellikler ve coğrafi konum etkisinde olmakla beraber atmosferik verilere ve zamana bağlıdır. Açık gökyüzünde güneş ışınlamaları yeryüzündeki yüzeylere direkt, yayılmış ve yansımış olarak üç şekilde ulaşır. Bulutlu havalarda yayılmış olarak dağılan güneş ışınlamı düzeyi oldukça düşüktür. Bu sebeple ılıman ve soğuk iklim kuşaklarında yer alan yerleşimlerde ve yapı oryantasyonunun güneş ışınlamalarından en iyi şekilde yararlanabilecek şekilde düzenlenmesi büyük önem taşır.

### 2.2.3. Gölgeleme Etkisi

Güneş ışığına dönük fakat direkt güneş ışığı alamayan bir yüzey gölgelemiş demektir. Gölgeleme komşu yapılardan, ağaçlardan ve diğer yerleşim özellikleriyle birlikte, yapının kendi çıkıntıları, saçığı ve pencere sövelerinden de kaynaklanabilir. Yapı yüzeyleri yılın belli zamanlarında bölgesel veya tamamen gölgelenebilir. Gölgelemeyle birlikte bina yüzeyinin topladığı güneş ışınlamalarında önemli derecede azalma olur. Bunun neticesinde bina yüzeylerinde soğuk bölgeler ve nem oluşur, enerji sarfiyatında artış meydana gelir.

Gölgelemekten kaynaklanan güneş ışınlamadaki azalma, yapı ile engel arasındaki açısal yüksekliğe bağlıdır. Bu açı engelleme açısı olarak adlandırılır. Yazın günlerin kısa olması ve kışın uzun olmasından dolayı, güneş ışınlamalarının miktarı değişkenlik gösterir. İstenmeyen gölgelemeyi önlemek için yapılar arasındaki mesafeler yükseltilmelidir. Mesafe genişliği yayınık ışınlam oranında artış sağlar. Yayınık ışınlamın gölgelemesi, direkt ışınlamaların gölgelemesinden daha az etkilenir. (Şekil 2.4.)



Şekil 2.4. Gölgeleme, coğrafi enlem ve bina formu ilişkisi.

Dubleks yapılarda yatak odaları geleneksel olarak üst katta yer alırken alt katın uzun süre gölgelenmesi durumunda yatak odalarını alt kata yerleştirmek daha doğru olur.

Gölgelenmenin yapı içi ısıtma enerjisi ihtiyacına etkilerini göstermek amacıyla aşağıdaki gibi bir analiz yöntemi izlenebilir. Tablo 2.6. içindeki kriterler güney fasadı için değerlendirilmiş olup engelleme açısının yanında ki yüzde değerleri hiç gölgelenmemiş bir binaya oranla sağlanan yıllık enerji kullanımı yüzdelelerini göstermektedir.

Tablo 2.6. Topoğrafik Özelliklere Göre Meskenler Arasındaki Gölgeleme Açısının değişimi;

| ENLEM       | GÖLGELEME<br>%10EĞİM<br>“GÜNEY” | BOŞLUK         | %10 EĞİM<br>AÇISI<br>“KUZEY” | DÜZLÜK<br>MİKTARI |       |
|-------------|---------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------|-------|
| 50-52° N    | 13.5 (%2)                       | H=7 m.         | 20m                          | 29 m              | 53 m  |
|             |                                 | Boşluk Faktörü | 2.80H                        | 4.17H             | 7.50H |
|             | 16.5 (%5)                       | H=7 m          | 17m                          | 24m               | 38m   |
|             |                                 | Boşluk Faktörü | 2.40H                        | 3.38H             | 5.35H |
| 52° N Üzeri | 10.0 (%2)                       | H=7 m          | 24m                          | 40m               | 97m   |
|             |                                 | Boşluk Faktörü | 3.44H                        | 5.67H             | 13.7H |
|             | 13.5 (%5)                       | H=7 m          | 20m                          | 29m               | 53m   |
|             |                                 | Boşluk Faktörü | 2.80H                        | 4.17H             | 7.50H |

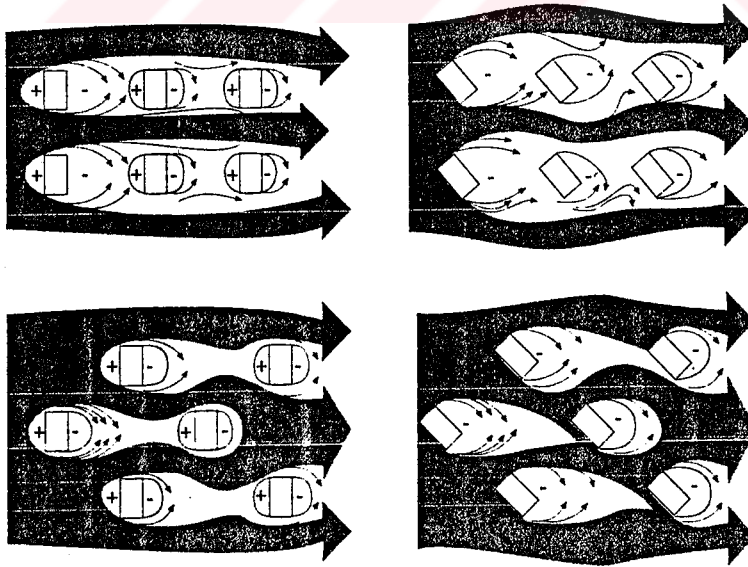
#### 2.2.4. Rüzgar Etkisi

Rüzgar, yapı yüzeyini soğutarak ve yapı içine sızarak yapı içi konfor düzeyini olumsuz yönde etkiler ve enerji sarfiyatına sebep olur. Yerleşim planı ve peysajda yapılacak düzenlemelerle rüzgardan korunma yapı içine hava sızmasını önleyeceği gibi ısı kaybını da önler. Düz bir yüzeyle karşılaştırıldığında rüzgara karşı korunmuş bir yüzeyde hava ve toprak sıcaklığının arttığı görülür.

Şehirleşmiş kentler rüzgardan bitişik binalar ve peysaj elemanları sayesinde korunur. Ancak şehir dışındaki meskenler rüzgarla başbaşadır.

Binalarda rüzgar etkisini azaltmak için bina aralarında uzun ve kesintisiz pasajlar ve küçük açıklıklar yerine gayrimunatazam ve eşyükseklikte bir yerleşim planı tercih edilmelidir. Soğuk rüzgarlara karşı kuzey yönü engeller vasıtasıyla korunmalıdır. yeryüzeyindeki rüzgar kanallaşmasını önlemek amacıyla olgun ağaçlarla birlikte bodur bitkiler de kullanılmalıdır.

Rüzgar hızının azaltılması koruyucu bariyerin yüksekliğine, genişliğine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişir. (Şekil 2.5) [Yannas S., 1994]



Şekil 2.5. Rüzgarın konut yerleşimi içindeki hareketi.

### 2.2.5. Topoğrafya Etkisi

Yeryüzünün jeolojik yapısı yüzeydeki topoğrafik verileri belirler. Enerji verimli dizayn anlayışı ile topoğrafik olarak kuzeye bakan eğim istenmeyen ölçüde gölgelenme ve rüzgar etkisine sebep olur. Bu etkiyi azaltabilmek için yeşillendirme sık ve binalar arası mesafeler geniş tutulmalıdır. Topoğrafik olarak güneye bakan bir eğimde ise günışınımı kazanımı düz yeryüzeyine oranla daha fazla olacağından binalar arası mesafeler gölgelenmeye mahal vermemek kaydıyla azaltılabilir. [Yannas S., 1994]

### 2.2.6. Peysaj

Ağaçlar ve diğer bitkiler güneş ışıınımlarını, rüzgarı, hava kirliliğini, gürültü ve hava ısınıını düşürücü; nem oranını arttırıcı özelliğe sahiptir. Güney cephesinde konumlandırılan 5 - 10 m. yükseklikteki yaprakdöken ağaçlar yazın güneşin zararlı ışıınımlarını gölgeleyici nitelikte iken kışın yaprakları döküldüğünde güneş ışıınımlarını geçirerek bina yüzeyinde ve saydam yüzeylerden geçerek bina içinde ısı kazancı sağlarlar. Kuzey cephesinde konumlandırılan yaprak dökmeyen ağaçlar sert rüzgarlara karşı bariyer oluşturmasıyla bina kabuğundaki ısı kaybını minimize edici niteliktedir.

Toprak özellikleri, yapının toprakla temaslı yüzeylerinden değişen oranlarda ısı kaybına neden olabilir. Toprağın nemli ve kompakt olması toprakla temaslı bina yüzeylerinde ekstra izolasyon kullanımını gerektirir. Böyle yüzeylerde kuru kumlu toprak kullanılması ısı ışıınımları kolay geçirmesi ve nem tutmaması açısından tercih edilir. [Yannas S., 1994]

### 2.2.7. Çevresel Yerleşim

Binanın konumlandırılacağı arsanın çevresel yerleşim verileri dizayn aşamasında önemli kriterlerden biridir. Yüksek yoğunluklu bir yerleşim güneş ışıınlarının yapı

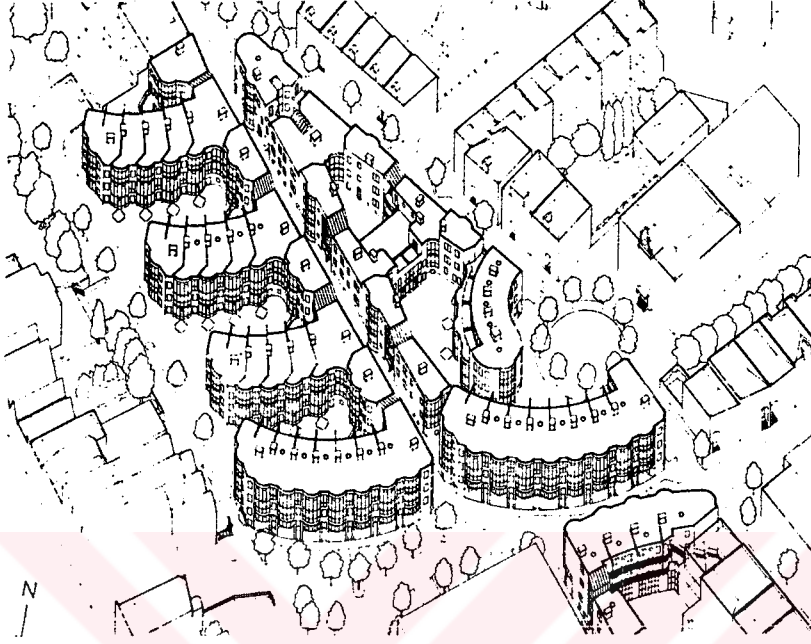
yüzeylerine ulaşmasında belirleyici bir niteliktir. Yoğunluğu az olan yerleşimlerde veya kıyı ve tepe yerleşimlerinde rüzgar ve güneş için bazı önlemler almak gereklidir. İngiltere İmar Yönetmeliklerine göre ideal mesken yoğunluğu hektar başına 25-35 mesken olarak kabul edilir. Hektar başına 40-80 mesken ihtiva eden yerleşimler yoğun bölge sınıfına girer. Yoğun yerleşimlerde güneş ışıınımlarından maksimum oranda faydalanabilmek için çatı pencereleri sıkça kullanılan bir yöntemdir. [Yannas S., 1994]

#### 2.2.8. Oryantasyon

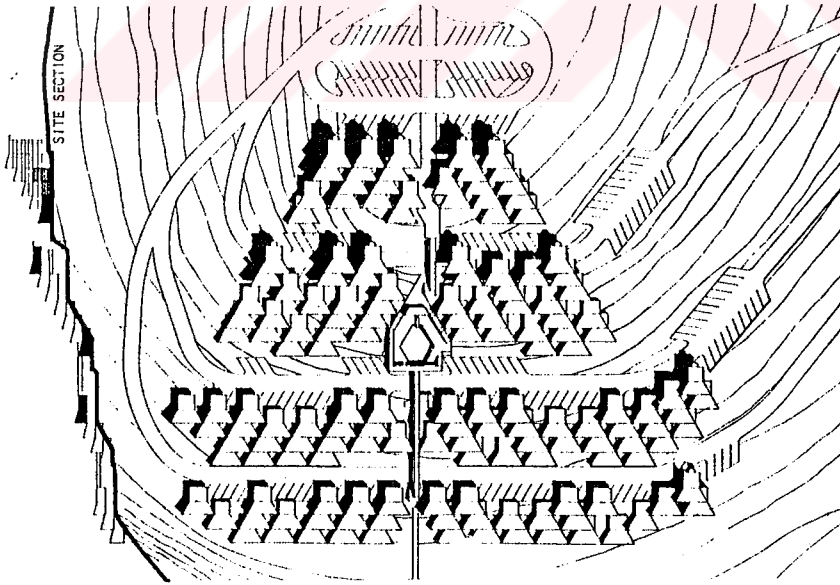
Yapı yüzeylerine gün boyunca ulaşan güneş ışıınımlarının miktarı yapının içinde yer aldığı bölgenin bulunduğu enleme ve iklimsel koşullarına göre değişir. Örneğin yapıların kuzey cephelerine sadece yazları açık havada, gündeğümü ve günbatımında bir miktar güneş ışıınımları direkt olarak ulaşır. Diğer tüm vakitlerde kuzey cephesine yayınlık ve yansımlık ışıınımlar ulaşır. Dolayısıyla kuzey cephesinde, güneş ışıınımdan kayda değer kazanımlar sağlanamaz. Diğer yandan güney cephesine yılın dört mevsimi direkt güneş ışıınımları ile birlikte büyük oranda yayınlık ve yansımlık güneş ışıınımları ulaşır. Isı ihtiyacının en çok olduğu kış aylarında güney cephesinin güneş ışıınımlarından faydalanmada en verimli cephe olmasıyla birlikte, ısı ihtiyacının en az olduğu yaz aylarında güneş ışıınımları rahatsız edici nitelikte olabilir. Bu sebeple hacimleri ısıtmada faydalanılan güneş ışıınımlarının dağılımı, camekanların farklı cephelere nasıl dağıtıldığına bağlıdır. [Yannas S., 1994]

İnsan yararına dönük ilk öğütlerden birini Xenophon (İ.Ö. 430-354) evlerimizin güney yanını, kış güneşini alabilmek için daha yüksek yapmalıyız diyerek vermiştir (Y. Mimar Aydın Boysan). Güney cephesi yıl boyunca diğer yönlerle göre daha uygun güneş ışıınımları dağılımına sahiptir. Yapı yüzeyindeki toplam pencere alanının kat alanına oranı arttıkça ve yapı kabuğı ne kadar yüksek seviyede ısı yalıtımıyla yalıtılırsa yapı içi hacimlerde ısı kazancı o oranda artar. Güney yönünden 25° doğu ve batı aralıklarındaki konumlanma güneş ışıınımları açısından en verimli yöndür. Ancak tüm yapıları güney doğrultusunda yönlendirmek her zaman mümkün değildir. Bu; arsa ebatları veya topoğrafyası, manzara, ulaşım, güvenlik veya gürültü dolayısıyla

yapılamayabilir. Böyle bir durumda yapıyı güneye doğru yönlendirmenin avantaj ve dezavantajları değerlendirilerek ağırlıklı olan tercih doğrultusunda yapı konumlandırılır. (Şekil 2.6 ve 2.7)



Şekil 2.6. Norveç'ten başarılı bir oryantasyon örneği. [Yannas S., 1994]



Şekil 2.7. Fransa'dan başarılı bir oryantasyon örneği. [L'architecture D'aujourd'hui, 19977]

## 2.3. Yapı Planı Dizayn Kriterleri

### 2.3.1. Bina Formu

Form, binanın biçimi ve dış görünümünü ifade eder. Enerji verimliliği açısından form, duvar uzunluğu, mekan alanı, yapı yüksekliği, pencere biçimi ve estetik etkidir. Yapı hacimlerinde ki kompaktlık enerji verimliliğinde en önemli ölçütlerden biridir. Bina formu kompaktlık, plan biçimi, oryantasyon ve zonlama gibi pek çok kritere bağlı olmasıyla birlikte form bahsi içinde binanın kütsel biçimi ve saydamlık oranları değerlendirilmektedir. [Yannas S., 1994]

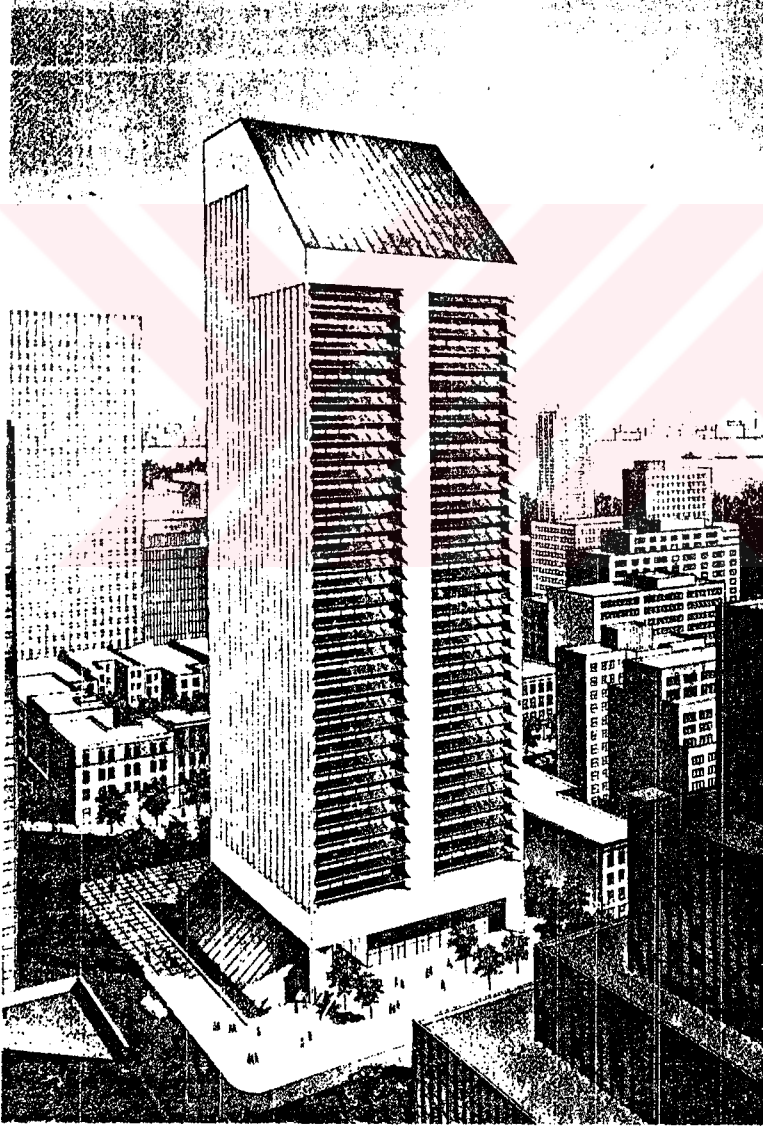
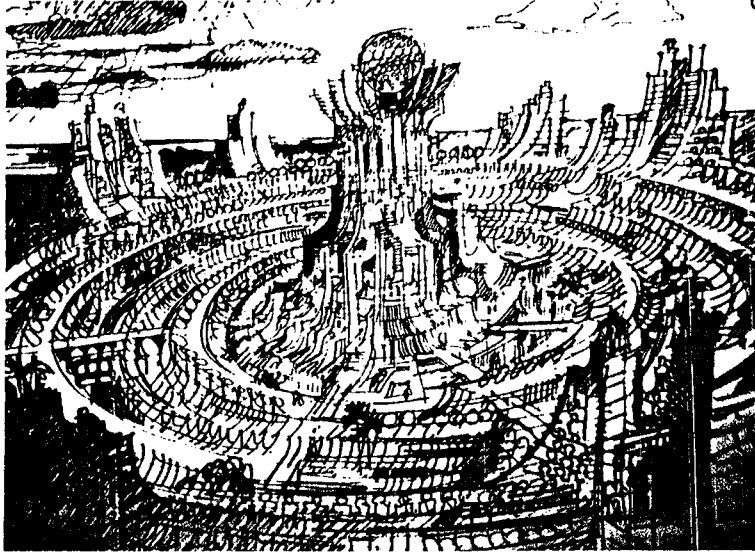
Bina cephesindeki cam yüzeyler, çatı camlarından daha az ısı kaybına neden olur. Güney fasadından ise geniş açıklıklar mevsim şartlarına göre fazla ısıya sebep olabileceğinden soğutma esnasında enerji sarfiyatına sebep olur.

Isı kazanımları renk faktörü ile de kontrol edilebilir. Koyu renkler ışığı emici, açık renkler ışığı yansıtıcı niteliktedir.

Binanın estetik kabul edilebilirliği ve stili yerel yapı inşaa gelenekleri ve sosyal kültürle de ilişkilidir. Aktif güneş sistemleri yapıyla dikkatli entegrasyonu gerektirir. Düşük enerji anlayışıyla zaman içinde pek çok deneysel form geliştirilmiştir. (Şekil 2.8.)[Boysan A., 1978]

Çoğunlukla mesken tipleri yapı formu açısından kat adetlerine ve bağımsızlık derecelerine göre iki parametreye ayrılır. Çok katlı bir binanın bir katında gerçekleşen ortalama ısı kaybı tek katlı bir binaninkinden daha az olur. Bitişik nizam yapılarında ise dört yanı açık binalara göre daha az ısı kaybı gerçekleşir.

Ebat biçim ve fonksiyon açısından yapının tasarlanması, yapı, insan ihtiyaçları ve enerji konuları arasında ki basit ilişkileri anlamayı içerir.



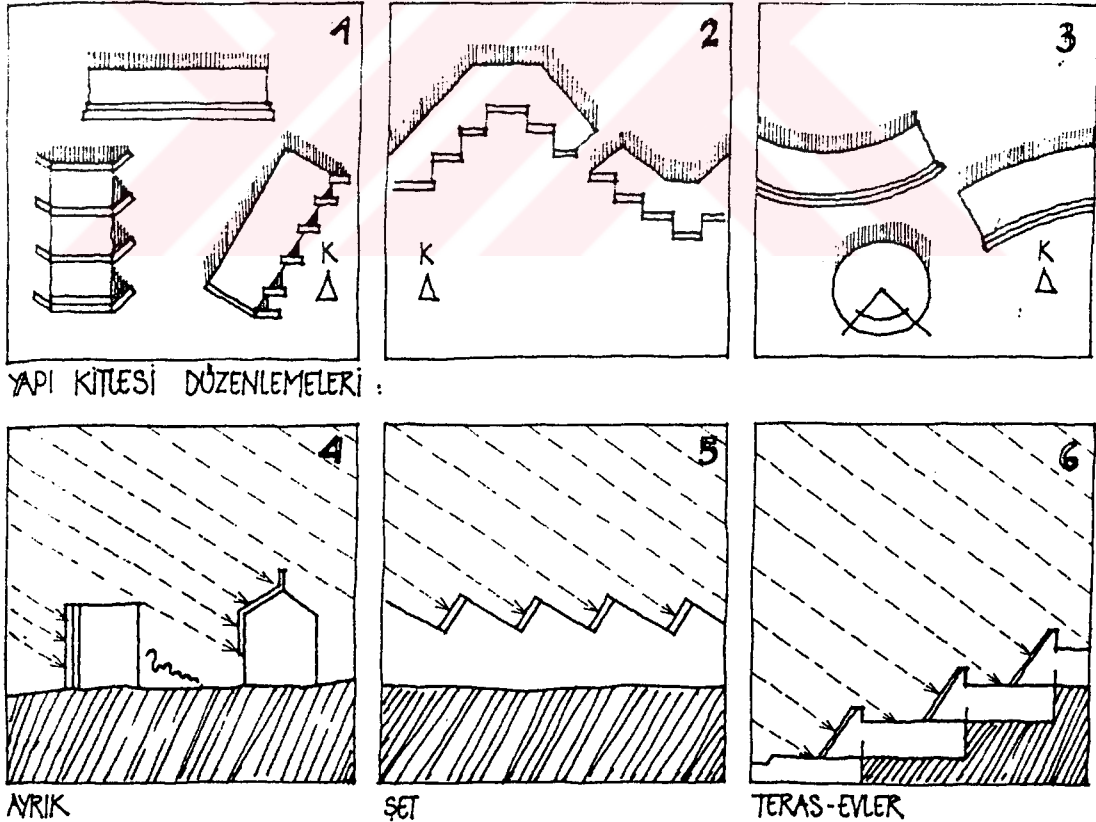
Şekil 2.8. Düşük Enerji anlayışıyla deneysel tasarımlar.

### 2.3.2. Plan Biçimi

Bina planı, iç kullanım alanlarının düzenlenmesi, hacimlerin kullanım ilişkileri içinde sıralanmasıdır. Enerji verimliliği açısından oda pozisyonunun ısı kazanımları ve kayıpları bakımından birbiri içindeki ilişkisi en önemli faktördür.

Örneğin kuzeyde konumlandırılan ve ısıtılmayan hacimler, güney cephesinde konumlandırılan ısıtılmış hacimlere ısıl tampon etkisi yapar. Hava sirkülasyonu kesilmiş bir merdiven boşluğu ısıtılmış zemin kat havası ile ısıtılmamış 1. kat havasının karışmasını önleyerek enerji tasarrufu sağlar.

Isıya ve ışığa ihtiyaç duyulan yaşama mekanlarının güneyde konumlandırılması, sabah kullanılan hacimlerin güneşli ve güneşliğinden maksimum faydalanabilmesi için doğu yönünde konumlandırılması yapı maliyetini düşürür. Şekil 2.9'da Aydın Boysan'ın kaleminden plan düzenlemeleri ve örnekler yer verilmiştir.



Şekil 2.9. Aydın Boysan'ın kaleminden uygun plan biçimleri.

'U' tipi, 'L' tipi ve diğer parçalı yapı formları güvenlik sağlamak ve iç avlu oluşturabilmek için tercih edilir. Bu tipteki yapılar kimi zaman istenmeyen gölgelenme düzeylerine sebep olabilir. Ancak güneşe göre dikkatli bir konumlandırma ile yapı kabuğunun istenen oranda günışığı alması sağlanabilir. Yapı iç avlusunun güneye doğru yönlendirilmesi ısıtım kazanımını arttıracak gibi yapı kuzeyden esen sert rüzgarlara karşı da korunacaktır.

#### 2.3.3. Kompaktık

Genel bir kural olarak bir hacmi çevreleyen kabuk alanı ne ölçüde küçük olursa, ısı kaybı o oranda azalır. Kabuk alanı fazla olan bir yapı izolasyon malzemeleri ile izole edilse bile birleşim noktalarının iyi detaylandırılması ve doğru uygulanması zarureti malzeme miktarındaki artışla maliyet artışına sebep olacaktır. Kompakt bir yapıda uzun vadede bakım onarım kolaylığı da sağlanmış olur.

#### 2.3.4. Oda Geometrisi

Bir odaya erişen güneş ısıtımlarının oda içi konstrüksiyon ve tefriş elemanları tarafından hangi oranda tutulduğu, oda yüzeylerinin yansıtılma özelliklerine ve camlık yüzeylerin döşeme alanı ile arasındaki oransal ilişkiye bağlıdır. Örneğin pencere ve döşeme alanı oranının %15 ve döşeme yansıtma oranının %15 olduğu durumda oda içindeki güneş enerjisi kaybı % 5 - % 10 arasındadır.

Farklı yüzey renkleri ve camekan - döşeme alanı oranlarına göre güneş ısıtımlarının emilme ve yansıtma oranları şekil 6.11 de özetlenmiştir. İmar yönetmeliklerine göre, saydam yüzey ve hacim alanı arasındaki oran, ısıtım kazanım olarak minimum ve ısıtım kontrol olarak maksimum %15 olması en uygun oran olarak kabul edilmiştir. [Yannas S., 1994]

### 2.3.5. Zonlama

Odalar arasında ki sıcaklık farklılığı arttıkça hem ısı kaybında artış olur hem de ısı konforu azalır. Bu durumu engellemek için iç planlamada odaları azalan veya artan ısı değerleri birbirini izler şekilde konumlandırmak gerekir. Kuzeyden güneye doğru ısı artışına göre konumlandırma ısı konforu artırır.

Güneş ısı kazanımları dışında manzara, mülkiyet, güvenlik, mahremiyet gibi faktörler de yapı içi oryantasyonu etkiler. Bu kriterlerden bazıları vaziyet planı içinde gözönüne alınır. Güneş ışınlamaları, yaşama mekanları ve yatak odaları, yemek pişirme ve diğer ev işlerinden doğal olarak ısı sağlayan mutfığa göre daha önemlidir.

Yaşama ve yemek odaları diğer odalara oranla en yüksek ısı ihtiyacının olduğu mahallerdir. Yatak odaları, çocuk ve yaşlı odaları günboyu ısı ihtiyacı gibi kullanıcı özelliklerine göre farklı niteliklerde günışığı ihtiyacı gösterir. Işık açısından banyolar genelde ihmal edilen ve yapının karanlık bölgelerinde yer alan mahallerdir. TBMMO Makine Mühendisleri Odasının verilerine göre banyolar, ortalama 26° ile ısı açıdan sıcak olması gereken hacimlerdir.

Yapının güney fasadında konumlandırılmış bir sera çoğu zaman güneş kolektörü gibi davranır. Kuzey fasadına yerleştirilen yoğun sirkülasyon alanları, kapalı garaj ve servis hacimleri soğuk kesici bir tampon niteliğindedir.

Yapılarda ısıtılmayan hacimlerle termal tampon bölge oluşturma ısı kaybını azaltma yollarından biridir.

Ser etkisi yapan hacimler, garajlar ve yoğun sirkülasyonun olduğu lobi ve koridorlar genellikle ısıtılmayan hacimler olup yapı kabuğu ile dış hava arasında termal tampon etkisi yaparlar. Tampon hacim, bitişik olduğu ısıtılmış hacmin

duvarlarından aldığı ısı ile dış havadan sıcak olma eğilimindedir. Dolayısı ile ısı yalıtımının tampon bölge yokmuş gibi döşenmesi gerekir.

#### 2.3.6. Bina İçi Güneş Işınımı Kazanımı

Saydam yüzeylerden güneş ışınlamalarının geçiş süreci, güneş ışınlamalarının iç hacimde ısıya dönüşümü ve güneş ışınlamalarının opak yüzeylerde depolanarak ısı şeklinde iç hacimlere iletilmesi olarak iki şekilde gerçekleşir. Hacim içinde yansıyan ışınlamalar ve direkt ışınlamaları emen opak elemanların ısıyı iletim yoluyla diğer hacim ve elemanlara taşınmalarıyla ısı akışı iç hacimlere doğru devam eder. Işınlamaları emerek depolayan opak elemanlar ve yapı içi tefrişat direkt güneş ışınlamalarındaki ani azalmada depoladıkları ısıyı geri yayarak iç ısı dengeyi sağlarlar. İç hacimlerin ısı kazanımları yapının ısı kaybı özellikleri, geometrisi ve rengi gibi diğer fiziksel özelliklerine bağlıdır.

İç ısı kazanımlarının kaynakları arasında bina sakinlerinin faaliyetleri, bina içi ekipmanların kullanımı ve aydınlatma armatürleri sayılabilir. İç ısı kazanımları dış ısı kazanımları ile birleştiğinde istenmeyen ısı düzeyleri oluşabilir. Bu sebeple yapı içi ısı düzeyinin mevsimlere göre ve iç kazanımlar gözönüne alınarak hesaplanması gerekmektedir.

#### 2.3.7. Aydınlatma

Bina içi aydınlatma sistemleri doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çalışma ortamı ve sağlık için günışığı her zaman tercih edilen aydınlatma kaynağı olmuştur. Ancak binaların içinde günışığının erişme mesafesi sınırlıdır. Normal yükseklikte ve normal saydamlık oranına sahip bir binada günışığı pencerenin ancak 6-7 m ötesine erişebilir. Günışığını binanın daha iç kısımlarına ulaştırmak için quartz yansıtıcılar ve halografik difüzyon strüktürlü ince filmler gibi teknolojik yöntemler kullanılsa da bir günışığı binasının 15 m'den geniş olmamasında fayda vardır. Günışığı binada yıllık 1500 iş saati enerji tasarrufu sağlar. Bu tasarruf m<sup>2</sup> başına 30kWsaat olup elektrik enerjisi kullanılıyorsa yıllık m<sup>2</sup> başına bir ağaç

kapasitesine eşdeğerde 35 kg CO<sub>2</sub> korunumu sağlar. Yapay aydınlatma, günışığını tamamlamak üzere kullanılmalıdır. Yapay aydınlatmada kullanılan aydınlatma elemanları geniş bir ışık tayfına sahip olmalı ve ışık yayma verimlilikleri yansıtıcı armatürlerle desteklenmeli ancak görsel açıdan rahatsız edici orandaki parlaklık düzeyleri önlenmelidir.

## **2.4. Yapı Bileşenleri**

Yapının yaşam evresi farklı sistemlerle entegrasyon halinde sürer. Bu sebeple yapının performansını koruyabilmesi aktif ve pasif sistemlerin kullanım kolaylığına bağlıdır. Yapıya entegre edilmiş alt sistemlerin uygunluğu, bakım ve onarım kolaylığı, şartlara göre değişebilirliği yaşam süreci boyunca hedeflenen performansın sınırlarını sağlamada en önemli faktörlerdir.

### **2.4.1. Konstrüksiyon Özellikleri**

Konstrüksiyon binanın inşaa sürecidir. Malzemeler yapının konstrüksiyon bileşenleridir. Yapıda enerji verimliliğine göre malzeme seçimi, bileşenlerinin uygunluğuna, işlevini yerine getirme kabiliyetine ve toplam enerji maliyetlerine bağlıdır. Bu sebeple yapının konstrüktif bileşenlerini seçerken tüm teknik niteliklerinin yanısıra ısı verimlilikleri de gözönüne alınmalıdır.

Strüktür binanın taşıyıcı sistemidir. Strüktürün ağırlığı ve biçimi, ısı performansı etkiler. İnce tuğla duvar ve iç ahşap bölücüler, kalın tuğla duvar ve beton döşemelere göre daha az ısı depolar. Ağır strüktür, iklimsel performans açısından her zaman tercih edilir.

Bina yapımı esnasında yapı bileşenlerinin seçilmesi konusunda ekolojik yapı bileşenleri ve yüksek teknoloji ürünü yapı bileşenleri gibi farklı görüşler mevcuttur. endüstriyel yapı bileşenlerinin üretimi esnasında büyük oranda enerji kullanılmaktadır. Üretim esnasındaki enerji tüketimi dışında, malzemelerin paketlenmesi ve taşınması gibi ek

eylemler için de enerji tüketimi söz konusudur. Tablo 2.7.'de yapı bileşenlerinin üretimi esnasında harcanan ortalama enerji miktarını göstermektedir. [Minke G., 1989]

Tablo 2.7. Yapı bileşenleri üretim aşaması enerji tüketimi

| Malzeme        | kwh/m <sup>3</sup> | kwh/kg. |
|----------------|--------------------|---------|
| Deliksiz Tuğla | 1140               |         |
| Delikli Tuğla  | 590                |         |
| Çimento        |                    | 1       |
| Beton          | 500                |         |
| Prekast Beton  | 800                |         |
| Balçık         | 10                 |         |
| Mineral Yün    | 100                | 5       |
| Camyünü        | 150                | 5       |
| Polyester Yün  | 470                | 19      |
| Cam Levha      | 15000              | 6       |
| Çelik Levha    | 6100               | 7.7     |
| Al. Levha      | 195000             | 72.5    |
| PVC            | 12800              | 9.5     |

8000 yıllık geçmişe sahip kil ve kilden üretilmiş blok, sıva gibi malzemeleri bünyesel özellikleri ve iç iklimi olan katkısı ile enerji tüketimini ve bunun sonucunda maliyet ve çevre kirliliğini azaltıcı nitelikteki yapı bileşenlerini kullanmakla beraber, uzun ömürlü, yüksek performanslı ve kolay kontrol edilebilir yüksek teknoloji ürünü yapı bileşenleri malzeme seçiminde binadan beklenen amaçlar doğrultusunda seçilmelidir.

#### 2.4.2. Duvarlar

Duvarlar yapı yüzeyleri içinde büyük miktarda ısı kaybının gerçekleştiği bileşenlerdir. Duvarlarda ısı kaybı kondüksiyon ve infiltrasyonla gerçekleşir. Isı kayıplarını

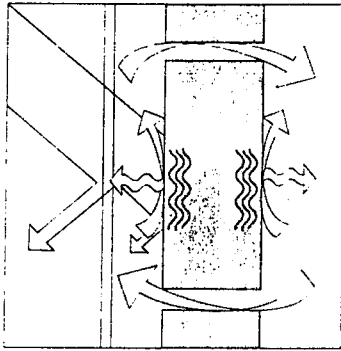
önlemek için duvarlar arasında yalıtım kullanılması, veya duvarların iç ve/veya dış yüzeylerinin yalıtım malzemesi ile kaplanması en sık kullanılan yöntemlerdir. Duvar bileşenlerini seçerken gözenekli malzemeler yüksek performansları nedeniyle tercih edilmelidir. Sıva duvarlarda infiltrasyonu engelleyen en önemli bileşendir. Duvarlarda ısı kaybını kontrol ederken ısı kazanımı sağlamak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Bir dış duvarın dışına camekan eklenmesiyle güneş ışınlamaları iki cidar arasında zaptedilerek duvar yüzeyinde ki ısı taşınım ce ısı ışınlam kayıpları önlenir. Camekan ardında ki duvar koyu renge boyandığında ısı ışınlamaları emecek ve ısı halinde iç hacme iletecektir. Akdeniz gibi güneşli iklim bölgelerinde bu yöntem duvarlar arasında ki kanallar yardımı ile taşınarak doğal ısıtma sistemi gibi işleyebilir. Bulutlu iklimlerde kanallar içindeki sıcaklık ısı kaybını önleyecek nitelikte olmayabilir.

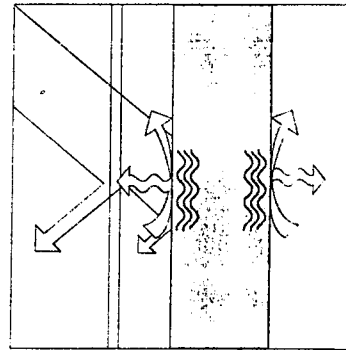
Cam kaplı duvar prensiplerine göre aşağıdaki örnekler emici madde, ısı depolama ve dağıtım fonksiyonlarına göre değişim gösterir. [Yannas S., 1994]

Trombe-Michel duvarı; izole edilmemiş bir duvarda ısı depolama ve taşıma işlemini, doğal taşınım yoluyla birleştirir. (Şekil 2.10.)

Kütlesel duvar; ısı taşınımını engelleyerek ısının sadece kütlesi içinde yayar. (Şekil 2.11.)



Şekil 2.10. Trombe Michel duvarı.

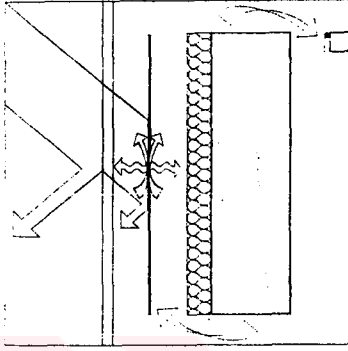


Şekil 2.11. Kütlesel Duvar

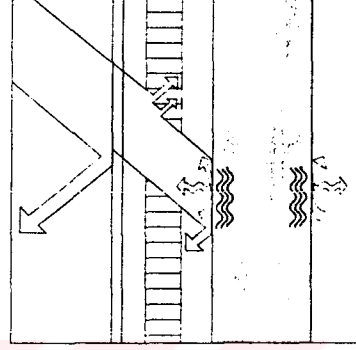
Termosifon hava paneli (TAV); duvardan ayrı olarak metal emici ihtiva eder ve doğal taşınım yoluyla döşeme ve tavan arasındaki kanallarla ısı dağılımını sağlar.

(Şekil 2.12.)

Saydam izolasyon malzemesi (TIM); cam ve yoğun bir duvar arasına yerleştirilmesi, ısı ışınımının duvara taşınmasını ve duvar tarafından emilmesini sağlayarak ısı kaybını önler. (Şekil 2.13.)



Şekil 2.12. Termosifon Hava Paneli



Şekil 2.13. Saydam İzolasyonlu Duvar

Trombe-Michel duvarı ve kütleli duvar örnekleri izolasyon eksiklikleri, ana işlevlerinin ısı depolama ve geri ödeme sürelerinin uzun olmasından dolayı tercih edilmemektedir. Termosifon hava paneli ve saydam izolasyon malzemeli duvarlar yüksek performansları ve seri üretim imkanları dolayısıyla tercih edilmekte ve 1970 yılından beri çeşitli ülkelerde uygulanmaktadır.

#### 2.4.3. Döşemeler

Yerle temaslı döşemelerde ısı kaybı özellikle döşemenin malzemesine ebadına ve zemin özelliklerine bağlıdır. Döşemenin yalıtılması ısı kaybını önlemek ve konforsuz hava devinimini önlemek için iyi bir çözümdür. Ara kat döşemelerindeki ısı transferi döşemenin kalınlığına ve malzemesine bağlıdır. Isı kaybı genellikle çatlaklardan ve köşe noktalarından kaynaklanır.

Ülkemizde döşemelerde kullanılan ısı yalıtım malzemelerine henüz gereken önem verilmemektedir. Oysa ülkemizde münferit ısıtma aygıtlarıyla donanmış birçok bina bulunmakta ve katlar arasında konforu olumsuz yönde etkileyen ısı akışı gerçekleşmektedir.

#### 2.4.4. Pencereleler

Güneş ışığı ihtiyacını karşılamak, güneş ışınlamalarından faydalanmak, dış çevreyle görsel ilişki kurmak doğal havalandırma ve yangın durumunda acil çıkışı sağlamak pencerelerin başlıca fonksiyonları arasındadır. Pencerelerin yapı içi enerji balansını sağlaması için kullanılan malzemelerin ısı geçirgenlik performansı, pencere alanlarının bulunduğu hacmin döşeme alanına oranı, hangi cephelerde ne oranda yer aldığı, ne ölçüde gölgelendiği dikkat edilmesi gereken başlıca kriterlerdir. Bina fasadlarının gölge altında kalması durumunda çatı penceresi kullanmak iyileştirici etki sağlayabilir.

Saydam alanlarda ısı kaybı konveksiyon ve radyasyon yoluyla olur. Camın tek başına ısı kaybını önlemede hiç bir etkisi yoktur. Saydam alan elemanlarında ısı kaybı miktarı rüzgar etkisine, saydam tabaka adedine, saydam alanın malzeme özelliklerine, çerçevenin ebat ve biçimine, gece izolasyonuna, saydam alan miktarına ve iç - dış ısı farklılığına göre değişim gösterir.

Tekil camın ısı geçirgenlik katsayısı yaklaşık olarak  $5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dır. Hava boşluklu duble camın ısı geçirgenlik katsayısı  $3.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dır. Arası 20 mm eurojel (silikon) doldurulmuş çift camın ısı geçirgenlik katsayısı camın yayma özelliğine göre  $0.5-1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Tekniğin ilerlemesi ile saydam yüzeylerin ısı geçirgenliği azalmakta, yani performansı artmaktadır. [Yannas S., 1994]

Camın ısı yayma yayma özelliği son derece yüksektir ( $e=0.9$ ). Cam düşük yayıcı bir metalle giydirildiğinde camın ısı geçirgenlik katsayısı %50 azalır.

Pencerelerden ısı kaybı, doğrama, cam ve derzlerden oluşmaktadır. Doğramalar ısı geçirgenliğinde saydam alanların en zayıf bileşenleridir. Doğrama malzemesinin yalıtkan olması kayıpları azaltmaktadır. Ahşap ve vinil elemanlar çelik ve alüminyum elemanlara göre daha yüksek performansa sahiptir. Camın tek satıhtan, iki veya üç satıha çıkarılması ve satırlar arası yalıtım özelliğinin artırılması önemli bir tasarruf sağlamaktadır. Özellikle kış geceleri ısıtılan iç hacim ve dış hava arasında ki sıcaklık farkının artması camcamlardan ısı kaybını artırır. Camlardan ısı kaybını azaltmak için perde, stor, kepenk, panjur gibi elemanlarla gece ek bir izolasyon tabakası oluşturulabilir. Kimi binalarda izolasyon takviyeli kepenk ve panjurlar güvenlik işlevini de yerine getirmektedir. İnfiltrasyon yoluyla ısı kaybı kimi zaman pencerelerden ısı kaybının yarısına ulaşmaktadır. Bunu engellemek için derzler contalar vasıtasıyla sıkıştırılarak ısı kayıpları önenebilir. [Keskinel F., 1995]

Pencerelerden ortalama ısı kaybı, tek katlı binalarda ortalama %33, çok katlı binalarda ise ortalama %47 civarındadır. Kentlerimizdeki konut türleri genelde çok katlı, bitişik nizam şeklindedir. Türkiye ortalaması olarak ısı kaybı %40 alındığında, 1990 yılında 6 TEP (Çeşitli enerji türleri milyon ton petrol eşdeğeri) enerjinin pencerelerden ısı kayıplarının karşılanmasında tüketildiği söylenebilir. Bu parasal değer olarak 1990 fiyatları ile, pencerelerden 1 Milyar \$ mertebesinde ısı kaybı olduğu anlamındadır. Nitelikli bir pencerenin, standart bir pencerenin ilk yatırım maliyetine farkı, sağladığı kazanımlar gözönüne alındığında 4-5 yıl içinde maliyet farkını geri döndürür. [Keskinel F., 1995]

#### 2.4.5. Kapılar

Kapılar bina dışında giriş ve çıkış, odalar arasında geçiş amacıyla kullanılan noktalardır. Kapılar; ahşap, metal, cam, plastik ve bu malzemelerin kombinasyonu gibi farklı gereçlerden imal edilmiş olabilir.

Kapı kanatları ile kasası arasından sızan ısı dolayısıyla oluşan ısı kaybı, kapının kendisinden kaynaklanan ısı kaybından daha önemlidir. İzole edilmiş kapılar eğer iyi detaylandırılmış ve uygulanmışsa etkilidir.

Kapılar açıldığında ısı kaybını minimize etmek için kapılar hakim rüzgara karşı konumlandırılmamalı veya kapı önü bir engel vasıtasıyla rüzgardan korunmalıdır.

#### 2.4.6. Çatılar

Çatılar, binayı yağışa karşı örten, rüzgara karşı koruyan ve bina içi ile dışı arasındaki ısı değişimini engelleyen, binaların en üst yüzeyleridir. Çatılar, ahşap, metal ve betonarme gibi çeşitli taşıyıcı sistemlerle ve ahşap, metal, plastik ve kiremit gibi farklı kaplama malzemeleri ile örtülebilir.

Isı akışı çoğunlukla kondüksiyon ve parçacıklar arasındaki boşluklardan infiltrasyon yoluyla gerçekleşir. Isı kaybı çatı örtüsü altına izolasyon uygulanması ile kontrol edilebilir. Teras çatılarda izolasyon sıcaklık ve soğukluk kriterine göre içte veya dışta olabilir. Buğuyu önlemek için izolasyonla diğer yüzeyler arasında oluşan kanallarda vantilasyon sağlamak gereklidir. [Yannas S., 1994]

Çatılar aynı zamanda ısı kazanım aracıdır. Günboyu güneş ışınlamalarını toplayarak kondüksiyon yoluyla yapı içine ileten kiremit gibi çatı örtüleri kullanılarak ve ısınan havayı kanallar vasıtasıyla diğer hacimlere ulaştırarak doğal ısı kazanımları sağlanır.

Çatı eğimleri, yapının içinde yer alacağı iklimsel verilerden büyük oranda etkilenir. Kuzey ülkelerinde yağmur ve karı çatıdan en kısa sürede uzaklaştırabilmek için çatıya 60° eğim verilirken, ılıman iklim kuşağında yer alan ülkemizde çatı eğimleri ortalama 21° olarak düzenlenmektedir. Batı Almanya'da çatı eğimleri, güneş ışınlamalarından maksimum oranda yararlanabilmek için güney cephesinde genellikle 45° ve kuzey cephesinde minimumda tutulmak kaydıyla düzenlenmektedir. Güney cephesindeki

45°'lik eğim güneş kolektörlerinden maksimum verim alabilmek için en uygun açıdır. [Herdel C., 1994]

Çatılardan doğal ısı kazanımı sağlamak için çatı kolektörleri gibi çeşitli uygulamalar mevcuttur. Çatı kolektörü, çatı eğiminin güneye bakan yüzeyinin bir kısmı veya tümünün camla kaplanarak ısı ışınımının toplanması ve çatı arasında emilmesi ile oluşan ısı fanlar yardımıyla odalara dağıtılmasıdır. Çift cidarlı polikarbonat bu uygulamada en sık kullanılan malzemedir. Çatılar duvar ve pencerelere oranla gölgelenmeye daha az maruz kalırlar. Ayrıca eğimli çatılara yıl boyunca ulaşan ısı ışınım miktarı, dik düzlemlere oranla çok daha fazladır. Çatı kolektörleri güneş enerjisinden yüksek verim sağlarken, sadece çatı kaplama malzemesinin değiştirilmesinden kaynaklanan cüzi fiyat artışı avantajları olmakla beraber küçük konutlarda bakım maliyetleri yüksektir.

#### 2.4.7. Güneş Kolektörleri

Üzerlerine düşen direkt, yaygın ve yansıtılmış güneş radyasyonlarını ısı enerjisine dönüştüren kolektörler, düzlemsel ve odaklayıcı kolektörler olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Düzlemsel kolektörler, yutucu yüzeyle eş alanda bir saydam açıklıktan oluşur. Bu saydam açıklık güneşin kısa dalga radyasyonlarını kolayca geçirerek yutucunun üzerine düşmesini sağlar, buna karşılık yutucu ile aradaki hava tabakasının konveksiyon ve uzun dalga radyasyonla ısı kayıplarını önler. Düzlemsel kolektörler çeşit yönünden çok zengin olmakla beraber genel özellikleri açısından havalı ve sulu kolektörler olmak üzere ikiye ayrılır. Verimlilikleri %15 ile %60 arasında değişebilmekte ve max. sıcaklık 65-93°C'a dek ulaşabilmektedir. [Öko Und Bau, 1994]

Odaklayıcı toplayıcılarda yutucu alan güneş radyasyonlarının geldiği açıklık alanından daha küçüktür. Geniş bir alana düşen radyasyonlar yansıtılarak yutucu üzerinde

yoğunlaştırılır. Verimlilikleri %38 ile %50 arasında değişebilmekte ve max. sıcaklık 175°C'a dek ulaşabilmektedir. [Moltay İ. H., 1978]

Yeterli düzeyde güneş radyasyonunun toplayıcılara ancak kesintili olarak ulaşması nedeniyle, güneşsel enerjinin gereksinim fazlası olduğu gün ve saatlerde depolanıp saklanması, gerektiğinde hacimlerin ısıtılması ve soğutulması için yararlanılması zorunludur. Güneş radyasyonlarından elde edilen ısı enerjisi ısı yalıtımı sağlanmış çakıl taşları, su gibi ısı kapasitesi görece olarak yüksek ortamların sıcaklıklarını artırarak depolanabileceği gibi, çeşitli tuzlar kullanılarak kimyasal yada fiziko-kimyasal reaksiyonlar yoluyla da depolanabilir. Elde edilen ısı sıcak hava kanalları ile doğrudan veya sıcak sulu borularla ısı yayıcı elemanlara iletilerek hacim ısıtmasında veya ısıtılan su depolanarak sıcak su gereksiniminde kullanılabilir.

Kollektörler binadan ayrı, binaya eklenmiş yada binayla bütünleşmiş biçimlerde yerleştirilebilirler. Kollektörün tipi, boyutları, iklimsel etkenler, çevrenin bitki örtüsü, hava durumu, kollektörün yönlenmesi ve eğimi yerleştirmede dikkate alınacak kriterlerdir.

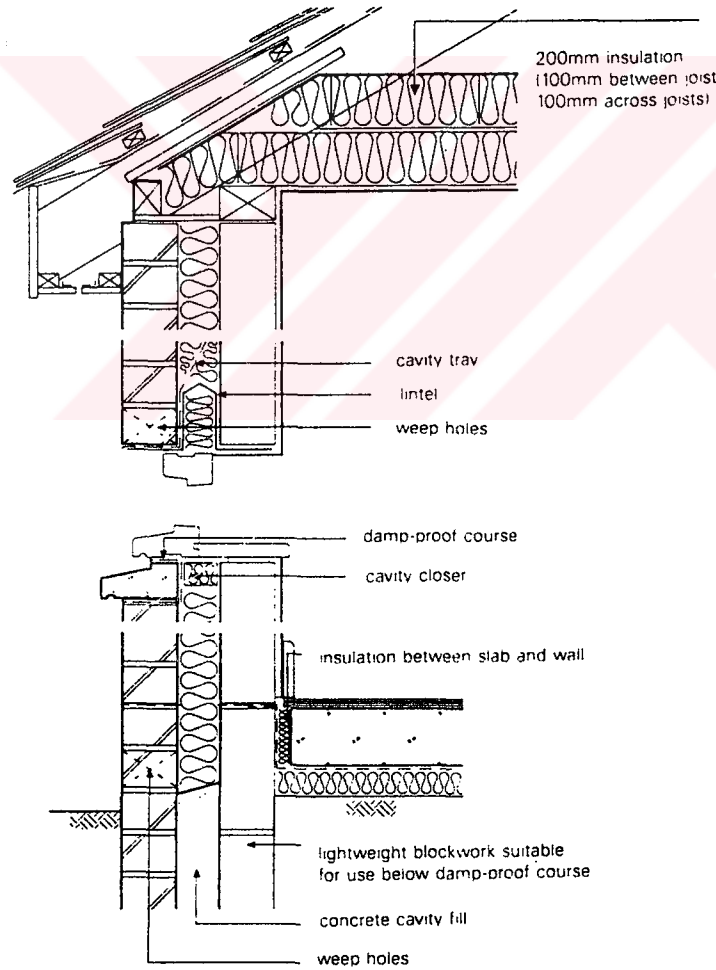
Güneş kollektörü teknolojisi son on yılda büyük gelişme göstermiştir. Bugün kollektör teknolojisinde emiciliği artırma çabaları hızla devam etmektedir. Levha kollektörlerin yanısıra geliştirilen vakumlu kollektörler kışın kapalı gök ışığında 70°C'lık su ısıtılabilme gücüne sahiptir. Türkiye güneş ışıınımlarından yüksek performans sağlayabilecek bir konuma sahiptir. 80'li yıllarda özellikle güney bölgelerinde hızla yayılan güneş kollektörü kullanımı kullanıcı hataları, bakım servislerinin eksikliği ve kollektör teknolojisinin yurtiçinde gelişmemesi sonucunda etkinliğini kaybetmiştir.

#### 2.4.8. İzolasyon

İzolasyon kullanımı, iç ve dış hava sıcaklık farklılığına, bina kullanıcılarının sağlığı ve iç hava kalitesine, malzeme seçimine, işçilik ve detaylandırma

kalitesine, bina strüktürünün ısı depolama kapasitesine, bina kabuğu alanına, arsanın komşu parsellerle ilişkisine ve gölgelenmesine, izolasyon malzemesinin malzeme özelliklerine göre farklılıklar gösterir.

İzolasyon malzemesi seçiminde, kalınlık ve ısı geçirgenlik performansı iyi bir performans sağlamak ve teknik riskleri önlemek açısından yeterli olmayabilir. Uygulamada yüksek performans öncelikle dikkatli detaylandırma ve iyi işçilikle sağlanabilir. İzolasyon malzemelerinin sürekliliği, buhar kesici kullanımı, lentolarda, köşelerde, pervazlarda, eşiklerde ve diğer birleşim noktalarında ısı köprülerini azaltıcı nitelikteki detaylandırma ve vantilasyonla hava kanalları içindeki buğunun önlenmesi, uygulamada dikkat edilecek başlıca noktalardır. (Şekil 2.14.)



Şekil 2.14. Çatı, duvar ve döşemede ısı izolasyonu.

Malzeme yoğunluğu arttıkça termal kapasite de artar. Bina konstrüksiyonunda kullanılan malzemelerin termal kapasitesinin yüksek olması tercih nedenidir. Kaplama malzemelerinin termal kapasiteleri, daha yoğun olan taşıyıcı malzemelere oranla düşüktür.

İzolasyon malzemesinin tercih edilmesinde, malzemenin termal kapasitesinin yanısıra bileşenlerinin ekolojik özellikleri güncel bir tercih nedenidir. Cam esaslı izolasyon malzemelerinin hava ile teması kesilmediğinde insanlarda sağlık problemleri yaratacağı, petrol esaslı malzemelerin ise ekolojik dengede yarattığı hasardan dolayı, malzeme sektöründeki eğilim gerikazanılmış veya doğal malzemelerden üretilmiş izolasyon malzemelerine doğru yönelmektedir. 1980'lerde doğal malzemelerin ekonomik olarak uygun olmaması bugün, üretim teknolojisinin gelişimi, maliyetin %70 oranında azalması ve gerikazanımın artması sonucu değişmiş olup tercih edilir bir düzeye erişmiştir.

140 m<sup>2</sup> lik bir konut için yapılan hesaplara göre ısı yalıtımsız bir konut 2422 lt fuel-oil tüketirken yılda 6500 kg CO<sub>2</sub> salgılamaktadır. Isı yalıtımlı bir konut 1220 lt. fuel-oil tüketirken 2800 kg. CO<sub>2</sub> salgılamaktadır. İyi ısı yalıtımlı bir düşük enerji binası ise 712 lt. fuel-oil tüketirken yılda 1900 kg. CO<sub>2</sub> salgılamaktadır [Uymaz H., Hürriyet, 11.11 1994]. Buradan çıkartabileceğimiz sonuç, ısı yalıtımlı bir binanın ısınma amaçlı yakıt ihtiyacında %50-70 tasarruf sağlandığıdır.

Sanayileşmiş ülkelerde etkin ısı yalıtımı, enerji tüketimini azaltmak için uygulanan en etkili yöntemdir. Bu yöntemle Fransa'nın petrole bağımlılığı 20 yıl içinde yılda 120 milyon tondan, 60 milyon tona düşmüştür. Hollanda, binalarda ısı yalıtımı için bütçesinden 3 milyar Hollanda Florini ayırmış olup, 2000 yılına dek CO<sub>2</sub> gazında %80, SO<sub>2</sub> gazında %70 azalma sağlama hedefindedir. Ülkemizde ise politik kararlar ve imar yönetmeliklerinin uygulanmaması neticesinde, kaçak yapılaşma halen önlenememiş olup binalarda ısı yalıtımı yapıp yapılmadığı herhangi bir yetkili kurum tarafında kontrol edilmemektedir. Araştırma şirketi PİAR tarafından 1990 yılında 5 büyük şehirde, Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlüğe girdikten sonra inşaa edilmiş 15.643

binada yapılan araştırmaya göre, İstanbul'da binaların %53'ünde, Ankara'da %24'ünde, İzmir ve Kocaeli'nde ise %84'ünde ısı yalıtımı yapılmamıştır. [Uymaz H., Hürriyet, 11.11 1994]

#### 2.4.9. Elektrik Sistemleri

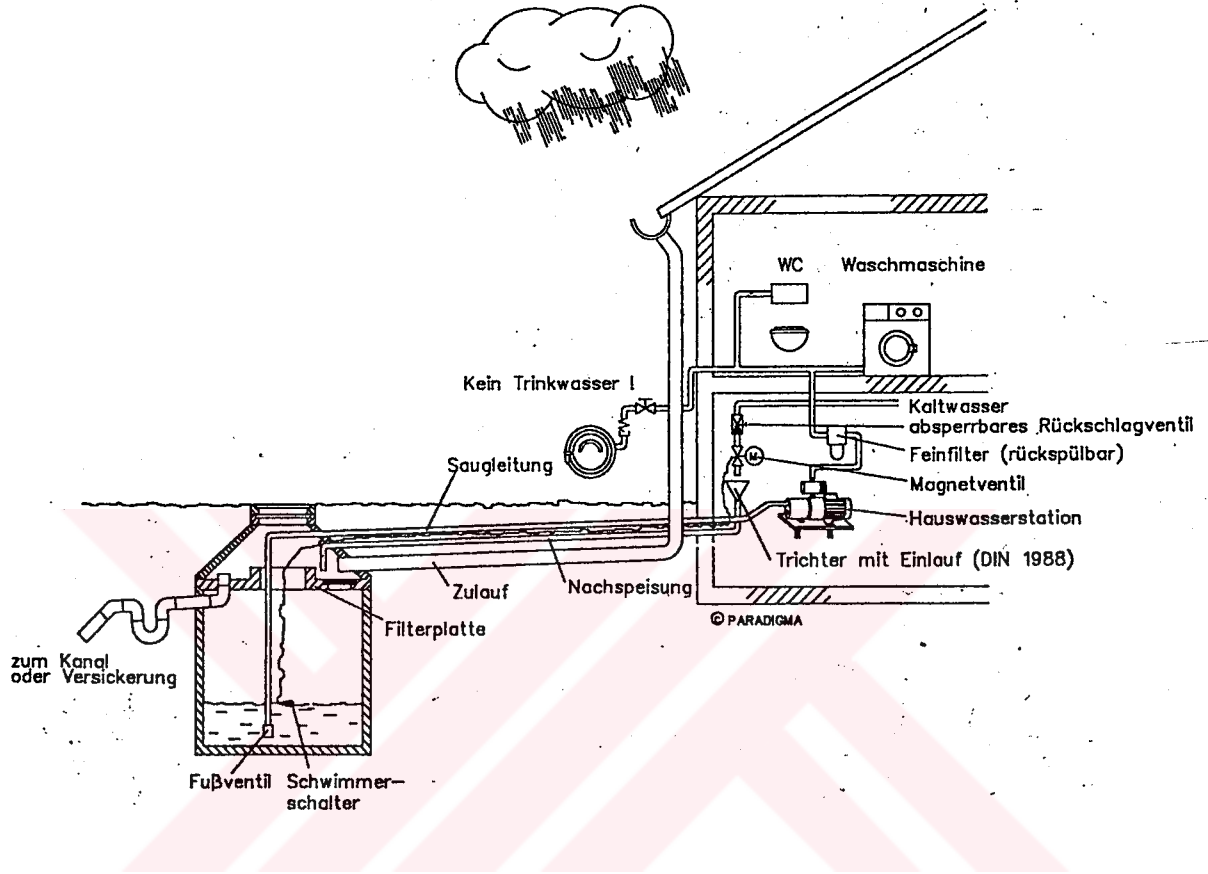
Düşük enerji binalarında elektrik sisteminin en önemli bileşenleri kontrol işlevini yerine getiren ve enerji sarfiyatını önleyen otomasyon sistemleri ve tükenmeyen, atıksız enerji kaynaklarından (Güneş, rüzgar ve su) elektrik enerjisi üreterek bina içinde kullanım imkanı sağlayan batı ve rektifierlerdir.

Teknolojinin gelişimiyle birlikte tükenmeyen enerji kaynaklarından faydalanma yolları büyük bir ivmeyle araştırılmaktadır. Güneş pilli paneller, güneş ışınlamalarını toplayarak elektrik enerjisine dönüştüren ve bina içindeki yüksek verimli batılerde depolayarak binanın elektrik ihtiyacına katkıda bulunan sistemlerden biridir. Genellikle giydırme cephe yüzeylerde parapet önü camı olarak kullanılmakla beraber çatıda güneş kollektörleri ile beraber kullanılan modelleride mevcuttur. Sistemin ilk yatırım maliyeti çok yüksek olmasına karşın üretim teknolojisi geliştikçe ve performansı arttıkça yapı alt sistemlerinde tercih edilmesi muhtemeldir. [Solare System Technik, 1994]

#### 2.4.10. Sıhhi Sistemler

Pek çok gerçek gösteriyor ki, gelecekte su enerjiden kıt olacak. İstatistik verilere göre Batı Almanya'da kişi başına içme suyu tüketimi günde 140 lt'dir. Bu miktarın %32'si tuvaletlerde, %30'u duş ve banyoda, %12'si çamaşır yıkamada ve sadece %2'si yemek pişirmede ve içme suyu olarak kullanılmaktadır. Sadece banyo ve çamaşır yıkamada kullandığımız suyu tekrar tuvaletlerde kullanırsak, sudan %32 tasarruf sağlamış oluruz. Eğer yağmur suyunu depolayarak bahçe sulama ve araba yıkamada kullanırsak sudan %6 tasarruf sağlamış oluruz. Gene yağmur suyunu filtre ederek çamaşır yıkamada kullanırsak %12 tasarruf sağlarız. Böylece sudan %50 tasarruf

sağlayabiliriz. Tüm bu tekrar kullanım işlemi için harcanan tesisat masrafı, sağlanan su tasarrufu ile kendini birkaç yılda amorti edecektir. (Şekil 2.14.) [Heag Journal, 1991]



Şekil 2.14. Yağmur suyu toplama, filtre etme ve dağıtma sistemi.

Konuya şehir ölçeğinde bakacak olursak, yağmur suyunu da toplayan atık su kanalları şehircilikte yüksek maliyete sebep olmaktadır. Çevreci bir bakış açısıyla eğer, yağmur suyu sarnıç, su deposu, havuz ve yeşillendirilmiş çatılarda depolanırsa, yaya yolları, ara sokaklar, park yerleri ve yeri su geçirmez nitelikte örten asfalt ve beton yerine parça taşlarla kaplansa, yağmur suyu yeraltı sularını besleyebilecek, yüzeydeki su buharlaşacak, bunun sonucu olarak hem içme suyu, hem kanalizasyon maliyetlerinden tasarruf sağlanacak hem de mikro iklim gelişerek yöre sakinleri için doğal konfor sağlayacaktır.

#### 2.4.11. Vantilasyon Sistemleri

Sağlık bakımından içinde oturan veya çalışılan bir hacmin havasının belirli bir temizlikte olması lazımdır. Havalandırma, pencere, kapı ve tabii bacalar yardımı ile doğal biçimde veya merkezi bir havalandırma tesisatı ile aktif biçimde yapılır.

Bir hacimdeki vantilasyon gereksinimi hacmin kullanım amacı ve hacimdeki kullanıcıların hava ihtiyacına göre belirlenir. Hacim içi ve dışı arasındaki hava akışı rüzgar basıncına göre değişir. Vantilasyon sisteminin dizaynındaki başlıca hedef kontrol edilemeyen hava akışını minimize etmek ve temiz hava sağlamaktır. Hoare Lea & Partners danışmanlık şirketinin Londra kış ayları meteorolojik verilerine göre yaptığı analizlere göre, bir binada saat başına % 0.5-1 oranındaki hava değişimi %18, % 1.5'luk değişim ise % 40 oranında ısı kaybına sebep olur. Vantilasyon sistemlerinin seçimi iklime, dış hava kalitesine, bina formuna, ebadına, fonksiyonuna, konfor standartlarına ve maliyet düzeyine bağlıdır. [Wyatt T., 1993]

Doğal Vantilasyon; Basınç ve sıcaklıkta ki değişimlerle oluşan doğal hava hareketi, sıcak iç havanın kondüksiyon ve konveksiyon kuramlarına göre soğuk hava ile yer değiştirir. Doğal havalandırmanın enerji ihtiyacı olmadığı gibi, çok düşük maliyetle işletilebilir. Ancak hava koşullarına bağıllık kontrol edilmesini zorlaştırır ve dış hava sıcaklığı altında soğutma mümkün olmaz. Doğal havalandırmadan faydalanma oranını maksimize etmek için birçok sistem geliştirilmiştir. Otomatik sistemlerin kullanım ve bakım zorluğunun yanında hava ısını belli bir orana dek kontrol edebilmek için atılan havanın ısından veya toprak ısından faydalanma gibi basit yöntemler sıkça kullanılmaktadır. [Herdel C., 1994]

Merkezi Sistemler; Merkezi havalandırma sistemleri içinde elektrik enerjisi ile çalışanlar, havayı soğutmak için kullanılan en yaygın aygıtlardır. Hava merkezi bir soğutucu ile soğutularak tüm kullanım alanlarına dağıtılır. Ancak bu tür sistemlerin ilkyatırım, işletme ve bakım maliyetleri çok fazla olduğu gibi, soğutma ve ısıtma işlemi sırasında önemli ölçüde enerji kaybına neden olur.

İşletme maliyetini düşürebilmek için kimi ülkelerde rüzgar enerjisinden ve güneş enerjisinden elektrik üreterek merkezi sistemlerin elektrik ihtiyacını pasif ve çevreye zarar vermeyen yollarla karşılanmaya çalışılmaktadır.

Havalandırma tesisatı alt basınçlı ve üst basınçlı olmak üzere iki türlü yapılabilir. Alt basınçlı havalandırmada yalnız kirli havanın bir aspiratör vasıtasıyla dışarı atılması sözkonusudur. Emilen havanın yerine gelecek olan taze hava, açık bulunan kapı, pencere ve benzeri yerlerden havalandırılacak mahalle girer. Bu çeşit havalandırma genelde atelyeler, mutfaklar ve benzeri mahaller için sözkonusudur. Üst basınçlı havalandırmada ise içeriye verilecek olan hava bir havalandırma santralinde temizlendikten sonra havası değiştirilecek yerlere gönderilir. Bu sistemin faydası, istenilen miktarda ayarlanabilen hava verilmesi ve havanın düzgün ve cereyansız dağıtılabilmesidir.

Çeşitli maksatlar için kullanılan mahallerde sağlıklı bir yaşam elde etmek için gerekli olan hava değişimi Tablo 2.8’de gösterilmiştir. [Sönmez F., 1983]

Tablo 2.8. Bina hacimlerindeki uygun hava değişim sayıları

| Havalandırılacak Yerin Cinsi          | 1 Saatteki Hava Değişim Sayısı |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Tuvalet ve Banyo                      | 4-8                            |
| Kütüphaneler                          | 3-15                           |
| Bürolar                               | 3-8                            |
| Garajlar                              | 2-5                            |
| Sigara İçilmeyen Sinema ve Tiyatrolar | 4-6                            |
| Sigara İçilen Sinema ve Tiyatrolar    | 6-8                            |
| Mutfaklar                             | 8-30                           |
| Ameliyat Odaları                      | 4-8                            |
| Dükkanlar                             | 4-8                            |
| Toplantı Salonları                    | 5-8                            |

Havalandırma sistemlerinin verimliliği doğal havalandırmanın maksimize edilmesi ve ancak gerektiğinde aktif sistemlerden faydalanması ile mümkündür.

#### 2.4.12. Isıtma Sistemleri

Binalarda aktif ısıtma kaynağı genellikle bir sıcak su kazanıdır. Yakıt cinsine göre sıcak su kazanları gaz yakıtlı, yağ yakıtlı, katı yakıtlı veya elektrikli olmak üzere başlıca dört türe ayrılır.

Isıtma sistemleri enerji tipine, bina biçimine, ebadına ve fonksiyonlarına, strüktürüne, güneş ışınlamalarını kullanma oranına, ısı kaybına ve maliyetine göre değerlendirilir. Isıtma sisteminin verimliliği, ısıtma hızı, yakıtın çevresel etkileri, etkili ısı kontrolü, ısıtılan ortamın sıcaklık derecesini  $\pm 1^\circ$  hassasiyette koruması, ısıtma tesiri ile ısıtılan ortamın atmosferinin bozulmaması, tesis, işletme ve bakım giderleri açısından rantabl olmaları ısıtma sistemlerinin seçiminde başlıca faktörlerdir.

Isıtma sistemlerini üç ana grup altında toplamak mümkündür; Lokal Isıtma, Merkezi Isıtma ve Bölgesel Isıtma.

##### 2.4.12.1. Lokal Isıtma

Isı ısıtılacak ortamın bizzat içinde üretilir. Bu sistemin uygulandığı yerlerde, ısıtılması gereken her ortamda bir ısı üreticinin bulunması gereklidir. Şömine, katı ve gaz yakıtlı sobalar, elektrikli ısıtma aygıtları ile yapılan ısıtma bu gruba girer. Kimi zaman merkezi ısıtma sistemlerine alternatif olabilir.

##### 2.4.12.2. Merkezi Isıtma

Bir ısıtma merkezinde üretilen ısının taşıyıcı bir akışkan vasıtasıyla ısıtılması istenen ortamlara yerleştirilmiş ısıtıcılara gönderilmesi suretiyle gerçekleştirilen ısıtmaya denir.

Gazla çalışan ısıtma cihazları enerjinin ısıya dönüşümünde diğer yakıtlara oranla maksimum verimlilik sağlar ve çevreye minimum oranda CO<sub>2</sub> salgılar. Elektrikli merkezi ısıtma aygıtları yüksek performanslı olmalarına ve CO<sub>2</sub> salgılamamalarına rağmen elektrik enerjisinin tükenir kaynaklardan üretilmesi esnasında yüksek oranda CO<sub>2</sub> salgılandığından ve maliyetinin yüksek olmasından dolayı tercih edilmezler. Merkezi ısıtma sistemleri, ısı taşıyan ortamın cinsine göre çeşitli isimler alır.

- Sıcak Sulu Isıtma
- Kızgın Sulu Isıtma
- Alçak Basıncılı Buharla Isıtma
- Yüksek Basıncılı Buharla Isıtma
- Vakumlu Buharla Isıtma
- Sıcak Hava İle Isıtma

#### 2.4.12.3. Bölgesel Isıtma

Isıtılacak bölge çok büyük ve yoğun bir yerleşim bölgesi ise ayrı ayrı tesis edilecek merkezi ısıtma sistemleri yerine binaların dışında tesis edilecek bir kazan dairesi ile ısıtılması daha uygundur. Bir yerleşim bölgesinin, bir ısıtma santralinden mi yoksa birkaç ısıtma santralinden mi ısıtılmasının daha doğru olacağı, dikkatli ve ayrıntılı bir fizibilite çalışması neticesinde ortaya konabilir. Bölgesel ısıtma santralının yeri tesbit edilirken maliyetinin optimum olmasına, hakim rüzgar yönüne, ulaşım kolaylığına ve altyapı ilişkilerine dikkat edilmelidir. Bölgesel ısıtma sistemi ile binaların ısıtmaya ilişkin ilk yatırım maliyetleri ve işletme giderleri, yangın ve patlama tehlikeleri ve çevre kirliliği azalır.

Bir bina için tesis edilecek ısıtma sisteminin belirlenebilmesi için öncelikle binanın ısı kayıplarının, kazanımlarının ve istenen ısı düzeyine ulaşmak için gerekli ısı miktarının hesaplanması gereklidir.

Isı kaybının hesaplanabilmesi için öncelikle hesap kapsamında yer alacak yapı elemanları belirlenir. Dış cephe cam ve duvar alanları, çatı alanı, döşeme alanı, yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayıları, bir saatteki hava değişim miktarı, mekan hacimleri, ortalama mekan içi ısı ve ortalama dış hava ısı, ısı kaybı hesabının başlıca girdileridir.

Isı kazanımlarının hesaplanabilmesi için öncelikle binanın yer aldığı enlemin iklimsel özellikleri belirlenir. Yerleşim alanının topoğrafyası, pencere alanları, gölgelenme ve yansıtma özellikleri, güneş ışıınımı düzeyi, binada kaç kişinin yaşayacağı, renk faktörü, aydınlatma ve eviçi kullanım ekipmanlarının dağılımı ve binanın kullanım fonksiyonu ve saatleri ısı kazanım hesabının başlıca girdileridir.

Isı kazanımlarının, kayıplarına oranı hesaplandıktan sonra sürekli ve aralıklı ısıtma miktarı belirlenir. Gerekli ısı düzeyini sağlayacak ısıtma sisteminin kurulması tüm bu hesapları müteakiben yapıldığında ısıtma sisteminden beklenen performans kullanıcı ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılar.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ısı hesaplarında geniş olanaklar sunmaktadır. Isı hesapları günümüzde Bilgisayar programcıları tarafından hazırlanan paket programlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Yukarıda bahsedilen her türlü hesap projenin tüm bilgileri bilgisayara verilmek kaydıyla hesaplanabilir. Özellikle alternatiflerin maliyeti ve alternatiflerin ısı verimliliklerinin analizi son derece hızlı biçimde tamamlanabilmekte ihtimaller üzerinde en faydalı alternatif üzerinde karar verilebilir.

Tüm bu hesapların yapılması ülkeden ülkeye, iklimden iklime ve kullanılan teknoloji den teknolojiye değişir. Isı hesapları her ülkede, yönetmeliklerde belirtilen asgari standartları sağlamalıdır. Türkiye'de Makine Mühendisleri Odası'nın verilerine göre ortalama hava sıcaklıkları Tablo 2.9.'da tanımlanmıştır.

Tablo 2.9. Bina hacimlerine göre ortalama hava sıcaklıkları

| Bina Tipi               | Fonksiyon                 | Sıcaklık |
|-------------------------|---------------------------|----------|
| Konutlar;               | Oturma Odası              | +22      |
|                         | Yatak Odası               | +20      |
|                         | Antre, Hela, Mutfak       | +18      |
|                         | Banyo                     | +26      |
|                         | Merdiven                  | +10      |
| İş ve İdare Binaları    | İşlik                     | +20      |
|                         | Atölye                    | +18      |
|                         | Toplantı Salonu           | +20      |
|                         | Sinema, Tiyatro           | +18      |
|                         | Büro                      | +20      |
| Okullar                 | Derslik                   | +22      |
|                         | Depo, Laboratuvar         | +15      |
|                         | Teneffüs Salonu           | +10-15   |
|                         | Spor Salonu               | +15      |
| Hastane                 | Hasta ve Poliklinik Odası | +20      |
|                         | Ameliyat ve Röntgen Odası | +22      |
|                         | Bekleme Salonu ve Hol     | +18      |
| Fabrika                 | Ağır İş Atelyesi          | +15      |
|                         | Hafif İş Atelyesi         | +18      |
| Ceza ve Tutukevi        | Yatak Odaları             | +20      |
|                         | Çalışma Atelyesi          | +18      |
| Sergi Salonu ve Müzeler |                           | +15      |
| Garajlar                |                           | +10      |

Bayındırlık Bakanlığı tarafından 16 Ocak 1985 tarihinde yayınlanan bir dizi yönetmelikle minimum ısı geçirgenlik dirençleri 3 iklim bölgesi için Tablo 2.10.'da tanımlanmıştır.

Tablo 2.10. Bayındırlık Bakanlığı Şartnameleri'ne göre minimum ısı geçirgenlik dirençleri

| Yapı Bileşenleri                     |           | Isı Geçirgenlik Dirençleri |      |      |
|--------------------------------------|-----------|----------------------------|------|------|
|                                      |           | (1/λ; m²h°C/kcal)          |      |      |
|                                      |           | İklim Bölgeleri            |      |      |
|                                      |           | I                          | II   | III  |
| Dış Duvarlar                         |           | 0.47                       | 0.70 | 0.92 |
| Merdiven Evi Duvarları               |           | 0.25                       | 0.40 | 0.50 |
| Üzeri Çatı İle Örtülü Tavanlar       |           | 1.20                       | 1.50 | 2.40 |
| Isıtılmayan Bodrum ve Bina Girişleri |           | 0.65                       | 0.93 | 1.50 |
| Zemine Oturan Döşemeler              |           | 0.65                       | 0.93 | 1.50 |
| Açık Geçitler Üzerindeki Döşemeler   |           | 1.40                       | 2.00 | 2.50 |
| Düz Çatı ve Teras Döşemeleri         |           | 1.50                       | 2.40 | 3.00 |
| 300 kg/m²'den Hafif Dış              |           |                            |      |      |
| Duvar ve Çatılar                     | 300 kg/m² | 0.47                       | 0.70 | 0.92 |
|                                      | 150 kg/m² | 0.55                       | 1.00 | 1.30 |
|                                      | 50 kg/m²  | 1.00                       | 1.80 | 2.30 |

Aynı yönetmeliğe göre, dış duvar-pencere maksimum ısı geçirme katsayıları ortalaması 3 Bölge için aşağıdaki gibidir.

- I. Bölge : Batı ve Güney Anadolu'nun Sahil Kısımları; 1.95 kcal/m<sup>2</sup>h°C  
II. Bölge : İç Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri; 1.30 kcal/m<sup>2</sup>h°C  
III. Bölge : İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri; 1.15 kcal/m<sup>2</sup>h°C

Makine Mühendisleri Odası'nın verilerine göre pencere ve kapıların ısı geçirme katsayıları Tablo 2.11.'de verilmiştir; (k, kcal/m<sup>2</sup>h°C)

Tablo 2.11. Pencere ve kapıların ısı geçirme katsayıları

| Pencere ve/veya Kapı Niteliği                               | 'k' |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Ahşap; Basit tek camlı pencere ve dış kapı                  | 4.5 |
| Ahşap; Çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)  | 2.8 |
| Ahşap; Çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm) | 2.5 |
| Ahşap; Camsız dış kapı                                      | 3.0 |
| Metal; Basit tek camlı pencere ve dış kapı                  | 5.0 |
| Metal; Çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 6 mm)  | 3.4 |
| Metal; Çift camlı pencere ve dış kapı (iki cam arası 12 mm) | 3.1 |
| Plastik; Basit tek camlı pencere                            | 4.3 |
| Plastik; Özel birleştirilmiş tek camlı pencere              | 2.2 |

Makine Mühendisleri Odası'nın verilerine göre yapı malzemelerinin ısı geçirme katsayıları Tablo 2.12.'de verilmiştir; (k, kcal/m<sup>2</sup>h°C)

Tablo 2.12. Yapı malzemelerinin ısı geçirme katsayıları

| Yapı Malzemesi                                       | 'k'   |
|------------------------------------------------------|-------|
| Kristal Yapılı metamorfik taşlar (granit, mermer...) | 3.00  |
| Tortul taşlar (Traverten)                            | 2.00  |
| Kum zemin                                            | 1.20  |
| Kil zemin                                            | 1.80  |
| Gözenekli doğal taş mıcırları                        | 0.23  |
| Genleştirilmiş perlit agregası (TS 3681)             | 0.04  |
| Genleştirilmiş mantar parçacıkları                   | 0.039 |
| Polistirol, sert köpük parçacıkları                  | 0.06  |
| Kireç harcı                                          | 0.75  |
| Çimento harcı                                        | 1.20  |

| Yapı Malzemesi                                            |                                                  | 'k'          |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|
| Donatılı Beton (TS 500)                                   |                                                  | 1.80         |
| Donatısız beton (TS 500)                                  |                                                  | 1.50         |
| Gözenekli agregalı beton (TS 1114)                        | 1200 kg/m <sup>3</sup>                           | 0.50         |
| Yalnız doğal bimsli beton (TS 3234)                       | 1000 kg/m <sup>3</sup>                           | 0.33         |
| Yalnız genişletilmiş perlitli beton (TS 3649)             | 500 kg/m <sup>3</sup>                            | 0.13         |
| Gözeneksiz agregalı hafif beton                           | 1600 kg/m <sup>3</sup>                           | 0.70         |
| Organik asıllı ahşap testere veya<br>planya talaşı betonu | 1000 kg/m <sup>3</sup><br>1200 kg/m <sup>3</sup> | 0.30<br>0.38 |
| Gaz beton yapı levhaları (TS 453)                         | 400 kg/m <sup>3</sup>                            | 0.12         |
| Alçı levha                                                | 600 kg/m <sup>3</sup>                            | 0.50         |
| Genleştirilmiş perlit agregalı alçı levha (TS 3682)       | 600 kg/m <sup>3</sup>                            | 0.15         |
| Dolu veya düşey delikli normal tuğla duvar                | ≤1200 kg/m <sup>3</sup>                          | 0.43         |
| Gazbeton duvar (TS 453)                                   | 400 kg/m <sup>3</sup>                            | 0.17         |
| Linelyum döşeme kaplaması                                 |                                                  | 0.07         |
| PVC döşeme kaplaması                                      |                                                  | 0.06         |
| 7 mm mastik asfalt kaplama                                |                                                  | 0.17         |
| 25 mm odun talaşı levha ısı yalıtımı                      |                                                  | 0.08         |
| Polistiren sert köpük levha ısı yalıtımı                  |                                                  | 0.034        |
| Cam köpüğü levha ısı yalıtımı                             |                                                  | 0.039        |
| Mantar ısı yalıtım levhaları (TS 304)                     |                                                  | 0.043        |
| Kamuş hafif ısı yalıtım levhaları                         |                                                  | 0.050        |
| Cam                                                       |                                                  | 0.70         |
| Çelik                                                     |                                                  | 52           |
| Bakır                                                     |                                                  | 327          |
| Alüminyum                                                 |                                                  | 172          |
| Lastik                                                    |                                                  | 0.17         |

Ülkemizde bina için ortalama 'k' katsayısı hesaplanırken çatı ve döşemelerdeki ısı kayıpları genellikle göze alınmaz. Dış cepheyi oluşturan yapı bileşenleri dikkate alınır. İklimlendirme sistemlerinin tasarımında ise Carrier metodu kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ısı hesaplarında geniş olanaklar sunmaktadır. [Şerifoğlu M., 1995]

Binaların mimari projelerine ve konumuna bağlı olarak duvar, pencere, çatı ve bodrumdaki ısı kaybı oranları farklıdır. Binaların tek katlı veya çok katlı olmalarına göre de ısı kaybı oranları değişmektedir. Tablo 2.13.'de tek katlı bağımsız bir ev ve tipik bir çok katlı blok için ortalama ısı kaybı yüzdeleri verilmiştir. [Keskinel F., 1995]

Tablo 2.13. Konut ana yüzeylerinde ısı kaybı oranları:

| Yüzey                 | Alan               | Oran % | Isı Kaybı % |
|-----------------------|--------------------|--------|-------------|
| Tek Katlı Bağımsız Ev |                    |        |             |
| Çatı                  | 100 m <sup>2</sup> | % 32.5 | % 15        |
| Taban Alanı           | 100 m <sup>2</sup> | % 32.5 | % 13        |
| Dış Duvar             | 82 m <sup>2</sup>  | % 26.5 | % 35        |
| Pencere               | 26 m <sup>2</sup>  | % 8.5  | % 37        |
| Çok Katlı Blok        |                    |        |             |
| Çatı                  | 630 m <sup>2</sup> | % 22.5 | % 6         |
| Taban Alanı           | 630 m <sup>2</sup> | % 22.5 | % 6         |
| Dış Duvar             | 970 m <sup>2</sup> | % 34.5 | % 30        |
| Pencere               | 569                | % 20.5 | % 58        |

Türkiye'nin genel sosyoekonomik yapısındaki gelişme doğrultusunda merkezi ısıtma sistemleri yaygınlaşmıştır. Fakat iklimlendirme ilk yatırım ve işletme maliyetinin yüksekliği nedeniyle sadece konfor standartlarının yüksek olduğu otel, iş merkezi ve çarşılarında kullanılmakla beraber son yıllarda yüksek standartlı konutlarda da kullanılmaktadır.

### BÖLÜM 3. FİZİBİLİTE

Fizibilite kelime anlamı olarak; yapılabilir, olabilir, yönetilebilir, uygun, kullanışlı, mâkul anlamına gelir. Fizibilite çalışmaları teklifleri karşılaştırmalı olarak gözden geçirir. Bir proje finansal kaynaklarının uygunluğu oranında yapılabilir, yönetim becerileri ve tecrübeleri olduğu oranda kullanışlıdır. Fizibilite çalışması, avantaj ve dezavantajların alternatif çözümler içinden, verilen problemlerin çözümüne yönelik planlamasıdır. Fizibilite çalışmasının sonucu, âşıkâr matematiksel düşünceye, ölçütlere ve mantıki fikir özetine dayanan yadsınamaz tavsiyeler takımıdır. Yani fizibilite yatırımcılıkta işin alfabesidir.

Fizibilite çalışması genellikle rasyonel karar aşamasının başlangıç noktasıdır. Yönetim kararlarının doğasının ve yönelimlerinin anlaşılması gerekir. Hepsinden öte yönetime daha iyi kararlar vermesi için yardım edilmelidir. Fizibilite çalışmaları müşteri ihtiyaçlarını, çeşitli organizasyon üyelerinin, bölgesel planlama otoritelerinin ve öteki ilgili grupların ihtiyaçtan doğan tavsiye talebini karşılar. Tercihler arasında karşılaştırma yapmaya yardım eden sistematik yaklaşım, ekonomik teoriler vücudu ile desteklenmiştir. Fizibilitenin sonuçları mantıklı varsayımlara göre çıkarılır. Çalışma; varsayımların yanlış, keyfi ve ölçülemez olması oranında iyi olacaktır. Fizibilite çalışmaları; planlama, bütçeleme, dizayn niyetleri, bina müşterilerinin genel toplum maksatlarını bildirmeleri ve planlama hakkını elde etmeleri açılarından faydalıdır. [Gruneberg S. L., 1990]

Fizibilite çalışmalarının temelini, din ve devlet işlerinin birbirinden ayrıldığı ilim ve mantık çağına dayandırabiliriz (18. y.y. sonları). Din ve devlet işlerinin birbirinden ayrılması ile Fransız devriminin tanındık simâlarından Henri De Saint-Simon (1760-1825) ve Aguste Comte (1789-1857) pozitivist düşüncenin anlaşılmasını, işlenmesini ve geliştirilmesini uygulamaya koydular. Bu çerçevede Avrupalı politikacılar medeniyetin avantajlarını, devrime dek daha az faydalanan kesime yaymaya çalıştılar.

Dupuit'yi maliyet kârının babası kabul eden Merkhofer'e göre maliyet karı çalışmaları, 19. y.y. sonlarında inşaat tekliflerine değer biçerken oluşan tasarruf anlayışı ile filizlenmiştir. Böylece bu y.y. başlarında Amerika'da sosyal problemlerle ilgilenen sistematik yaklaşım, ekonomik anlayışlarda ve deneysel metodlarda da uygulanmaya başlandı. Bu sıralarda inşaatlar net bütçelerle inşaa edilemiyorlardı. Maliyet kârı analizi ile ilk uygulama Amerika'da nehir ve liman geliştirme projelerinde uygulandı. İlk fizibilite çalışması, İngiltere'de M1 otoyolunun teklifi için yapıldı.

Kıt kaynak kullanımında tercihler arasından seçim yapmak büyük yarar sağlar. Çözümünecek problem oranında fizibilite çalışması formu vardır. Bir proje için fizibilite çalışmasına başlayınca; farklı şartların, farklı müşteri ve farklı soruların çözümüne, farklı yaklaşımlarla gidilir. Maliyet ve kârların ilgili gruplar arasındaki dağılımı plandan plana değişir. Fizibilite çalışmaları alternatif teklifleri değerlendirmede gerçekçi yaklaşımları inceler ve en iyi tercihi seçme imkânını sağlar.

Konstrüksiyon projeleri ile ilgilenen, fizibilite çalışması müşterileri; proje geliştiriciler, bölgesel otorite, hükümet departmanları, ilgili gruplar ya da muhalefet edenler olabilir. Fizibilite çalışmasını yaptırırlar, genellikle belli bir görüşü geliştirmek isteyen kişi veya organizasyonlardır. Yönetim kararları ve özellikle çevre düzenleme, dizayn, inşaat, binaların adaptasyonu gibi önemli kararlar alınmadan önce, seçenekleri olası sonuçları ile birlikte incelemek tavsiye

edilir. Müşteriler, mimarlar, inşaat mühendisleri, saha yöneticisi ve bina kullanıcılarından, yerel yönetim otoriteleri, politikacılar ve çevrede yaşayan, çalışan üçüncü gruplara kadar fizibilite çalışması yol gösterici bir iskeletin oluşmasını sağlar.

Fizibilite, binaların hazırlanması, kamu varlığının oluşturulması, şirket veya bölgesel otorite imajının yaratılması ve bina bakım maliyetlerinin minimuma indirilmesi gibi çeşitli amaç ve hedefleri kapsar. Minimum bakım maliyetli bir bina, yüksek enerji tüketimine maruz kalabilir, veya verilen amaçlar için uygun bir bina eldeki bütçe ile inşaa edilemiyebilir. Fizibilite çalışmasının önemli amaçlarından biri geçerli olmayan yani; maliyeti kârdan daha yüksek olan şıkları reddetmektir.

Fizibilite çalışmasının yapılabilmesi için bir yatırım kararının alınması gerekir. Yatırım ikili olarak üretimi ve çalışmayı etkiler. Sermaye birikimindeki artışlar ulusun potansiyel üretimini artırır ve uzun dönemde ekonomik büyüme için uygun koşullar yaratır. Kâr güden yatırımların en büyük belirleyenleri, gelirler ve maliyetlerdir. Projenin kârlılığı oranında yatırıma karar verilir. Bu sebeple yatırım getirilerini, sermaye amortismanını, vergileri, enflasyon ve fon faizlerini; içlerinde meydana gelebilecek olası değişmelerle birlikte iyi hesaplamak gerekir. Birden fazla yatırım seçeneklerinin olduğu durumlarda bu tür değerlendirmeler doğru kararın verilmesinde faydalı olur. [Gruneberg S. L., 1990]

Bir fizibilite çalışmasına başlamadan önce, fikir kapsamının fizibilite gerektirip gerektirmediğine karar verilir. Ardından kapsamın belirlenmesi gerekir. Çalışmayı yapacak uzmanlar belirlenerek çalışma bedeli çıkartılır. Bu amaçla aşağıdaki gibi bir planlama stürütürü çıkartılabilir:

a. Problem Tanımlama

- Çalışma amacı nedir?
- Ne kadarı şimdiden biliniyor?
- Ne ölçülecek?
- Veriler kullanılabilir mi?

b. Temel Araştırma Dizaynı Seçimi

- Ne tip sorular cevaplandırılmalıdır?
- Verinin kaynağı nedir?
- Bilgi ne kadar çabuk gereklidir?
- Araştırma soruları nasıl hazırlanmalı?

c. Örnek Kütle Seçimi ve Analizi

- Hedef kütle teşhis edilebilir mi?
- Ne büyüklükte bir örnek kütle gereklidir?
- Örnek kütle nasıl seçilecektir?

d. Veri Toplama

- Veriyi kimler toplayacak?
- Veri toplama işlemi ne kadar sürecek?
- Ne kadar uzmanlaşmaya ihtiyaç var?
- Hangi yöntemlerin takip edilmesi gerekli?

e. Veri Analizi

- Standartlaşmış yazma ve kodlama yöntemleri kullanılabilir mi?
- Veriler nasıl kategorize edilecek?
- Komputer veya elle tablolaştırma faydalı hale getirilebilir mi?
- Aynı anda kaç tane değişken incelenmeli?

f. Rapor Tipi

- Raporu kim okuyacak?
- Yönetim tavsiyeler isteyecek mi?
- Rapor hangi formatta olacaktır?

g. Baştan Sona Değerlendirme

- Çalışma ne kadara mal olacak?
- Dışarıdan yardıma ihtiyaç var mıdır?
- Araştırma amaçlarına ulaşılabilecek mi?
- Araştırma ne zaman başlayacaktır?

Fizibilite etüdünde değerlendirme kriterlerine geçmeden önce yatırımın içinde yer alacağı sektörün incelenmesinde fayda vardır. Sektörün örgütsel yapısının ve ülke içindeki yerinin iyi tanımlanması fizibilite etüdünde değerlendirmenin hangi evrede ağırlıklı yapılacağına belirlenmesinde faydalı olur. Böylece analizin daha yararlı olması sağlanabilir.

Fizibilite etüdü; sanayi, hizmet ya da inşaat gibi farklı sektörler için yapılabilir. Sanayi sektörü için üretim teknolojisi, kârlılık analizleri büyük önem taşırken, hizmet sektöründe ekonomik ve finansal analizler, inşaat sektörü içinse yapım teknolojileri ve maliyet ilişkileri öncelik taşır. [Cavlı M., 1995]

Günümüzde maliyet ve kalite standartları, rekâbet ve toplum bilincinin gelişmesi sonucu önceliğini her sektörde korumaktadır. Yatırımdan beklenen yararın sağlanabilmesi, yaşanan günün şartlarına ve gelecekteki beklentilere uygun olmasını amaçlayarak, bu yönde çalışmalar yaparak sağlanabilir.

İnşaat projelerinde amaç, işin zamanında, istenilen kalitede ve minimum maliyetle tamamlanmasıdır. Bir amacın gerçekleştirilmesi için yapılan çalışmalar, karar verme ve başlama, amacın gerçekleştirilmesine yönelik işlemler, ürünün veya hizmetin elde edilmesi aşamalarından oluşur. Zaman ve kaynak kısıtlılığı içinde en uygun kararları vermek, etkili bir analiz ve kapsamlı bir değerlendirme yapmakla mümkündür. Tüm faktörlerin sistematik bir şekilde planlanması, karar vermedeki yanlışları ve riski azaltır.

Fizibilite etüdünde inceleyeceğimiz şıklar birbirine zincirleme bağlıdır. Teknolojik verileri maliyet verilerinden, kaliteyi ekonomik yararlıktan ayrı düşünmemiz olası değildir. Ancak etüdü sistematik bir stürüktür içinde yapacağımızdan farklı veriler izlenen yolda bir diğerine taban teşkil edebilecektir.

### 3.1. Teknik Analiz

Teknik fizibilite projenin tasarım evresini içine aldığından, tasarım evresinde, teknik analiz aşamasını etkileyen kararların incelenmesinde fayda var. Yapılacak iş ne denli karışıkça, kararların sistematik olarak geliştirilmesi o denli önemlidir. Bu kararlar fizibilite çalışmasının temelini oluşturur. [R.I.B.A., 1988]

#### 3.1.1. Proje Değerlendirmesi

Proje belli bir süre içinde bitirilmesi gereken, bir veya birkaç kaç kez yapılacak faaliyettir. İnşaat sektörü için fizibilite etüdüne başlarken, yapılacak yatırımın hangi kapsamda bir proje için değerlendirilmesi gerektiğine karar verilir. Bu amaçla dizayn öncesinde kapsamı belirlemek yada dizayn sonrasında kapsamı bir kontrol listesi ile gözden geçirmek amacıyla aşağıdaki gibi bir sıralama izlenebilir:

##### 3.1.1.1. Proje Amacının Belirlenmesi

Projenin dayandığı temel nedenler belirlenir ve hangi amaçla yapıldığına açıklık getirilir. Adı ve adresi belirtilir.

##### 3.1.1.2. Müşteri İsteklerinin Belirlenmesi

Ayrıntılı zaman çizelgesi, müşteri katılımının kapsamı, müşteri temsiliyeti ve kalite standartları tanımlanır.

##### 3.1.1.3. Proje Alanının (Kuruluş yeri) Belirlenmesi

En uygun alan seçilmezse projeden beklenenler gerçekleşmeyebilir. Seçerken, kuruluş yeri çevresinin düşünülen sektör yada proje fonksiyonları için uygun olup olmadığına karar verilir. Alan iyi değerlendirilmezse proje ve işletme giderleri maliyeti artabileceği gibi beklenen kârlılık sağlanamayabilir. Proje alanı

belirlenirken alanların rayiç bedellerinin saptanması karşılaştırma yaparken fayda sağlar.

#### 3.1.1.4. Proje Alanı Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Kuruluş yerinin, projenin tasarımına etkisi büyüktür. Bu sebeple proje alanı ve çevre verilerinin iyi değerlendirilmesi gerekir.

- a. Fiziksel faktörler;
- b. Hukuki faktörler;
- c. İklimsel faktörler;
- d. Çevresel faktörler;
- e. Estetik faktörler;
- f. Ekonomik faktörler;

#### 3.1.1.5. Tasarım ve Keşifler

- a. Mimari tasarım,
- b. İnşaat işleri metrajı ve keşfi,
- c. Sıhhi tesisat tasarımı ve keşfi,
- d. Elektrik tesisatı tasarımı ve keşfi,
- e. Isıtma, havalandırma ve soğutma tertibatı tasarımı ve keşfi,
- f. Yangın tertibatı tasarımı ve keşfi,
- g. Dış enerji hattı tasarım ve keşfi,
- h. Kontrol tertibatı tasarımı ve keşfi,
- i. Mutfak tertibatı tasarımı ve keşfi,
- j. Asansör tesisatı keşfi,
- k. Otopark, yol, bahçe tanzimi tasarımı ve keşfi,
- l. İç dekorasyon tasarımı ve keşfi,
- m. İç tefriş tasarımı ve keşfi,
- n. Servis teçhizatları keşfi,

#### 3.1.1.6.Bina Özelliklerinin Değerlendirilmesi

- a. Kullanıcı ihtiyaçları,
- b. Esneklik,
- c. Alan kullanımı,
- d. Çalışma alanları;
- e. Levazım;

#### 3.1.1.7. Yatırım Uygulama Planlarının Hazırlanması

- a. Başlangıç ve bitiş süreleri,
- b. Zaman çizelgesi,
- c. İş akış şeması,
- d. Kaynak akışı,
- e. Personel tahsisi,
- f. Kaynak dengeleme,
- g. Farklı planlama olasılıklarının değerlendirilmesi.

#### 3.1.1.8. Genel Yatırım maliyeti Tablosunun Düzenlenmesi

- a. Arsa bedeli,
- b. Arazi masrafları,
- c. Etüd ve proje giderleri,
- d. İnşaat tutarı,
- e. Tefriş ve dekorasyon giderleri,
- f. Tesisat giderleri,
- g. Fiyat artışları karşılığı,
- h. İthal makina ve teçhizat,
- i. Fon giderleri ve kredi faizleri,
- j. Patent ve know-how giderleri,
- k. İşletme sermayesi,
- l. Maliyet sınırları.

#### 3.1.1.9. Özel Değerlendirmeler

- a. Dizayn toplantıları,
- b. Özel kontrat maddeleri saptama,
- c. Maliyet tutarı kullanımı.
- d. Tasarımın fonksiyon, üretim, maliyet ve pazarlama yönlerinden isteklere uygunluğunun onaylanması ve kontrat imzalanması.

#### 3.1.2. Teknoloji Değerlendirmesi

Teknoloji; üretim ile ilgili yapım yöntemlerinin, yollarının ve araçlarının incelenmesinden oluşan, farklı teknikleri inceleyen ve yeni teknikleri araştıran uygulama bilimidir. İnşaat sektörü içindeki uygulamalarda aynı ürünü elde etmede farklı teknolojiler kullanılabilir.

Uygun bir yapım sistemi seçiminin uygulanan projeye hem ekonomik hem de işlevsel yönden çok büyük yarar sağladığı açıktır. Yeni teknolojilerden yararlanılmasında üretim süresinin kısaltılması, ekonomik ve kaliteli ürün elde etme gibi amaçlardan hareket edilmiş, endüstriyel üretim modelleri inşaat sektöründe de yer almaya başlamıştır. Özellikle kütleli üretimde, hata payının minimuma indirilmesi zorunluluğu, doğru bir yapım sistemi seçimini daha da önemsetmiştir. Üretim kapasitesini büyütmek, parasal kaynak sağlayabilmeye bağlı olduğundan, talebin örgütlenmesi alanlarında da önemli girişimler gözlenmektedir. [Sey Y., Tapan M., 1987]

Uygun bir yapım sistemi seçimi için kriterlerin saptanması ve bu kriterlere dayanan değerlendirme kriterleri listelerinin ortaya konması gerekir. Gelişmekte olan ülkelerde kaynak kullanımı büyük önem taşır. Bu ülkelerde en az girdiyle en çok ürün elde etme ilkesi her zaman geçerlidir. Ayrıca kullanılan gereç, insan gücü, makina ve araç donanımı, tüketilen enerji, önyatırımın yıllık eşdeğer maliyeti gibi problemlerin irdelenmesi ve bu kriterlerle mimari çözümün

bağdaşması sorunları FAYDA DEĞERİ analizine bağlı bir değerlendirmede dikkate alınabilmektedir.

#### 3.1.2.1. Yapım Sistemlerinin Analizi

Yapım teknolojisini seçerken yapım sistemlerini, çeşitliliği içinde farklı açılardan analiz etmek gerekir. Analiz çalışmasını dört açıdan yürütebiliriz;

##### 3.1.2.1.1. Analiz Yöntemi

Maliyet, girdi kullanımı ve hız açısından herhangi bir sistemin her türlü uygulaması için farklı değerlerden söz etmek mümkündür.

- a. Sistemlerin konstrüktif özellikleri;
- b. Projenin tasarım özellikleri;
- c. Sistem elemanlarının üretim teknolojisi;
- d. Doğal çevre koşulları;
- e. Üretim büyüklüğü;

##### 3.1.2.1.2. Girdi Analizleri

Yapım sistemlerinin girdi analizleri malzeme, işçilik ve araç kullanımı açılarından değerlendirilebilir.

##### 3.1.2.1.3. Maliyet Analizleri

Maliyet hesaplarında Bayındırlık ve İskân Bakanlığının birim fiyatları ve rayiçleri baz alınabilir. Ancak bu değerlerin piyasa değerlerini tutmaması ve değişken olması maliyette sapmalara sebep olur. Maliyet verileri aşağıdaki hususlarda analiz edilebilir.

- a. Ön yatırım,
- b. Fabrika üretimi,

- c. Taşıma,
- d. Şantiye üretimi.

#### 3.1.2.1.4. Montaj Hızı

Üretim hızı belli bir zaman diliminde üretilen ürün miktarını gösterir. Bu miktar üretim donanımı ve işgücüyle birlikte anlam taşır.

#### 3.1.2.2. Yapım Sistemlerinin Değerlendirilmesi

Öncelikle değerlendirmenin hangi ilkelere göre yapılacağı belirlenir ardından değerlendirme kriterleri dökümü yapılır.

##### 3.1.2.2.1. Değerlendirme İlkeleri

Uygun yapım sistemlerinin seçimi konusunda çeşitli değerlendirme analizleri ve bu analizlere bağlı değerlendirme teknikleri geliştirilmiştir. Bu değerlendirme analizlerinde amaç sistemi, değerlendirme tekniklerinin niteliğini ortaya koyar.

Bu teknikleri şöyle sıralıyabiliriz:

- a. Alternatiflerin maliyeti üzerine kurulu yöntem,
- b. Fayda teorisine dayalı yöntem,
- c. Çok kriterli analize dayalı yöntem

Yapım sistemi seçiminde, salt kantitatif değerlendirme kriterleri değil, aynı zamanda kalitatif değer kriterlerinin de göz önüne alınması gerektiğinden, fayda-değer analizi uygulamalarda daha fazla ağırlık kazanmaktadır.

İktisatta fayda değeri, bir ürünün belli bir ihtiyaç karşılamasıyla ilgili saptanan değeridir, yani kullanım değeridir. Fayda-değeri analizi bir problemle ilgili kavram alanlarının yorumlanmasında, bu yorumun nasıl değerlendirildiği hakkında

fikir vermektedir. Fayda-değeri analizi modelin sistematik stürüktüründe iki temel işlemler dizisi vardır:

Fayda-değeri analizi ile bir sistemi oluşturan her türlü fiziksel süreçle ilgili girdi irdelenmekte, sistematik olarak, adım adım ve matiksel bir yaklaşımla önerilen sistemin kendisinden bekleneni verip, vermediği belirlenmektedir.

#### 3.1.2.2.2. Değerlendirme Kriter Listeleri

Değerlendirme kriterleri listesinde kriterler; tesis yatırımı, kaynak kullanımı, maliyet, hız, sistem elemanlarının fiziksel performansı, sistem elemanlarıyla oluşan binaların depreme karşı mukavemeti, mimari tasarlama, önerilen projenin montaj uygunluğu başlıkları altında toplanmıştır. Bu başlıkların çoğunun yerine getirilip getirilmediğinin tahkiki, proje düzeyinde gerçekleşebilir. Önerilen bir projenin zamanında bitirilip bitirilemeyeceği gibi sorunlar da bu tür bir değerlendirmede ortaya çıkabilmektedir.

Yapım sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek kriter listesi ağırlıksız değerlendirme listesidir. Gerçek bir değerlendirmede elde edilen performnans değerleri, gene değerlendiricilerin belirleyecekleri ağırlık katsayısıyla çarpılarak o kriterle ilgili gerçek değer bulunur. Daha sonra her bir kriter için bulunan değerler toplanarak sözkonusu yapım sisteminin uç değeri belirlenir. Bu değerlendirme süreci içinde ağırlıklar duruma, olanaklara, ekonomi politikalarına göre değişeceğinden, aynı sistem farklı zamanlarda ve farklı değerlendiricilere göre başka başka değerler kazanacaktır.

##### a. Tesis yatırımı, personel, kapasite;

- Yatırım finansmanı;
- Tesisle ilgili personel gereksinimi;
- Üretim kapasitesi.
- Tesisin ömrü;

b. Kaynak kullanımı;

- Eleman üretimi;
- Taşıma;
- Montaj;

c. Maliyet;

- Brüt m<sup>2</sup> üretim maliyeti,
- Maliyet analizi,
- Enerji maliyeti;
- Döviz gereksinimi ve girdilere oranı;

d. Hız (Birim zamanda üretim kapasitesi)

- Eleman üretiminde,
- Eleman montajında.

c. Sistem elemanlarının fiziksel performansı;

- Dış kabuk elemanları;
- İç taşıyıcı ve bölme düşey elemanlar;
- Sistem elemanlarının darbeye veya doğal koşullara karşı dayanıklılığı,
- Sistem elemanlarının basınç mukavemeti;

e. Mimari tasarlama;

- Taşıyıcı sistemin kullanma gereksinmelerine uygun mekân büyüklüklerini verip vermemesi,
- Taşıyıcı sistemin gerektirdiği mekânsal büyüklük,

- Değişkenlik ve esneklik,
- Eleman yüzey dokusu çeşitliliği,
- Mekânsal biçimlendirmede ve kat yüksekliğinde serbestlik,
- Tesisat sorunlarının çözümü.

Alternatifler değerlendirildikten sonra uygun teknoloji seçilir. Uygun teknoloji seçiminde şu kriterlere dikkat etmek gereklidir: [Pınar İ., 1987]

- a. Zorunlu sermaye yoğunluğu gerekmedikçe emek yoğun teknolojiler.
- b. Küçük ve orta ölçekli üretim biçimleri.
- c. Kaynakları kısa vadede harcamayacak, yerel kaynakların optimum kullanımına yönelik ve emeğin beceri düzeyine uygun teknoloji.
- d. Yeni ve geleneksel sektörler arasında entegrasyonu sağlayacak teknolojiler.
- e. Göçün yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanların istihdamına yönelik teknoloji.
- f. Yörece basit üretim süreçlerine yönelik olan ve bölgede nitelikli işgücü gereksinimini azaltan örgütlenme, hammadde temini, finansman, pazarlama alanlarında kolaylık sağlayıcı teknolojiler.
- g. Ekonomik enerji kullanımı sağlayan, yenilenemez enerji kaynaklarını israf etmeyecek, çevreyi kirletip tahrip etmeyecek teknolojiler.
- h. Zorunlu olmadıkça topluma ağır bir yük olan ithal sermaye, ekipman, teknoloji gibi girdilere bağımlı olmayan, kolayca özümlenip kişi gelişimine katkıda bulunabilecek teknolojiler.

### 3.2. Örgütsel Analiz

Toplumun güncel ve geleceğe dönük ihtiyaçlarının karşılanması, karmaşık problemlere çözüm bulunmasıyla mümkün olacaktır. Bu problemlerin çözümü ise değişik uzmanlık alanlarına giren çalışmaların, istenen amaca ulaşacak şekilde, belli organizasyon ve koordinasyonla, sistemli olarak yapılmasını gerektirir.

İnşaat projeleri için söz konusu olan belirsizliğin iki bileşeni vardır; biri ekipler arasındaki karşılıklı etkileşimler üzerinde oluşan, üretkenliğin değişken düzeylerinin neden olduğu içsel, diğeri ise dışsal etkenlerin müdahalesinin neden olduğu belirsizlik.

Koordinasyon araçlarının görevi, bu belirsizliği en aza indirmektir. Yani her ekibi yapacağı iş hazır olduğunda projeye sokacak; bunu yaparken ne yapmaları gerektiğini, performans standartlarını ve uyulacak iş programını bilmelerini sağlayacak; ihtiyaç duyacakları tüm malzeme, bileşen, alet ve ekipmanları temin edecek; işin, onların normal uzmanlık alanları içinde yer almasını ve işi uygun şekilde gerçekleştirmek için motive edilmelerini sağlayacak bir ortam yaratmaktır. Gerçek hayatta görülemeyecek bu mükemmel durumun, minimum süre ve maliyete karşılık geldiği farzedilir. Belirsizlik ise her ikisini de arttırır.

[Kanoğlu A., 1994]

Örgütlenme birçok faktöre bağlıdır:

- a. Proje türü, organizasyon bakımından bunun büyüklük ve karmaşıklığı,
- b. Kuruluşun projedeki özel rolü,
- c. Kuruluşun mevcut tecrübesi, yönetim yapısı, yönetimin genel politikası ve davranışı,
- d. Proje ile ilgili kuruluşların birbirleri ile ilişkileri ve organizasyon yapıları,
- e. Projede çalışan ekiplerin yerleri, şantiyelerin durumu,
- f. Projenin önemi ve önceliği.

Etkili bir örgütlenme aşağıdaki hususları içermelidir:

- a. Proje kapsamının tanımı, yetki ve sorumlulukların iyi tanımlandığı yapısal bir plan,
- b. Eylemlerin lojik sırası ve birbirleri ile ilişkilerinin belirlenmesi, zaman ve kaynak analizi yapılması,

- c. Geri besleme, gözden geçirme yöntemleri kullanarak proje ilerlemesinin izlenmesi ve durum değerlendirilmesi yaparak, projenin gelecekteki durumunun kontrolü,
- d. Özellikle önemli program sapmaları ortaya çıkması durumlarında etkili olacak şekilde tasarlanmış, iyi bir karar verme prosedürü.

Kullanılacak yöntemlerin seçimi proje türüne, proje organizasyonuna ve proje ile ilgili kişilere bağlıdır. Bilgi, doğru kimselere uygun eylemleri yapabilme fırsatını verebilecek zamanda, hızlı ve etkili olarak aktarılmalıdır.

Bir projenin başarısının ölçülmesi ve değerlendirilmesi güçtür. Bu, belirtilen amaçlara, mevcut kaynakların kullanımı ile ilgili olarak, zaman, maliyet ve performans bakımından gerçekleşen duruma bağlıdır. İnsan gücü veriminin düşüklüğü veya kontrol olmaması genellikle pahalı başarısızlıklara neden olarak gösterilir. son araştırmalar proje maliyetini etkileyen en önemli faktörlerin.

- a. Kararların zamanında alınması,
- b. İhale öncesi hazırlıklar,
- c. Organizasyon yapısı,
- d. Sözleşme şartları,
- e. Proje hizmetleri taşeronları,
- f. Yapım ve üretim metodları,
- g. Planlama ve kontrol olduğunu göstermiştir.

Bir proje için organizasyon kalıplarını belirlerken amaç projeyi çizilen sınırlar içine yerleştirerek uygun bir örgütsel yapıyı tanımlayabilmektir. İnşaat projelerinin yönetimi açısından bakıldığında üç farklı tipte projeye karşılık gelen organizasyon mevcuttur. [Kanoğlu A., 1994]

### 3.2.1. Programlı Organizasyonlar

Basit konut, depo ve fabrika gibi binalar ile tekdüze yol inşaatını gerçekleştirmeye yönelik, spekülâtif amaçlı tek bir firmanın üstlendiği standart inşaat sistemlerini içermektedir. İnşaat işleri rutin, basit ve tekrarlı olup, mevcut dizayn; performans, maliyet, iş içeriği ve inşaat açılarından dikkatli analizi gerektirir. Yapıdaki her rol, mevcut bileşenler açısından, bunların ele alınma şekli, atölye, kullanılacak makina, ekipman, gerekli personelin sayı ve becerileri ile iş için standart süre yönlerinden tanımlanır.

Programlı organizasyonlar, deneyimli şantiye yöneticilerinin standart prosedürlere uygun olarak organize ettiği kuruluşlardır. Önemli ölçüde denetim sözkonusudur ve bu olası tüm belirsizlikleri elemeyi sağlar. Ticari varlıkları, talebin sürekliliğine bağlıdır. bu firmalar; büyük, ticari nitelikli, kararlı ve tahmin edilebilir ortamlarda çalışabilecek, ihtiyaçlarını başlangıçta ifade eden ve standart üründe değişiklik taleplerine yol açacak ikinci bir düşünceleri bulunmayan deneyimli müşterileri tercih eder.

Firma proje amaçlarını kabul eder, dizaynı, yönetimi, yapımı gerçekleştirir, buna karşılık müşteri paketin tüm ihtiyaçlarını karşıladığından emin olmalı, ilerlemeyi izlemeli ve faturaları zamanında ödemelidir.

### 3.2.2. Profesyonel organizasyonlar

Geniş bir tayfdaki bina tiplerini ve ağır mühendislik ürünleri gibi diğerinden farklı nitelikler taşıyan ürünleri gerçekleştirmek için profesyonel eğitim ile elde edilmiş, bilgi ve deneyime dayanan, projeye özgü çözümler üretmeyi amaçlayan organizasyonlardır.

Profesyonel kuruluşlar üyelerinin gelişmelerden haberdar olmasını isterler. Bu nedenle, sürekli olarak mesleki gelişme ihtiyacı hissederler. Bu büyüyen bilgi temeli, zaman içinde yeni mesleklerin doğuşuna da neden olur.

Bina yapımında pek çok farklı mesleki uzmanlaşma ortaya çıkmıştır. Bunlar; tasarım, yönetim ve yapım olarak üç grupta toplanabilir. Örneğin binaların dizaynı, strüktürleri, ayrı ayrı tüm servisler, akustik, peysaj ve diğer işler ayrı mesleki becerileri gerektirir. Benzer şekilde yönetim de bütçeleme, programlama, ihale, metraj, tahmin, planlama, satın alma, muhasebe ve insan kaynakları yönetimi gibi uzmanlık alanlarına bölünebilir. Yapım, çeşitli zenaat becerilerine sahip uzman ekipler tarafından paylaşılmıştır. Profesyonel çalışmaya gelince, zenaatkâların çalışmalarındaki esas koordinasyon aracı onların eğitim ve öğrenimiyle sağlanır. Her ekip işini, bir sonrakinin umduğu biçimde tamamlayıp teslim eder.

Bu tip organizasyonlar, amaçların kendilerine açıkça verilmesi ve teşhis ile uygun programın uygulanması kendilerine bırakıldığı durumlarda son derece etkin çalışırlar. Ancak profesyoneller, yeni programları kaçınılmaz olduğunda kabul ederler. Bu yüzden standart programlara uymayan problemler genellikle çözümsüz ve karmaşık bir hale gelir.

İhtiyaçlarının geleneksel yapım ile karşılanabileceğine karar veren müşteriler, profesyonel bir organizasyon kurma ihtiyacındadırlar. En küçük ve en basit projelerin dışındaki tüm projelerde geleneksel çözümlerin kullanımı müşterinin ürün açısından daha fazla sorumluluk kabul etmesini gerektirir. Müşteri, uzman profesyonelleri seçtiğini anlaması için çok deneyimli olmalıdır. Direkt denetim, üretkenlik düşüşüne sebep olacaktır. En tepede kendilerini de kapsayan bir yönetim hiyerarşisini oluşturmaları zorunludur. Yönetim hiyerarşisini kurarken müşteriler dizayn, yönetim ve yapım sorumluluklarının açıkça belirlenmesine ihtiyaç duyarlar.

Uygulamada sorumlulukların belirlenmesi, birkaç farklı yolla gerçekleştirilir. Ana kalıplar aşağıdaki şekillerdedir:

#### 3.2.1.1. Alt Yüklenicilik Esasına Dayanan Yaklaşım

Bu yaklaşım kaliteli sonuçlar üretme eğilimindedir. Müşteri, ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte bir dizaynın üretimi ile ilgilenecek ve yapım ekiplerini koordine edecek bir firmayı istihdam eder. Daha sonra, bu firmadan talimatları alacak her yapım ekibi ile ayrı ayrı sözleşme imzalar. Çok sayıda sözleşme yapılmış olması, bölünmüş sorumluluklardan kaçınmayı zorlaştırır. Bu durum müşterilerin önemli ölçüde risk ve sorumluluk almasını gerektirir.

#### 3.2.1.2. Genel Yüklenicilik Esasına Dayanan Yaklaşım

Burada tüm yapım işlerinin sorumluluğunu tek bir firma üstlenir. Bu firma yapım işleri kendi ekipleri ile gerçekleştirir ya da yapım işlerini alt yüklenicilere ihale eder. Bu yaklaşım yapım işlerine başlamadan önce dizaynın bitirildiği projelerde iyi işler. Müşteri; dizayn değişmediği sürece, süre ve maliyetler hakkında yapım işleri başlamadan önce önemli verilere sahiptir.

Genel yüklenicinin sözleşmesi; işin, tasarımcının onayını sağlayacak şekilde tamamlanmasını gerektirir ve ona standartların altında gerçekleştirilen işleri redetme hakkı tanır. Kaliteli üretim için dizayn ekibinin sözleşmedeki formel ilişkiden sıyrılıp, yapım ekibi ile direkt ilişki kurması gerekir. Bu durum genel sözleşmeye esas olan tasarımı değiştirdiklerinde, çatışma olasılığını yükselttiğinden daha da kötü sonuç verir.

#### 3.2.1.3. Yapım Yönetimi Esasına Dayanan Yaklaşım

Dizayn firması ve genel yüklenici; dizaynı birlikte yapar ve sonra nihai ürünü üretmek için gereken yapım ekiplerini koordine ederler. Müşteri herbiri dizayn talimatlarını dizayn firmasından, yönetim talimatlarını da yönetim firmasından alan tüm yapım ekipleri ile ayrı ayrı sözleşme imzalar.

Esnek bir yaklaşım olup amaçları açıkça belli olmayan müşterilerin yapım endüstrisini gerek dizayn gerekse yapım çözümleri açısından başarıyla

kullanmasına izin verir. Dizayn ve yapım ekipleri arasındaki direkt temas kalite standartlarının yükselmesini sağlar.

### 3.2.3. Problem Çözücü Organizasyonlar

Bu tür organizasyonlar, belirli bir görevi yerine getirmek için bir araya getiren probleme yönelik ekiplere güvenirlir. Bu ekipler, bürokrasinin tuzaklarından kaçınan son derece organik bir strüktüre sahiptir. Bunlar zor yapım projeleri için en uygun olanlardır.

Bu organizasyonlarda direkt hat yönetimi ve komuta birliği yoktur ve yönetici boldur. Her ekibin kendi proje yöneticisi vardır ve yatay koordinasyon yöneticileri, herbiri kendi alt projesinden sorumlu olan ekiplerin arasındaki ilişkiyi sağlar. Bunlar pek çok profesyoneli bünyelerinde bulundurmalarına karşılık profesyonel organizasyon değildirler.

Müşterinin sorunlarını standart programlar uygulamak üzere kategorize etmezler. Bunun yerine yenilikçi davranırlar ve bilinmeyene konsantre olarak problemin çözümünü ararlar. Bu organizasyonlar güç, karmaşık ve dinamik çevrelerle başa çıkmak üzere dizayn edilirler. Sofistike ve yenilikçi teknik sistemlerin üretimine ideal şekilde uygundur.

### 3.3. Ekonomik Analiz

Projenin olası maliyeti, uygulama kararlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Dolayısı ile gerçekçi bir yaklaşımla, projenin ekonomik açıdan farklı yönlerden incelenmesi gerekir. Ekonomik analizde öncelikle projenin hangi amaç için uygulanmak istendiği bilinmelidir. Bu amaca göre gerekli değerlendirmeler yapılır. Mesela bir genel müdürlük binası için maliyetin yüksekliği çok önemli bir faktör değildir. Kalite şirketin prestijini göstereceğinden her şeyden önemlidir. Bir ticaret merkezinde en önemli faktör birimlerin pazarlanabilirliği veya bir toplu konut kooperatifi inşaatında en önemli faktör, kooperatif

üyelerinin alım gücüne göre ödemeler dengesidir. Fizibilite etüdünde ekonomik analizi 6 aşamada inceleyebiliriz;

- 3.3.1. Pazar Analizi,
- 3.3.2. Finansal Bünye Analizi,
- 3.3.3. Bütçeleme,
- 3.3.4. Ekonomik Değerlendirme,
- 3.3.5. Kâr Planlama.
- 3.3.6. Finansal Kaynak Analizi

#### 3.3.1. Pazar Analizi

Pazar analizi inşaat yatırımlarının bir bölümü için büyük önem taşımaktadır. Turizm sektörüne yönelik bir inşaat yatırımında arz - talep dengesini ve çevresindeki benzer tesislerin varlığı veya bir kooperatif inşaatında üretilecek yapıların hangi kesime hitap edeceği, alım gücünün ve ödeme kapasitesinin ne olacağı gibi faktörler gözönüne alınarak değerlendirme yapılır.

Pazar analizinde tahminlerin doğruluğu, araştırmaların sağlıklı verilere dayanması ile mümkündür. Bundan ötürü istenen ürünün tanımı eksiksiz yapılmalı, nitelikleri kesin olarak belirlenmelidir. [Sharpe W. F., 1978]

Pazar analizinin sonuçları mimarî kararları ve kuruluş yeri seçimini etkiler. Pazar analizinde aşağıdaki incelemeler yapılmadır; [Gruneberg S. L., 1990]

##### a. Sunu Analizi

- Sayısal Açıdan,
- Niteliksel Açıdan: Konfor-servis ve kalite-fiyat gibi karşılaştırmalar yapılır. Bu karşılaştırmaları şu ölçütlere göre yapabiliriz;
- Coğrafi Açıdan: Proje konusu inşaatın kendi fonksiyonu ile özdeş, yakın çevresi ile ilişkileri incelenir.

b. İstem Analizi

Yörede belli bir istem olup olmadığı, istemi karşılayacak tesis yokluğu, istatistik veriler, anket çalışmaları, istem tahminleri, hitap edeceği kesimin olası talepleri, pazarlama, hangi müşteri tipine göre yapılacağı iyice belirlenir.

c. Fiyat Etüdü

Proje konusu pazarlamaya yönelik bir işse olası maliyetler, istem tahminleri ve pazar payı üzerinden fiyat seçimi yapılır. Fiyatın belirlenmesinde mimarî, malzeme kalitesi, yapım teknolojisi gibi faktörler büyük önem taşır.

d. İşletme Etüdü

Proje konusu kâr amaçlı işletmeye yönelik olabilir yada olmayabilir. Kâr amaçlı işletmeye dönük ise işletmenin yararlı ömrü boyunca elde edeceği gelir ve giderlerin hesaplanması gerekir. Giderlerin içinde yiyecek, içecek, personel, sigorta, faiz, vergi, bakım onarım gibi giderlerin yanında yaşama ömrüne bağlı olarak inşaatın amortismanı kullanım değeri olarak hesaplanmalıdır.

3.3.2. Finansal Bünye Analizi

Finansal bünye analizi, yatırımcı kuruluşun ticari çalışmalarına ilişkin bilgi vermek, yatırıma giriş nedenlerini açıklamak, yatırım projesi ve tecrübeleri üzerine genel bilgi sağlamak amacıyla düzenlenir.

Finansal bünye analizi özellikle yatırımcı firmanın teşviklerden ve kredilerden faydalanabilmek için fizibilite raporu içinde yer verdiği bölümdür. Bu analizde şu kriterler bulunmalıdır: [Brigham E., 1983],

- a. Ticari faaliyetlere ilişkin bilanço ve kâr-zarar tablolarının düzenlenmesi, borçların gösterilmesi;

Bu tablolar sayesinde işletmenin malî durumu, verimliliği ve kârlılığı ölçülür. Ancak proje geliştirme ve değerlendirme çalışmalarında yöneticiler ve kredi verenler için kısa ve uzun süreli borçlanma kapasitesini gösteren oranlar önem taşırlar. Bu oranlar kredi kuruluşlarının kuşkulandığı firmanın borçlarını ödeyip ödeyemeyeceğini ve firmanın borçlanma kapasitesini gösterirler.

- b. Yatırımcı kuruluşun taşınır ve taşınmaz varlıkları değerlerinin tablolar halinde gösterilmesi.

### 3.3.3. Bütçeleme

Proje yatırım tutarı, projenin sabit sermaye yatırımının ve işletme sermayesi gereksinimini kapsamaktadır ancak proje yatırım tutarını oluşturan kalemlerden beklenmeyen giderler ile yatırım dönemi, faizlerinin hesaplanabilmesi için öncelikle, anılan gider ve faizler hariç olarak hesaplanan proje yatırım tutarının, yıllara göre dağılımı yapılmalıdır. Yatırımın yıllara göre dağılımı tablosu ile harcama planının gerçekçi olması, harcama planının daha önce açıklanan yatırım uygulama planına uygun biçimde düzenlenmesine bağlıdır. Ancak uygulama planı ile harcama planı arasında, müteahhitlere önceden avans verilmesi, istihkak raporlarında hak edilen tutardan kesilen teminatların iş bitince ödenmesi, gümrük vergisi ve resimlerinin ertelenmesi veya taksitlendirilmesi v.b. nedenlerle tam uygunluk sağlanamayabilir. Bu gibi hususlar önceden bilindiği taktirde, harcama planının düzenlenmesinde dikkate alınmalıdır. [Çıracı M., 1993],

İnşaat maliyeti hesaplarında beklenen harcamalar 8 başlık altında düzenlenebilir;

- a. İşçi ve usta aylıklarına ilişkin maliyetler,
- Ek ücretler dahil ücret ve aylıklar,
  - Yasal, sosyal maliyetler,
  - İkramiye, ödül, prim, hediye, jübileler,

- Ücret ve aylıklara ilişkin ek maliyetler,
  - Geçici yabancı işçi maliyetleri.
- b. Yapı ve üretim malzemeleri maliyeti,
- Malzeme satınalma,
  - Nakliye, yükleme ve boşaltma.
- c. İskele, kalıp ve benzeri malzeme ile yardımcı ve işletme malzemeleri maliyetleri,
- Geleneksel iskele, kalıp malzemesi,
  - Standart iskele ve kalıp malzemesi,
  - Yardımcı malzeme,
  - İşletme malzemeleri,
  - Katı ve sıvı patlayıcı maddeler.
- d. Araç-makina maliyetleri,
- Kuramsal amortismanlar, faizler, sermaye maliyeti,
  - Bakım onarım maliyeti,
  - Yabancı makina araç kiralari,
- e. İşletme, atölye ve şantiye donanımı maliyetleri,
- Arsa ve binalar,
  - Atölye sabit donanım maliyeti,
  - İş ve büro donanım maliyeti,
  - Sabit ve gezici barakalar,
  - Şantiye tesisatları,
  - Küçük araç, alet ve gereç tüketim maliyeti,
  - Şantiye ve firma içi taşımalara ilişkin maliyetler.

f. Genel maliyetler,

- Teknik ve idari personel aylıkları,
- Yasal, sosyal personel aylıkları,
- İkramiyeler,
- Ek maliyetler,
- Geçici yabancı personel aylıkları,
- Teknik çalışmalarla ilgili maliyetler,
- Büro ve ulaşım maliyetleri,
- Hukuki işlemler,
- Diğer genel maliyetler.

g. Yabancı işçilik maliyetleri.

h. Taşeronluk hizmetleri maliyetleri.

Fiziki artış ve fiyat artışlarından oluşan beklenmeyen giderlerin hesaplanabilmesi için proje harcama planı düzenlenmelidir. Harcama planında, yıllara göre dağılımı gösterilen yatırım harcamaları üzerinden uygun oranda fiziki artışı da kapsayan yatırım tutarının hesaplanması ve yatırımın yıllara dağılımı tablosu düzenlenmesi sureti ile, projenin toplam finansman ihtiyacı ve bu ihtiyacın zaman içindeki dağılımı ortaya çıkmış olacaktır.

Bundan sonra, yatırım dönemi faiz giderinin hesaplanabilmesi için projenin yıllar itibarı ile saptanan finansman ihtiyacının karşılanmasında kullanılacak kaynakların öz ve yabancı kaynak olarak belirlenmesi, başka bir deyişle projenin finansman planının düzenlenmesi gerekmektedir.

Proje yatırım tutarının finansmanında kullanılacak yabancı kaynakların yıllara dökümü ardından yatırım dönemi faiz giderleri hesaplanmaktadır. Hesaplanan faiz giderlerinin yatırım tutarına ve finansman kaynaklarından özkaynaklara

eklenmesi, proje harcama ve finansman planlarını tüm unsurları ile ortaya çıkarmaktadır.

Finansman ve harcama planlarının düzenlenmesi şu yararları sağlamaktadır;

- a. Projenin finansman ihtiyacı ve bu ihtiyacı karşılayacak kaynaklar toplu halde görülmektedir.
- b. Projenin sabit sermaye yatırımının unsurları olan beklenmeyen giderler ve yatırım dönemi faiz giderleri hesaplanabilmektedir.
- c. Proje kârlılığının araştırılmasında, iskonto oranı olarak kullanılan sermaye maliyeti, proje finansmanında kullanılacak çeşitli kredilerin maliyetlerinin ağırlıklı ortalamasını almak sureti ile belirlenmektedir.
- d. Net bugünkü değer veya iç kârlılık yöntemlerine göre proje kârlılığı araştırılırken, yıllara indirgenen yatırım harcama tutarları harcama planından alınmaktadır.

Ayrıca proforma gelir ve fon akış tablolarının düzenlenmesinde fayda vardır. Proforma gelir tablosu, tahmini gelir-gider tablosu demektir. Bu tablo, bir yatırım projesinin yararlı ömrü içinde sağlaması beklenen gelir ve giderlerin yıllara göre karşılaştırıldığı ve yıllık faaliyet sonuçlarının kâr veya zarar biçiminde gösterildiği bir tablodur. Bu fonlar akışı ve rantabilite tablolarının hazırlanışına temel olmaktadır.

Proje kârlılığı onun malî sağlamlığını, diğer bir deyişle borçlarını ödeyebilme yeterliliğini göstermez. Projenin borç ödeme yeterliliği onun yaratacağı fonlarla ilgilidir. Bu nedenle, bir projede uzun vadeli borçların ödenmesine ayrılabilen fonların neler olduğunun belirlenmesi ve tahmini ile bunların yıllar boyunca gösterecekleri değişikliklerin izlenmesi çok önemlidir. Kendisinden beklenen fonksiyon yönünden fon akış tablosu projenin yararlı ömründe sağlayacağı fonlarla uzun vadeli borçların ana para ödemelerini karşılaştırır. [Aksu H., 1993]

### 3.3.4. Ekonomik Değerlendirme

Ekonomik değerlendirme metotları projenin ekonomik performansının ölçülmesini sağlar. Proje değeri, gelir-gider oranları, kârlılığı, duyarlılığı ve tercihler arasında karar verme bir takım ekonomik değerlendirme yöntem ve ölçütlerinden faydalanarak karara bağlanır. Bu değerlendirmeler en başta kişi ve toplumsal kârlılık olmak üzere iki tipte değerlendirilir. [Giritli H., 1993],

Bu yöntemleri geleneksel ve modern değerlendirme yöntemleri olarak iki başlık altında toplayabiliriz;

#### 3.3.4.1. Paranın Zaman Değerini Gözönüne Almayan Yöntemler

- a. Basit (ortalama) kârlılık oranı yöntemi : Bu yöntem, projenin sağlayacağı ortalama yıllık kârın projenin ortalama yatırım tutarı ile karşılaştırılmasıdır. Projenin sağlayacağı nakit girişlerinin zamanı dikkate almaması, farklı projeler arasındaki değerlendirmelerde, yeniden yatırım ve projelerin yaşam süreleri arasındaki farklılığı hesaba katmaması en önemli dezavantajlarıdır.
- b. Basit geri ödeme süresi yöntemi : Projeye yapılacak ilk yatırım harcamalarının, projenin sağlayacağı net nakit akışları ile ne kadar süre içinde geri ödeneceğinin belirlenmesinde kullanılır. Nakit girişlerinin zaman değerinin dikkate alınmaması ve geri ödeme süresinden sonra projenin temin edeceği nakit girişlerinin hesaba katılmaması en önemli dezavantajlarıdır.

#### 3.3.4.2. Paranın Zaman Değerini Gözönüne Alan Yöntemler

Belirlilik, risk ve belirsizlik durumlarında olmak üzere 3 durumda incelenir. Belirlilik durumu geleceğe ilişkin net bilgilerle çözümlenir. Risk ve belirsizlik durumları genelde birlikte ele alınır. Risk geleceğe ilişkin ortaya çıkma olasılıklarının bilindiği durumlarda, belirsizlik ise gelecekte ortaya çıkma olasılıklarının belirlenemediği durumlarda çözümlenir.

a. Belirlilik Durumu

- Paranın Zaman Değeri;
- Net Güncel Değer;
- Ayarlanmış Net Güncel Değer;
- İç Verim Oranı;
- Ayarlanmış İç Verim Oranı;
- Güncelleştirilmiş Geri Ödeme Süresi;
- Yıllık Değer;
- Kârlılık İndeksi;
- Başabaş Noktası Analizi;
- Değerlendirme Oranları;

b. Risk ve Belirsizlik Durumu

Gelecek belirsizliklerle doludur. Bu nedenle yatırım projelerinin birçoğunda varolan risk ve belirsizliği karşılamak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlere geçmeden önce belirsizlik ile risk arasında bir ayırım yapmak gerekir.

Risk durumunda gelecekteki olayların vuku bulma olasılıklarının bilindiği varsayılmaktadır. Olayların kesinliği olmadığı gibi olasılıklarında bilinmediği bir duruma ise belirsizlik denir.

Yatırım kararlarında riskin hesaba katılması için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunların arasında indirgeme oranının yükseltilmesi, geri ödeme süresi küçük olan projelerin seçimi, başabaş noktasının küçük tutulması ve olasılık analizi sayılabilir. Belirsizlik durumlarında karar vermek için duyarlılık analizlerinden ve çeşitli karar verme tekniklerinden faydalanabiliriz.

- Zamana Bağlı Teknikler; (Geri Ödeme Süresi ve Risk Oranı)
- Olasılık Analizi;

- Duyarlılık Analizi;
- Karar Verme Teknikleri;

Risk ve belirsizlik durumunda ekonomik performans değeriendirildikten sonra karar vermek, karar vericinin karakter özelliklerine göre değışir. Kişinin riske yatkın olması ya da olmaması kararı etkileyen en önemli faktördür. Yine burada karar vericiye yardımcı olması için bir takım teknikler geliştirilmiştir.

- a. Maximin Rule.
- b. Maximax Rule.
- c. Laplace Rule.
- d. Hurwicz Rule.
- e. Minimax Rule.

### 3.3.5. Kar Planlama

Yönetimin temel amacı, firmanın hiç bir yönüyle kontrol dışına çıkmadığından emin olmaktır. Bunun için temel oranların birbiri ile ilişkisinin sürekli kontrolü gereklidir. Bu kontrollerde çeşitli değeriendirme tekniklerinden faydalanılır.

#### 3.3.5.1. Başabaş Noktası Analizi

Kârlar, değışken maliyetler ve sabit maliyetler arasındaki ilişkiyi açıklayan ve bu ilişkilere dayanarak kâr plânlamaya analitik boyut kazandıran bir yaklaşımdır. Başabaş noktası, hangi satışların toplam maliyetleri karşılayacağını gösterir. Fiyat belirlemede, maliyet kontrolü ve alternatif genişleme programları için, karar vermede yönetsel faaliyetler için bir yol göstericidir. [Tolga E., 1994]

Başabaş noktası analizi 3 ayrı fakat birbiri ile ilişkili yerde kullanılır:

- a. Faaliyet Kaldırıcı: Değışken maliyetler yerine sabit maliyetlerin ağırlıklı olduğu, makineleşmeye ağırlık verildiği modernizasyon durumunda.
- b. Satış Hasılatı: İşletmeler düzeyinde genel genişlemenin etkilerini göstermede.

- c. Yeni Ürün Kararları: Önerilen projede başabaş noktasına ulaşacak yeni ürünün satış hacmi genişliğinin bulunmasında.

#### 3.3.5.2. Kaynaklar ve Fonların Kullanımı

Bir firma borçlanma ihtiyacı hissettiği zaman uzmanlar şu 3 sorunun cevabını ararlar;

- Firma sahip olduğu parayla ne yapmaktadır
- Yeni fonlarla ne yapacaktır
- Aldığı borcu nasıl geri ödeyecektir

Bu ilk soru, kaynaklar ve fonların kullanımı durumunca cevaplandırılır. Sağlanan bilgi firmanın gelişme yapip yapmadığını veya problemlerin devam ettiğini gösterir.

Bir kaynak oluştururken amortisman maliyetlerini de değerlendirmek gerekir. Fon kaynağı olarak amortisman ekipmanların maliyetini yansıtan gelirlere karşı kullanılan yıllık masraftır.

Kaynaklar ve fonların kullanım verileri, tahmini kaynaklar veya projelendirilmiş kaynaklarla analiz edilebilir. Bunlar gelecek dönem boyunca fonların nasıl kullanılacağını ve nasıl plânlanacağını gösterir.

#### 3.3.6. Finansal Kaynak Analizi

Finansal kaynak analizini özkaynakların, teşviklerin ve borçların değerlendirilmesi olarak üçe ayırabiliriz. Finansal bünye analizinde yapılan incelemeler ve oluşturulan nakit akım tabloları neticesinde ne tür fonlardan faydalanılacağına karar verilir.

#### 3.3.6.1. Özkaynaklar

Özkaynakların analizi finansal bünye analizinde geniş ölçüde yapılır.

#### 3.3.6.2. Teşvikler

Yatırımın teşvik tedbirlerinden yararlanıp yararlanamayacağı içinde bulunduğu sektörle ilgilidir. Devlet, uyguladığı teşviklerle belirli bir kayba uğrasada kısa bir sürede bu kayıp geri alınabilmektedir. Yatırım belgeli ve teşviklerden yararlanan projelerin, belgede belirtilen niteliklere uygun inşaa edilip edilmedikleri yerinde yapılan kontrollerle projenin ömrü boyunca denetlenmektedir.

Teşvikler şu unsurlardan oluşur;

##### a. Genel kurallar,

- Teşvik belgesi alınması,
- Yatırımın mevcut şirket tarafından yapılması,
- Yatırımın yeni kurulacak şirket tarafından yapılması,
- Yabancı ortak alınması,
- Anonim şirket kurulması.

##### b. Yatırım dönemi teşvikleri,

- Gümrük muafiyeti,
- Teşvik primi ödemesi,
- Kaynak kullanımı destekleme fonu primi,
- Döviz tahsisi,
- Orta ve uzun vadeli yatırım kredilerinde vergi, resim ve harç muafiyeti,
- Bina inşaat harcı muafiyeti,
- Ayni ve nakdi dış krediler,

- K.D.V.'nin ertelenmesi.

c. İşletme dönemi teşvikleri,

- Kurumlar vergisi muafiyeti,
- Emlak vergisi muafiyeti,
- Yatırım indirimi,
- Elektrik, havagazı ve su ücretlerinde indirim,
- Peşin vergi ödemeleri muafiyeti,
- Haberleşme kolaylıkları,
- Orman fonuna katkının taksitlendirilmesi,
- Kamu arazisi tahsisi.

d. Denetleme ve cezalar,

- Denetleme yetkisi,
- Uyarma cezası,
- Para cezaları,
- Yatırım veya işletme belgesinin iptali,
- Cezalara itiraz ve dava açılması,
- Diğer cezalar.

### 3.3.6.3. Finansal Kaynaklar

Bir fizibilite etüdü üzerinde çalışırken özkaynakların yetersiz olduğu durumlarda finansal kaynak arayışına girilir. Firma borçları vade yapısının, beklenen kazanca ve riske nasıl etki ettiği bilinmelidir. Dolayısıyla farklı kaynaklar değerlendirilirken herbirinin avantaj ve dezavantajları bilinmelidir.

Finansal kaynaklar kısa ve uzun vadeli olmak üzere başlıca iki gruba ayrılır. Bir yıl içinde geri ödeme programına konan borca kısa vadeli, bir yıldan uzun geri ödeme programına konan borca uzun vadeli diyoruz. [Beyazıt F., 1990]

#### 3.3.6.3.1. Kısa Vadeli Finansman Kaynakları

Başlıca 5 türü vardır:

##### a. Firmalar arasındaki ticari kredi

Firma kendine gereken malzeme ve materyali diğer firmalardan kredi ile temin eder ve borcunu, ödenecek borçlar hesabına kaydeder. Ticari kredi ya da diğer adıyla borç hesabı en yaygın kısa vadeli kredi kategorisidir, sıradan işlerden kendiliğinden doğan; spontane finanslama kaynağıdır.

Kredi süresi alıcının ödeme yükümlülüklerinin yayıldığı vadeyi tanımlar. Ürünün ekonomik doğası, satıcıların durumu, nakit iskontoları ve izahlı kredi süreleri kredi süresini etkileyen başlıca dört faktördür.

Ticari kredi, firma için iki yönde önemlidir; hem finansal satınalmalar için bir kredi kaynağıdır hem de firmanın kredi satışlarını müşterilere finanse etme derecesindeki bir fon kullanımudur. Büyük firmalarla, her büyüklükteki iyi finanse edilmiş firmalar ticari kredinin net arz edicisi olma eğilimindedirler, küçük veya çeşitli büyüklükteki iyi finanse edilmemiş firmalar ise ticari kredinin net kullanıcıları olma eğilimindedirler. Ticari krediyi arz etmenin mi yoksa kullanmanın mı daha iyi olduğu konusunda bir genellemeye gitmek imkansızdır. Bu konudaki seçim firmanın kendi durum ve politikasına bağlıdır.

Finansal kuruluşlardan kredi alma imkanı olmayan firmalar ticari kredi almak yoluna gidebilir. Satıcı endüstride ki ticari deneyimleri bilirse, müşterisinin kapasitesini ve ona kredi vermenin riskini tayin etmek konusunda genellikle başarılı olur. Ticari kredinin miktarı alıcının satın aldığı mala göre değişir. bazen ticari kredi alıcı açısından sürpriz derecede pahalı olabilir. Kullanıcının genelde finanslama formları yönünden ticari krediden başka alternatifi yoktur ve alıcının yönlendiği maliyetler, satıcının riskleri ile aynı olabilir. Ancak bazı örneklerde kullanıcının ticari kredinin yüksek maliyetinin farkında olmaması sebebi ile bu

tür kredi rahatlıkla kullanılır. Diğer bir ekstrem durumda ticari kredi, kuvvetli bir para yardımı veya satıcı tarafından düşünülmüş bir satışı arttırma hilesi şeklinde ortaya çıkabilir. Üreticiler yeni firmalara, yeni kuruluşlardan daha uzun kredi süreleri ile finansman sağlamaktadırlar.

b. Ticari banka kredileri

Kısa dönem finanslama kaynakları arasında ticari kredinin ardından ikinci sırada bulunur. Bankalar, kısa ve orta dönem para piyasalarında bir kalkan teşkil ederler. Nonspontane fonlar sağladıklarından etkileri görüldüğünden daha büyüktür. Firma, finanslama ihtiyacı arttığında bankalardan ilave fon sağlamalarını ister. Eğer istekleri reddedilirse, iki alternatif söz konusudur; ya büyüme oranının aşağıya çekilmesi ya da faaliyetlerin durdurulması yoluna gidilir.

Ticari bankalarla diğer finansal kuruluşlar arasındaki rekabetin artması, bankaların ataklığını arttırmıştır. Bugün modern ticari bankalar, uzun vadeli finansal ve mesleki hizmetler sunmaktadırlar. Büyük bankaların bir çoğunda, firmalara danışmanlık ve birçok ihtiyaçlarını karşılamakta aracılık yapan mesleki geliştirme departmanları mevcuttur.

c. Ticari kağıtlar

Ticari kağıt; büyük firmaların vaat teskerelerinden meydana gelmiş olup diğer firmalara, sigorta şirketlerine, emekli fonlarına ve bankalara satılmaktadır. Ticari kağıtların değeri banka kredilerinininkine oranla çok düşük olduğu halde, son yıllarda bu finanslama formu hızla önem kazanmaktadır.

Ticari kağıt vadeleri, iki ila altı ay arasında değişmektedir. Ticari kağıt üzerindeki oranlar değişmekle birlikte mesleki borçlardan % 1.5 oranında düşüktür.

Ticari kağıtların bazı önemli avantajları bulunmaktadır; Kağıdın en geniş ve en avantajlı dağılımına izin verir. Diğer metodlara göre daha düşük oranlarla daha fazla fon sağlamaktadır. Borçlu, teminat akçesi talep eden kuruluşlarla finansal düzenlemelere girmenin zahmet ve maliyetinden kaçınmaktadır. Borçlunun ürünü ve ticari kağıtları daha geniş bir alanda tanındığında hem reklamını yapmış olmakta hem de prestij sağlamaktadır. Ticari kağıt tüccarları, müşterilerine sık sık değerli önerilerde bulunmaktadır.

Teminat altına alınmış borçlarda defter tutma maliyetinin genelde yüksek olması, teminatsız borç almayı daha uygun bir tercih durumuna sokmaktadır. Çeşitli formlarda teminatlar kullanılabilir; pazarlanabilir sermaye hisseleri veya bonolar, arazi ve yapılar, teçhizat, envanter ve alacak hesapları, pazarlanabilir tahvil ve senetler mükemmel bir teminat olmakla birlikte az sayıdaki firma sermaye hissesi ve bono portföylerini tercih etmektedirler. Benzer şekilde, gayrimenkul ile teçhizatlar da iyi teminat formlarıdır, ancak bunlar genelde uzun vadeli borçlara teminat teşkil ederler. Kısa dönemli borçlarda kısa dönemli aktiflerden alacak ve stoklar teminat olarak gösterilir.

d. Alacak hesabında finanslama (faktörleme)

Alacakların hem teminat olarak gösterilmesini hem de satılmasını ( faktörleme ) kapsamaktadır. Teminat olarak gösterilmiş alacak hesaplarında ödememe riski borçluya aittir. Alacak hesabı satışları ( faktörleme ) borç veren kişi ya da firmanın borçluya başvurmadan alacak hesabındakileri satın almasını ifade eder. Mal alıcısı transfer konusunda bilgilidir ve ödemeyi direkt olarak borcu verene yapmaktadır.

Öncelikle satıcı ve faktör arasında yasal yükümlülükleri ve metodik düzenlemeleri tanımlamak üzere bir anlaşma yapılır. Satıcı alıcıdan bir sipariş aldığı anda bir kredi kabul pusulası hazırlanıp kredi kontrolünün yapılabilmesi için acilen faktörleme kuruluşuna gönderilir. Faktörün satışı onaylamaması halinde, satıcı genellikle siparişi geri çevirir. Bu prosedür satıştan önce satıcının, alıcının

kredi itibarı ve faktörün kabul etme olasılığı konularında bilinçlenmesini sağlar. Eğer satış onaylanırsa sipariş karşılanır ve fatura, alıcıya ödemeyi doğrudan faktörleme kuruluşuna yapmasını bildirecek şekilde damgalanır.

Faktörleme, normalde sürekli bir prosestir. Satıcı siparişi alır, bu satınalma siparişlerini onaylamak üzere faktöre gönderir, mallar sevk edilir, faktör peşinatı satıcıya gönderir, alıcılar gerektiğinde faktöre ödeme yaparlar ve faktör periyodik olarak aşırı rezervleri satıcıya aktarır. İş programı bir kez kuruldu mu, mal ve fonların sürekli akışı satıcı alıcılar ve faktör arasında sağlanmış olur. Böylece, faktörleme anlaşması yürürlüğe konunca buradan kaynaklanan fonlar eş zamanlılık özelliği kazanırlar.

Alacak hesabını teminat gösterme ve satma ( faktörleme ) işlemleri rahat ve avantajlı olmakla birlikte epeyi pahalı olabilir. Kredi kontrol komisyonu, faktör tarafından onaylanan faturaların bedllerinin %1 ila %3'ü kadardır. Paranın maliyeti, faktöre ulaşan fonun ödenmemiş kısmı üzerinden %8 ila %12'lik faiz oranında bulunur. Aşırı riskli durumlarda, faktör faturaları piyasa değerinden iskontolayarak satın alır.

Gelecekte alacak hesabı finanslamanın öneminin artacağı şeklinde bir kehanette bulunulabilir. Kompüter teknolojisi, kredi kayıtlarının kişi ve firmalarca kompüter hafızalarında saklanmasına imkan vermektedir. Kredinin iyi olup olmadığı, bankaların satış bittiğinde alacak hesabına talip olup olmayacağı ve faturaların değerinin güncel değerlere göre hangi oranda düşürülebileceği otomatikman öğrenilebilecek bu, alacak hesabı finanslamanın çok küçük satışlarda bile kullanılmasını mümkün kılacak ve tüm alacak finanslama işlemlerinin maliyetini düşürecektir. Sonuç olarak alacak hesabı finanslamada göze çarpan bir yayılma olacaktır.

e. Stok finanslama

Kredilerin geniş bir bölümü iş envanterlerinden sağlanmaktadır. Eğer bir firmanın kredi riski nispeten düşükse, stok varlığı teminatsız borç elde edebilmek için yeterli olabilir. Firma yüksek bir riske sahipse, borç veren kuruluş stok üzerinden örtülü haciz formunda bir teminat için ısrar edebilir. Emanet alındıları ve arazi ambarı gelirleri, stoğun borç teminatı olarak kullanıldığı metodlara örnektir.

Emanet alındılarında olduğu gibi ambar finanslamada da stok, teminat olarak kullanılmaktadır. Mal genel ambarlarda veya alıcının sahibi olduğu arazi ambarlarında stoklanabilir. Kabul edilebilir ürünler kolay bozulmayıp iyi gelişmiş, organize pazarlarda satılmaktadır. Kolay bozulmama, gerektiğinde teminata elkoyma durumunda olan borç vericiyi korumaktadır.

3.3.6.3.2. Uzun Vadeli, Finansman Kaynakları

a. Leasing

İktisadi malların kiralanmasını, M.Ö. 10. y.y.'da Fenikeliler'den başlayarak görüyoruz. 1950'lerde Amerika'da büyük bir gelişme gösterdikten sonra Avrupa'ya atlamıştır. Aristoteles ;"Servet, gerçek zenginlik; mal sahipliği yerine kullanım zenginliğinde bulunur." demiştir. Bugün de leasing metodu " Kâr; sermaye mallarının mülkiyetinden değil, kullanılmasından doğar." prensibine dayalıdır. [Taban B., 1990]

Finansal kaynak sağlama yollarından orta ve uzun vadeli finansman şeklidir. Çoğu zaman kredi işleminden pahalıdır. Firma kendi özkaynak sermayesini kullanmadan, ekipman sahibi olma ve ekipmanını yenileme imkanı bulur. Demode olmak, mal sahibi olmaktan dolayı verilen teşvik ve vergi indiriminden faydalanmak gibi avantajları vardır. Sanayinin yenilenmesine, rekabeti arttırarak finansman maliyetini düşürmeye ve ekonomik istikrara yardımcı olur. En etkili

faydası k t finansman kaynaklarının en etkili şekilde doğrudan yatırımlara tahsisine yaptığı katkıdır. [Eminol C., 1994]

Leasingin başlıca 4 çeşidi vardır.

- Kiracıya malın hurda değeri üzerinde hak tanıyan kiralama,
- İşletme kiralaması,
- Gayri menkul kiralaması,
- Bakım işleri kiralaması.

Özel şartlı Leasing türleri olarak aşağıdaki kiralama şekilleri sayılabilir.

- Tamamı ile ödenmemiş kiralama.
- Tamamı ile  denmiş kiralama.
- Dolaylı kiralama.
- İhtisaslaşmış hizmet kiralaması.
- Sınır  tesi kiralama.
- Karşılıklı  ift kiralama.
- Dolaylı uluslararası kiralama.
- Satış ve geriye kiralama.
- Trampa kiralama.
- İyileşen kiralama.
- Ortaklık yoluyla kiralama.
- Seken  demeli kiralama.
- Deneme süreli kiralama.

Leasingin tercih sebepleri ve faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- a. Anapara korunur: Malın maliyeti finansman girdisi yaratır. Böylece kapital başka projelerde kullanılabilir. Ancak ipoteğe gerek duyulduğunda sabit yatırımlar az olur.

- b. Esneklik: Leasing şirketlerinin anlaşmaları banka ve bankerlik kuruluşlarına göre daha esnektir. Kira ödemeleri kiracının kâr beklentisine göre düzenlenebilir, getirisi yetersiz bulunduğu maldan vazgeçme şansı tanınır.
- c. Kısıtlardan kaçınma: Yatırım mevzuatlarının ağırlığı karşısında leasing kiracıya kolaylık sağlar. (özellikle kamu sektöründe)
- d. Nakit paranın serbestliği: Leasing, nakit parayı daha prodüktif kullanımı olan mallara yatırarak kazanç sağlama imkânı vermektedir.
- e. Vergi etkinliği: Faiz oranı yüksek olduğu halde, vergi indirimleri veya ertelemeleri sayesinde leasing maliyeti düşebilir. Kira ödemeleri genellikle işletme gideri olarak düşülebilir.

Leasing'in kiracıya cazip gelen özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- a. Kiracıdan malı kullanmaya başladığı anda malın bedelinin sadece bir kısmını almak.
- b. Malın kısa sürede demode olması riskinden kısmen veya tamamen kurtulmak.
- c. Bir takım kânuni, idari, vergisel ve diğer giderlerin kira bedellerine yayılmış olması.

Leasing'in kiralayan açısından cazip özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- a. Kiralayan malın üreticisi olduğu durumlarda, özellikle alıcıların finansal açıdan güçlü olmadığı piyasalarda mallarını satabilmek şansını yakalarlar.
- b. Kiralayanın profesyonel bir finansman kurumu olması durumunda, kuruluş sağladığı fonu, krediye dönüştürme şansı bulur. Ayrıca finansman şirketi kanunlar karşısında yatırımcı taraf olduğu için bütün yatırım teşviklerinden ve mala ait amortismandan faydalanır.

## **BÖLÜM 4. DÜŞÜK ENERJİ MİMARLIĞI YAKLAŞIMININ BİNA MALİYETİNE ETKİLERİ**

### **4.1 Yatırım Projeleri Ve Düşük Enerji Mimarlığı Yaklaşımıyla Yapılabilirlik Çalışmaları**

Türkiye hızla gelişen ve değişen dünya şartlarına dikkatle uyum sağlamaya çalışmak zorunda olan, stratejik konuma sahip bir ülkedir. Yatırımların ülke ekonomisi içerisindeki yeri tartışılmaz. Yatırımların ülke ekonomisi içerisindeki yeri tartışılmaz. Yatırımların istikrarsız yapılması, yanlış metodlarla uygulamaya konulması, maliyetlerin yüksek tutulması gibi menfi tesirli bu çeşit önemli konular ele alındığında hem yatırımcının, hem de ülkenin maddi ve manevi kaybı ortaya çıkmaktadır. Ülke kaynaklarının israfına neden olunmaktadır. Bu da, ülke vatandaşının her ferdini hissettirmeden ve doğrudan doğruya nüfuz ederek bütün yaşamını olumsuz etkilemektedir.

Yatırım yapabilecek maddi ve manevi güce sahip yatırımcıların fevkalade bilgilendirilmesi ve kendilerine değişik alanlarda kazanılan tecrübelerin aktarılması gereklidir. Yatırımcıların istikrarsız ve sağlıksız yatırım yapma teşebbüsleri sonucu oluşan ekonomik ve mali kayıplar, makro ölçekte ülkenin, mikro ölçekte vatandaşların kaybı sayılır.

Yatırıma katkıda bulunan, duran ve dönen bütün varlıklar yatırım kapsamında yer alır. Yatırım tanımlarının ve sınıflandırmaların çeşitliliği, değişik veya yanlış

tanımların ve sınıflandırmanın yapıldığı anlamını taşımamaktadır. Yatırım projesi, teknik, örgütsel ve ekonomik yapılabilirliğe sahip küçük bir yatırımdır.

Yatırım projesi, komple yeni işletmeler kurmak, kurulan tesisleri genişletmek, otomasyona gitmek, ürünlerin niteliklerini veya farklı ürün çeşitlerini geliştirmek, dağıtım organizasyonunu genişletmek, işletmenin çalışma ortamını verimli kılmak, pazar genişletmek, mevcut gayrimenkulu ekonomik veya sosyal fayda sağlayacak şekilde değerlendirmek, uygun üretim teknolojisini belirlemek, ekonomik karlılık oranını arttırmak, çevreyi korumak, araştırma ve geliştirme çalışmaları yapmak amaçlarından biri veya birkaçı için yapılabilir.

Yatırım projeleri, ekonomik olarak bağımsız olma yada olmama, zorunlu yatırım, geliştirici yatırım, risk taşıyan veya taşımayan yatırım, belirsizliği yüksek olan yatırım gibi isimler altında hazırlanır ve değerlendirilirler. Yatırım projeleri, her bakımdan yorumlanabilme ele alınabilme imkanına sahiptir. Yatırım projeleri sonuçlarına göre kötümser (pesimistik), iyimser (optimistik) ve gerçekçi (realist) olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir.

Değişik amaçlarla hazırlanan yatırım projeleri arasında en mükemmelinin seçimini yapmak gerekmektedir. Düşünce düzeyinde mükemmeli yakalayan proje, detaylı bir incelemeye hak kazandığı zaman, projenin yürütülmesiyle ilgilenecek yatırımcıya en verimli ve karlı bir taslak şeklinde ulaşacaktır. Eğer ön analizler önerilen projenin cazip bir proje olduğu imajını veriyorsa, projenin uygulamaya geçirilmesi çalışmaları başlatılacaktır.

Projenin genel ekonomik değerlendirilmesi, projenin fizibilite raporuna dayanan çok önemli bir safhası olup, daha özel ve titiz olarak proje ile ilgili ekonomik, teknik ve finansal bilgilerin ve dökümanların incelendiği ve sonucunda projenin seçimi, değiştirilmesi veya reddedilmesine karar verilebilecek sistematik bir çalışma ve yöntemidir. Projenin hazırlanması ve hazırlanırken birçok safhada ekonomik değerlendirmenin de yapılması projedeki eksiklikleri giderici bir çalışma metodudur.

Proje değerlendirme tekniği ile ilgili metod ve çalışmalar, özellikle, son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Farklı kalkınma düzeyinde olan ve çeşitli ekonomik sistem izleyen ülkeler, kıt olan ülke kaynaklarının en verimli metodlarla kullanılabilmesi için proje düzenlemede en iyi ve yeni kriterleri bulmaya ve gözden geçirmeye çalışmaktadırlar.

Yatırım projeleri, zaman kaybını önleyici ve mevcut kıt değerlerin israfına engel olan bir teorik çalışma safhası olup, yatırımcının düşünmesiyle uygulamanın tamamlanması arasında fevkalade önemli bir köprüdür. Köprünün her iki tarafında faydalar ve riskler vardır. Yatırımcı projelendirme safhasında, faydalarını garantilemek ve risklere karşı önlem alıcı kararlar vermek zorundadır. Projelerinde en ucuz işçilik, en ucuz teknoloji, en ucuz arazi, en ucuz bina-inşaat, en ucuz yönetim ve işletmecilik ile en yüksek kâr anlayışını benimseyen müteşebbisler kendi sıkıntı ve problemlerinin sebeplerini ve çözümlerini her ne şekilde arasalar dahi, doğrudan doğruya ve yalnızca kâr ilişkisini zihinlerinde yerleştirdiklerinden onlara anlatılacak şey bulunamayacaktır.

Her projenin konusuna, işin karakteristiğine, zamanın şartlarına ve bilhassa yatırımcının iş tutumuna göre değişik bir seyir takip ettiği ve yönlendiği görülmektedir. Yatırım projelerinin hazırlanmasında gösterilecek hassasiyet yatırımcı kadar, ülke ekonomisi için de önemlidir. Bir yatırım projesinin hazırlanması değişik alanlarda ihtisaslaşmış uzmanların katıldığı ve sırası ile yapılan geleceğe ilişkin taslak, tahmin ve hesaplamalardan oluştuğu malumdur. Projenin başlangıcında "bu işin niçin, ne maksatla, ne ile, ne zamana kadar ve ne kadar maliyetle" sorusuna cevap bulunabilmelidir.

Ön yapılabilirlik çalışmaları sırasında, yatırım konusu tesbit edildikten sonra, pazar imkanlarının olup olmadığı incelenmesi gereklidir. Bir projede piyasa araştırması, verilen fiyattan toplumun satın alacağı düşünülen proje kapsamını tahmin etme işlemidir. Bu kapsam üretilcek binalara duyulacak talebin miktarıdır. Ürünün piyasaya vereceği hareketin bilinmesi ve alınan işarete göre kapasitenin yönlendirilmesi piyasa araştırmasında tesbit edilir. Ürünün pazarının olup

olmadığının sağlıklı olarak belirlenmesi, yatırım konusu projenin hazırlanması, değerlendirilmesi, pazar hakkında karar verilmesi ve uygulanabilirliği önceden tahminen bilinebilmelidir. Yatırımcı ne yapacağını hesap edebilmelidir.

İnsanlar olmazsa binaların hiçbir kıymeti yoktur. Yatırım projeleri için yapılan tüm çalışmalar, bir organizasyon ve koordinasyon çabası ile gerçekleşir. Organize etme veya dizayn işi ile mimari çalışmalar birbirine fazlaca benzerler. Uyum yakalama, dengeleri kurma ve bağlantıları hesaplama gibi her bir çalışma dikkat edilen teknik kaidelerden biridir. Yatırım projeleri, örgütlü ve sıkı çalışmayı, ileriye görmeyi ve bilgili olmayı gerektiren bir çalışmadır. Analiz çalışmalarını en ince detaya kadar sürdürmek projenin başarısı için şarttır. [Cavlı, M., 1995] [ ]

Yatırım Projesi geleceğe ilişkin projeksiyonlar oluşturabildiği sürece başarılıdır. Gayrimenkul yatırımlarında güncel eğilimler gözönüne alınmalıdır. Petrol krizi, Yatırım projelerinde, ön değerlendirme aşamasında çizilecek portrenin, küresel gerçeklerle ne ölçüde ilişkide olduğunun en belirgin kanıtıdır. Nitekim birçok gayrimenkul sahibi ısıtma aygıtlarını değiştirmek zorunda kalmıştır. Bugün ise atmosferdeki zararlı güneş ışınlarını absorbe ederek yeryüzünü sağlıksız ışınlardan koruyan ozon tabakasının, çevre kirliliği sebebi ile delinmesi ve doğal yeraltı enerji kaynaklarının plansız ve programsızca tüketilmesi yakın gelecekte sadece bina kullanıcıları olarak sınırlı değil, tüm insanlığın ortak problemi olarak ortaya çıkacaktır. Gayrimenkul yatırım projelerinde yatırım fikrinin oluşmasından binanın işletme devrine dek yapılan çalışmalarda enerji korunumu ve ekolojik denge perspektifi ile hareket edilmesi aynı zamanda geleceğe yapılan bir yatırımdır.

Yatırım projesinin kapsamı oluşturulurken, ürünün içinde yer alacağı sektör, sektörün genel özellikleri ve yatırım projesinin kapsam ve amaçları öncelikli olarak belirlenecek kriterlerdir. Düşük enerji mimarlığı yaklaşımı ile yatırım projelendirmesi, yani düşük enerji mimarlığının yapılabilirlik çalışmaları kapsamında başlıca amaçlar, binalarda enerji sarfiyatını minimize etmek, tükenmez enerji kaynaklarından maksimum oranda faydalanmak, doğal çevreyi korumak ve tüm bunları yaparken kullanıcı konforunu arttırmak ve maliyetleri kabul edilebilir

düzeylerde tutmak olarak özetlenebilir. Bina yapımı inşaat sektörü içinde yer aldığından sektör içindeki eğilimlerin irdelenmesinde fayda vardır. Bina özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklere göre yatırım projesinin hazırlanması gerekir. İlerki bölümlerde, bir düşük enerji binası için hazırlanacak değerlendirme çalışmasında bina alt sistemleri, doğal çevre korunumu ve yapım ekonomisi arasındaki bağıntılara dikkat çekilecek yatırım projelerinde dizayn aşamasından başlayarak yapılabilecek ön değerlendirmelerin altı çizilecektir.

#### 4.2. Mevcut Yaklaşım Ve Uygulamalar

Düşük Enerji Mimarlığı yaklaşımının bina maliyetine etkileri kapsamında yer verilen bilgilerin çoğu yurtdışında konu ile ilgili yapılan çalışmalardan ve uygulamalardan sağlanmıştır. Türkiye'de uzun yıllardır Üniversitelerimizde ve Tübitak'ta yapılan araştırmalar finansal destek bulmakta zorlandığından uygulamaya geçirilememiştir.

İngiltere'nin Milton Keynes kasabasında 1985 yılında Dünya Enerji Sergisi arazisi üzerinde inşaa edilen Courtyard evleri, 1986 ile 1989 yılları arasında Westminster Üniversitesi Bina Araştırma grubu tarafından gözlenmiştir. Binaların planları 'T' şeklinde ve kompakt bir formdadır. Oturma alanları 144 m<sup>2</sup> olup yığma sistemle inşaa edilmişlerdir.

Döşemede kullanılan 10 cm yoğun polistiren ısı yalıtımı ile k değeri 0.27'dir. Dış tarafta beton ve iç tarafta tuğla olan çift duvarın içi foam ile doldurulmuş ve 0.27'lik k değeri sağlanmıştır. Çatıarası 15 cm camyünü ile yalıtılmış ve k değeri 0.21 olarak saptanmıştır. Pencerele biri tripleks diğeri tek cam olmak üzere çift binili imal edilmiş ve k değeri olarak 0.90 ile 1.1 arasında değişen değerler sağlanmıştır (bu sistem k değeri 2.8'lerde seyreden çift cama göre 3 kat yüksek performansa sahiptir).

Isıtma sisteminde kullanılan ve %81 verimli gaz yakmalı boyler, yılda mazota oranla 18 Paund daha ucuzdur. Yüksek performans tedbirleri neticesinde enerji kaynağından %60 tasarruf sağlanmıştır. Tüm ek tedbirlerin maliyeti bina toplam maliyetini 8000 Paund arttırmıştır. Bu tutarın 20 yıl içinde geri ödeneceği

varsayılmışken izlemeler sırasında beklenenden daha fazla sağlanan verim bu sürenin kısılacığını göstermiştir. [Yannas S.,1994]

İngiltere'e faaliyet gösteren bina araştırma kuruluşu BRESCU'nun 1980 ile 1990 yılları arasında İngiltere'de inşaa edilmiş 16 Düşük Enerji Binası üzerinde yaptığı araştırmalar neticesinde, enerji koruma anlayışıyla alınacak tedbirlerin, farklı tipolojik özelliklerdeki meskenlerde enerji indeksi Tablo 4.1'de gösterilmiştir;

Tablo 4.1 Farklı tipolojik özelliklere göre meskenlerde enerji indeksi . [Yannas S., 1994]

| TASARIM ÖZELLİKLERİ                                              | Birim                             | Müstakil              | İkiz Ev              | Teras Ev             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                  |                                   | 100-150m <sup>2</sup> | 80-100m <sup>2</sup> | 55-100m <sup>2</sup> |
| Enerji Korunumu Gözönüne Alınmadan                               | El kWh/m <sup>2</sup>             | 100-115               | 85-95                | 75-85                |
| Rastgele Tasarlanmış Bir Bina                                    | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | 30-35                 | 25-29                | 22-25                |
| Saydam Yüzeylerin Güneye Yönlenmesi<br>ve Gölgelemenin Önlenmesi | El kWh/m <sup>2</sup>             | 85-100                | 75-85                | 65-70                |
|                                                                  | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | 25-30                 | 22-25                | 20-21                |
| Pencerelerin Çift Cam Olması                                     | El kWh/m <sup>2</sup>             | 55-65                 | 45-55                | 40-45                |
|                                                                  | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | 17-20                 | 14-17                | 12-14.               |
| Pencerelerde İzole Edilmiş Gece                                  | El kWh/m <sup>2</sup>             | 50-60                 | 40-50                | 35-40                |
| Panjurları                                                       |                                   |                       |                      |                      |
| ve Yüksek Isıl Dirençli Malzeme Olması                           | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | 15-18                 | 12-15.               | 11-12.               |
| Bina kabuğu K Değerinin 0.25'in<br>Altında Tutulması             | El kWh/m <sup>2</sup>             | 35-40                 | 30-35                | 20-25                |
|                                                                  | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | 11-12.                | 9-11.                | 6-8.                 |
| Mekanik Ventilasyonun Isı Kazanım                                | El kWh/m <sup>2</sup>             | <30                   | <25                  | <15                  |
| Yöntemine Göre Seçilmesi                                         | CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup> | <10                   | <8                   | <7                   |

Frankfurt - Kranichstein'da 190 m<sup>2</sup>'lik düşük enerji binası, çatılardaki ısı izolasyonu takviye edilerek 30 cm, Duvarlardaki ısı izolasyonu takviye edilerek 20 cm, Temellerdeki ısı izolasyonu takviye edilerek 12 cm, güney cephesinde ısı kayıp ve kazançlarını kontrol edebilmek için hareketli 3x3.5 m ebatlarında izolasyon panelleri, k değeri 1.5 olan izolasyonlu camlar, sıcak su sağlamak için güneş kollektörleri, ısı muhafazalı ve kontrollü havalandırma sistemi, sağlıklı uygulama detayları ile tüm bu nitelikler geliştirilmeden önce yapılan ısı hesaplarına göre binanın enerji ihtiyacının 30.000kWh/yıl (=3000 lt fuel/yıl) olacağı varsayılırken, nitelikleri arttırılınca binanın enerji ihtiyacının 11.000kWh/yıl (=1100 lt fuel/yıl)'a indiği görülmüştür.

Mengusev Evi'nin toplam maliyeti 450.000 Alman Markı olup nitelik arttırıcı ek tedbirlerin kullanılmaması durumunda bina maliyetinin 505.000 Alman Markı olacağı hesaplanmıştır. Bina maliyetinde gerçekleşen %11'lik artış kısa vadede düşük ısıtma ve havalandırma sistemi maliyeti, uzun vadede enerji faturalarındaki azalma ile geri dönecektir. Ayrıca çevreyle uyum içerisinde ve çevreyi kirletmeyen bir bina olduğu için Hessen Hükümeti bu projenin finansmanına 10.000 Mark yardım etmiştir. (Bakınız; Hessen Eyaleti teşvik Başvuru Formu; Ek B) [Herdel P.C., SOLARPLAN, 1990]

Darmstadt'da 150 m<sup>2</sup> idari yapı, 150 m<sup>2</sup> servis bölümü ve 500 m<sup>2</sup> depo bölümünden oluşan küçük ölçekli bir fabrika, normal sistem ile tasarlandığında enerji ihtiyacı 130.000 kWh/yıl'dır ve her yıl 46 ton CO<sub>2</sub>, 3.5 kg NO ve 50 kg SO<sub>2</sub>'ye neden olmaktadır. Oysa aynı bina düşük enerji sistemine göre düzenlendiğinde enerji sarfiyatı 45.000 kWh/yıl olmakta ve ısıtma sisteminde doğalgaz kullanılması ile birlikte sebep olduğu hava kirliliği oranı 11.5 ton CO<sub>2</sub>, 7 ton NO ve 0.4 ton SO<sub>2</sub>'ye düşmüştür. [Herdel P.C., SOLARPLAN, 1990]

Hamburg'da 4000 yerleşim birimi için enerji ihtiyacının çevresel etkisi hesaplandığında, bu evlerin bulunduğu bölgedeki normal teknoloji standartlarına göre inşaa edilmiş binalarda enerji kaynağı olarak doğalgaz kullanılması halinde çıkan hava kirliliği oranı yıllık 27.3 milyon kg CO<sub>2</sub>, 27.4 milyon kg NO ve 163 milyon kg SO<sub>2</sub>'dir. Binalar düşük enerji teknolojisi ile üretildiğinde hava kirliliği oranı 13.7

milyon kg CO<sub>2</sub>, 13.8 milyon kg NO ve 77 milyon kg SO<sub>2</sub> düzeyinde kalmakta ve hava kirliliği %50 oranında azaltılmış olmaktadır. [Herdel P.C., SOLARPLAN, 1991]

COMPAQ Ofis binası, 3 kat ofis hacimleri, restoran, labrotuarlar ve yeraltı garajından oluşan, toplam 22.200m<sup>2</sup> kullanım alanına sahip olması ve 50.000.000 DM'a malolması planlanmış olan bir binadır. Ön fizibilite aşamasında önerilen projenin başlıca performans özellikleri aşağıdaki gibidir;

- 7400m<sup>2</sup> teras çatı: 10cm ısı izolasyonu, k değeri=0.35
- 7400m<sup>2</sup> zemin kat: 8cm ısı izolasyonu, k değeri=0.45
- 3200m<sup>2</sup> beton panel kaplı cephe: 8cm ısı izolasyonu, k değeri=0.45
- 3180m<sup>2</sup> giydirme cam cephe: Tek cam, k değeri=2.4

Solarplan'ın halizahır planları enerji konseptine göre geliştirmek için yaptığı çalışmalar neticesinde varolan enerji balansı hesaplanmış, alternatif malzeme performanslarına ve maliyetlerine yeni enerji verimli balans geliştirilmiştir. Mekanik vantilasyona alternatif olarak ekolojik ve ekonomik olarak doğal kış-yaz vantilasyonu teklif edilmiştir. Atrium, giriş ve restoran düşük enerji anlayışına göre güneşten maksimum faydalanabilecek ve rüzgara karşı maksimum korunabilecek şekilde düzenlenmiştir. Yeni enerji balansının, geniş cam yüzeylerden güneş ısı kazancının, bilgisayar, bitki, makine ve insanların sebep olduğu ısının dikkate alınarak düzenlenmesiyle binanın performansı aşağıdaki gibi yükseltilmiştir:

- 7400m<sup>2</sup> teras çatı: 16cm ısı izolasyonu, k değeri=0.31
- 7400m<sup>2</sup> zemin kat: 12cm ısı izolasyonu, k değeri=0.29
- 3200m<sup>2</sup> beton panel kaplı cephe: 12cm ısı izolasyonu, k değeri=0.31
- 3180m<sup>2</sup> giydirme cam cephe: Çift cam, k değeri=1.9

Yeni enerji balansı neticesinde bina maliyetinin 51.500.000 DM'a ulaştığı görülmüştür. Ancak, enerji sarfiyatı 3.035.000 kWh/yıl'dan, 1.883.000 kWh/yıl'a, atık CO<sub>2</sub> oranı ise 370 ton/yıl'dan 130 ton/yıl'a düşürülmüştür. Yeni enerji balansı ile

yıllık 57.000 DM enerji maliyeti tasarrufu sağlanmıştır. Isı muhafazalı ve kontrollü havalandırma sistemi seçiminde 250.000 DM tasarruf sağlanmıştır. Tüm ölçülebilir kazançların yanında çalışanların verimliliği ve binanın çevreye verdiği kirlilik %65 oranında azaltılmıştır. [Herdel P.C., SOLARPLAN, 1992]

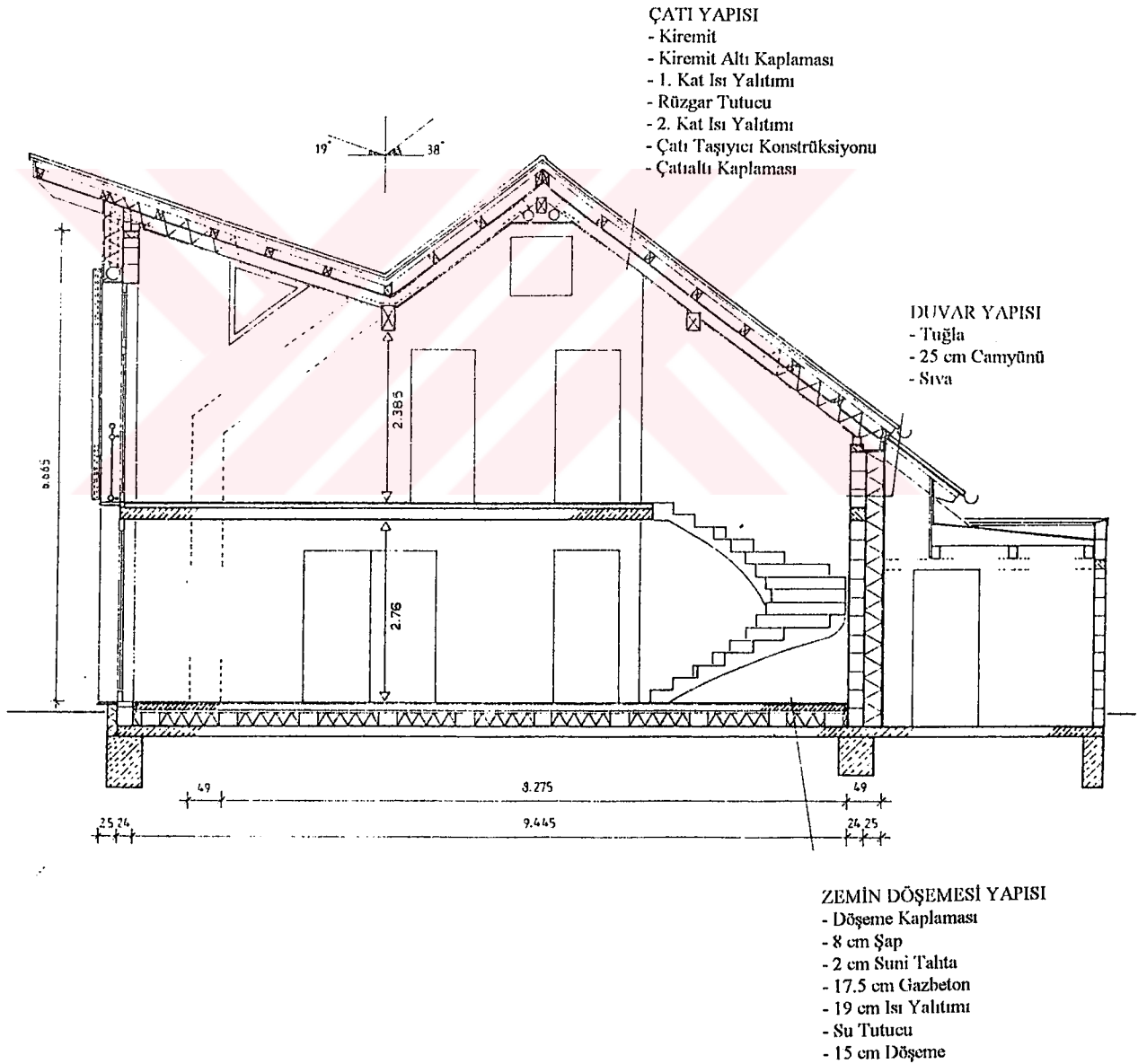
Rücker Evi, garaj, rüzgarlık ve teras dahil 135 m<sup>2</sup>'lik oturma alanı ve toplam 230 m<sup>2</sup> kullanım alanı ile iki katlı ve 5 kişilik bir aile için tasarlanmış bir düşük enerji binasıdır. Bina Frankfurt yakınlarında Rodgau kasabasında yer almakta olup 460 m<sup>2</sup>'lik bir arsa üzerinde inşaa edilmiştir. Binanın proje çalışmaları SOLARPLAN, "Ekolojik Mimarlık ve Mühendislik" firması tarafından 1994 yılı Mart ayında, inşaatı ise aynı yılın Mayıs ayında başlatılmıştır. Kullanıcı tasarım kriterlerinin en başında bir düşük enerji binasında, çevre ile uyum içinde, yüksek performanslı, yapım ve işletme maliyetleri makul bir binada yaşamak istediğini bildirmiştir. (Şekil 4.2)

Tasarım kriterlerinde öncelikle binanın arazi üzerindeki yerleşim karakteristikleri oluşturulmuş ve hacimler kullanım fonksiyonlarına göre uygun yönlerde yerleştirilmiştir. Mimar, bir Türkiye gezisinde karşılaştığı giriş sahanlığını giriş kapısı önünde bir rüzgarlık gibi kullanarak hem kullanıcı kolaylığı hem de rüzgara karşı bir önlem sağlamıştır. Kuzey yönünde pencere tasarlanmamış, garaj, merdiven sahanlığı, tuvaletler ve teknik hacimler kuzey cephesinde toplanarak, kuzeyden gerçekleşebilecek büyük oranlı ısı kaybına karşı tampon hacim oluşturulmuştur. Çatılar 45'lik açıları ile hem güneş ışınlamalarından çatıda kullanılan güneş kollektörlerinde maksimum yararlanılması sağlanmış hem de estetik bir bütünlük oluşturulmuştur.

Binada ısı kayıplarını, su yalıtımını ve maliyeti minimize etmek amacıyla bodrum kat tasarlanmamıştır. Çatı, duvar dışı ve döşemede tatbik edilen 30cm ısı izolasyonu, tripleks cam, gözenekli tuğla gibi yüksek performanslı yapı malzemeleri yanında bikkatli ve sağlıklı detaylandırma neticesinde ortalama k değeri 1.11 olarak hesaplanmıştır. Binada ek olarak yağmur suyu toplama, arıtma ve tuvalet, çamaşır ve bahçe sulamada kullanma tesisatı, güneş kollektörü ve 24 saat sıcak su deposu, yüksek performanslı otomatik panjur sistemi, doğalgazla ısıtma sistemi gibi alt

sistemler mevcut olup, elektrik enerjisi üreterek depolayan, güneş pili ve baterileri sistemi, maliyetinin bina toplam toplam maliyetinin %10'u gibi çok yüksek bir rakama ulaşması ve yoğun bulutlu kış aylarında elektrik üretme garantisinin heniz olmaması sebepleri ile kurulmamıştır.

Binanın toplam maliyeti 505.033 DM'tır. M2 maliyeti yaklaşık olarak 2200 DM'a denk gelmektedir. Enerji verimliliği sağlamak amacıyla tesis edilmiş ek nitelik ve alt sistemlerin açılımı ve toplam maliyet içindeki payları tablo 4.2'de ifade edilmiştir;



Şekil 4.2 Rücker Evi Sistem Kesiti

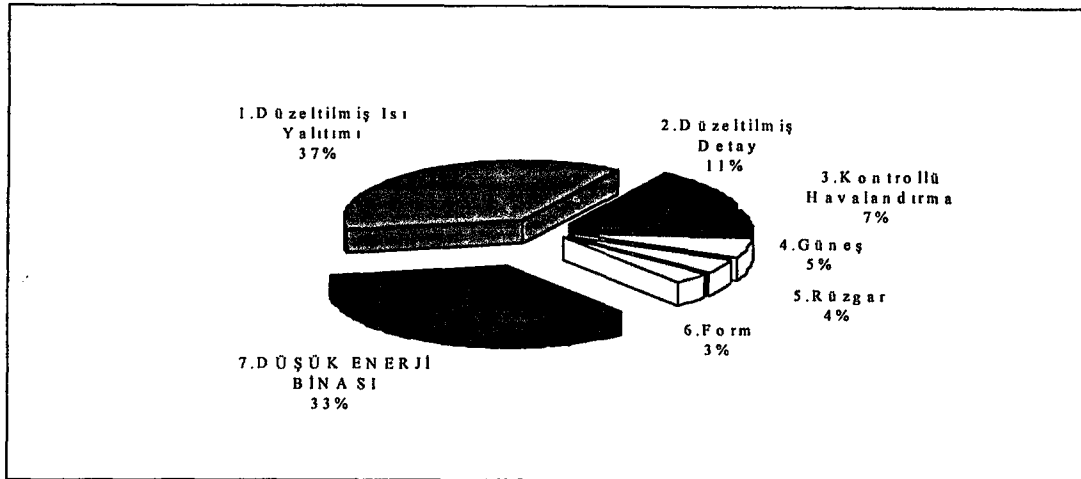
Tablo 4.2. Rücker Evi Düşük Enerji Konsepti Maliyet Oranı Tablosu (Herdel P.C., Akkaya A., SOLARPLAN, 1994)

| No                                                                       | YAPI GRUBU                               | DM'               | ORAN          |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|---------------|
| 1                                                                        | MOBİLİZASYON                             | 16,600            |               |
| 2                                                                        | KAZI İŞLERİ                              | 16,108            |               |
|                                                                          | <b>DÜŞÜK ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b> | <b>1,140</b>      | <b>0.23%</b>  |
| 3                                                                        | BETON İŞLERİ                             | 65,812            |               |
| 4                                                                        | DUVAR İŞLERİ                             | 36,385            |               |
| 5                                                                        | İZOLASYON İŞLERİ                         | 45,026            |               |
|                                                                          | <b>D Ş K ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b> | <b>24,637</b>     | <b>4.88%</b>  |
| 6                                                                        | ÇATI İŞLERİ                              | 46,641            |               |
| 7                                                                        | TENEKECİLİK İŞLERİ                       | 5,904             |               |
| 8                                                                        | AHŞAP İŞLERİ                             | 17,835            |               |
| 9                                                                        | ŞAP İŞLERİ                               | 8,861             |               |
| 10                                                                       | SIVA İŞLERİ                              | 30,599            |               |
| 11                                                                       | BOYA İŞLERİ                              | 21,371            |               |
| 12                                                                       | FAYANS VE SERAMİK İŞLERİ                 | 19,416            |               |
| 13                                                                       | DÖŞEME KAPLAMALARI                       | 16,825            |               |
| 14                                                                       | DOĞRAMA İŞLERİ                           | 48,150            |               |
|                                                                          | <b>DÜŞÜK ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b> | <b>8,833</b>      | <b>1.75%</b>  |
| 15                                                                       | STOR VE DENİZLİK İŞLERİ                  | 14,250            |               |
| 16                                                                       | MEKANİK İŞLER                            | 78,750            |               |
|                                                                          | <b>D Ş K ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b> | <b>33,600</b>     | <b>6.65%</b>  |
| 17                                                                       | ELEKTRİK İŞLERİ                          | 16,500            |               |
| <b>TOPLAM D Ş K ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b>                          |                                          | <b>68,211</b>     | <b>13.51%</b> |
| <b>TOPLAM</b>                                                            |                                          | <b>505,033</b>    |               |
| <b>"G neş Pili Ve Otomasyon Sisteminin Tesis Edildiğı Varsayımı İle"</b> |                                          |                   |               |
| 18                                                                       | GÜNEŞ PİLİ VE OTOMASYON SİSTEMİ          | 64,500            | 10.11%        |
| <b>TOPLAM DÜŞÜK ENERJİ KONSEPTİ EK MALİYETİ</b>                          |                                          | <b>132,711</b>    | <b>20.81%</b> |
| <b>TOPLAM</b>                                                            |                                          | <b>637,743 DM</b> |               |

Rücker Evi'nde enerji koruma konseptine göre yapılan tasarım çalışması, seçilen malzemeler ve dikkatli uygulama neticesinde ağırlıklı olarak ısınma amaçlı olacak enerji tüketimi 28.203kWh/yıl iken 10.576kWh/yıl'a indirilmiş ve %62'lik enerji tasarrufu sağlanmıştır. Enerji korunumuna yönelik (Isı İzolasyonu, tripleks cam, vb...) ek maliyetin tutarı yaklaşık 34.000 DM ve toplam maliyeti %7'sini oluşturuyor olup, tasarrufu sağlanan enerjinin yıllık tutarı 2000 DM civarındadır. Kullanım suyu kazanımı (Su deposu, filtre ve tesisatı) ile sıcak su sağlamaya yönelik (güneş kollektörü ve sıcak su deposu) ek maliyetin tutarı 33.000 DM civarındadır. Bahçe sulama, tuvaletler ve çamaşır yıkamada kullanılan geri kazanılmış su ile sıcak su ısıtma maliyetinin parasal olarak karşılığı yıllık 1250 DM civarındadır. [Herdel P.C., Akkaya A., SOLARPLAN, 1994]

Tüm bu uygulamalar ışığında SOLARPLAN, Ekolojik Mimarlık ve Mühendislik firmasının uygulamalarından elde ettiği sonuçları değerlendirdiğinde Hessen Eyalet Sınırları içinde ve 150 kWh/m<sup>2</sup>yıl enerji sarfiyatı ihtiyacı olan bir yapının enerji ihtiyacının aşağıdaki kriterler uygulandığında 50 kWh/m<sup>2</sup>yıl'a kadar düştüğü belirlenmiştir.

- |    |                                      |                           |
|----|--------------------------------------|---------------------------|
| 1. | Düzeltilmiş ısı yalıtımı ile,        | 55 kWh/m <sup>2</sup> yıl |
| 2. | Düzeltilmiş detaylar ile,            | 16 kWh/m <sup>2</sup> yıl |
| 3. | Kontrollü havalandırma ile,          | 10 kWh/m <sup>2</sup> yıl |
| 4. | Güneş enerjisinin iyi kullanımı ile, | 8 kWh/m <sup>2</sup> yıl  |
| 5. | Rüzgardan korunma ile,               | 6 kWh/m <sup>2</sup> yıl  |
| 6. | Form faktörünün iyi kullanılması ile | 5 kWh/m <sup>2</sup> yıl  |
| 7. | Sonuç : Düşük Enerji Binası          | 50 kWh/m <sup>2</sup> yıl |



Türkiye'de yukarıda verilen örneklere benzer nitelikte çalışmalara ulaşamamıştır. Tüm bu neticeler ışığında üzerinde ısrarla durulması gereken nokta yukarıda örneklenen uygulamaların ve maliyetlerin binaların içinde yer aldıkları ülke ve hatta şehrin yerel iklimine ve ekonomisine bağlı olduğudur. Yukarıda örneklenen malzeme nitelikleri ve ebatları iklimsel özellikler ve ihtiyaçlar değerlendirilmeden Türkiye sınırları içinde kullanıldığında malzeme sarfiyatına ve hedeflenenin tersine konforsuz ortamlara sebep olabilir.

Malzeme fiyatlarındaki değişiklikler yerel farklılıklarla birlikte, sektörün kendi içindeki rekabet ortamından da direkt olarak etkilenmekte ve her yeni üretilen malzeme bir süre sonra %30-%40 oranlarında fiyat indirimine gidebilmektedir (İsofloc). Malzemelerin ömürlerine ilişkin veriler ise kullanımları çok eski olmadığından net zaman aralıkları ile ifade edilememektedir.

#### **4.3. Projelendirme Aşamasında Kullanılabilecek Bir Değerlendirme Yaklaşımı**

Düşük Enerji Mimarlığı'nda amaçlanan, günün koşulları ve teknolojisi içinde kabul edilebilir performans düzeylerini, enerji tasarrufunu ve doğal kaynakların korunumunu minimum maliyetle sağlamaktır. Bu düşünce ile üretilecek binanın fizibilite çalışmaların başında maliyeti yükseltmeden performansı ve enerji korunumunu sağlayabilecek düzenlemelerin, malzemelerin ve alt sistemlerin bilinmesi gerekmektedir. Aşağıda projelendirme aşamasında kullanılabilecek bir kontrol listesi oluşturulmuştur.

Değerlendirmede yer alan kriterlerin birçoğu dizayn aşamasında herhangi mali bir külfet getirmeden çözülebileceği gibi, malzeme miktarı ve niteliklerinde oluşabilecek değişikliklerle ek maliyet oluşması doğaldır. Bir önceki bölümlerde de görüldüğü gibi maliyetin %15'i ile enerji sarfiyatı %70 azaltılabilmektedir.

a. Vaziyet Planı:

- Binanın  $\pm 25^\circ$  güneye yönlendirmek,
- Gölgelemeyi azaltmak için kütleler arasında uygun aralık bırakmak,
- Soğuk rüzgarları kesici önlemler almak,
- Bahçe ve açık alanlarda güneşli erişimini sağlamak,

b. Bina Formu:

- Gölgelemeye sebep olacak formlardan kaçınmak,
- Kompakt bina formu sağlamak,
- Teraslama, toprak şev ve ısıtılmayan hacimler vasıtasıyla oluşan tampon hacimlerden faydalanmak,

c. Bina Planı:

- Hacim fonksiyonlarına uygun olarak zonlama ve oryantasyon,
- Planda mümkün olduğunca rijit bölünmeyi önlemek,
- Isı akışını minimize etmek için hacimleri yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa göre yerleştirmek ve yüksek sıcaklıktaki hacimleri ısıtılmayan hacimlerle yanyana getirmek,
- Isıtma sistemini bina planına bağlı olarak bölgelerek,
- Hacim içinde ve ısıtma aygıtı civarında sıcaklık ve zaman kontrolü kurmak,
- Özellikle mutfakta batı güneşine yönelmeyi önlemek,
- Kuzey - güney yönünde açık plan düzenini gözönünde bulundurmak,
- Güneşli aydınlatmasını maksimize etmek,

d. Pencere Dizaynı:

- Pencereleeri, güneş ışınımından maksimum oranda yararlanacak şekilde konumlandırmak,
- Kuzey yönünde pencereleri minimize etmek,

- Pencereelerde geniş çerçevelerden ve gereksiz bölüntülerden kaçınmak,
- Çift cam veya düşük iletken giydirilmiş çift cam veya izole edilmiş gece kepenkleri kullanmak,
- Zayıf ısıl performanslı pencerelerden kaçınmak,
- Birleşim noktalarında iyi ve dikkatli detaylandırma yapmak,
- Tek camlı veya ısıl açıdan uygunsuz pencere alanlarını minimize etmek,
- Radyatör montajını düşünerek pencere boyutlarını belirlemek ve boyutlandırmada ekonomi sağlamak,
- Yeterli günışığı sağlayacak seviyede pencereleri boyutlandırmak,
- Yazın havalandırma ihtiyacına göre yeterli düzeyde açılabilir pencere sağlamak,
- Fazla pencere alanını önlemek,
- Güney ve batıya bakan pencerelerde, panjur ve gölgelik gibi elemanlar kullanmak,

e. Opak Elemanlar:

- Dış duvarları, iç hacimlerde termal depolama sağlayacak şekilde planlamak,
- Asgari gereklerin üzerinde izolasyon kullanmak,
- Bina elemanlarını, ısıtılmayan hacimler bina dışıymış gibi yalıtımak,
- Birleşim noktalarını iyi ve dikkatli detaylandırmak,
- Radyatör ebadı ve boyler kapasitesinde ekonomi sağlamak amacıyla ekstra yalıtım kullanmak,
- Kaplama malzemesi olarak hafif ve gözenekli elemanları tercih etmek,
- Doğal dengeyi zedelemeyen malzemeleri tercih etmek,

f. Havalandırma:

- Kontrol edilebilir havalandırma sistemleri kurmak,
- Hava geçirmeyen vantilasyon sistemi kurmayı amaçlamak,
- Isı kazanımlı havalandırma tesisatı kurmak,
- Isıtma mevsiminde 0.5 - 1.00 ac/h taze hava sağlamak,

g. Ser Hacimleri:

- Güneye doğru yönllemek ve günışığı erişimini sağlamak,
- Komşu yüzeyleri gölgelemeyi önlemek,
- Basit geometri ve ılımlı saydam alan oluşturmayı amaçlamak,
- Yapının yüzey alanını arttırmamak,
- Opak elemanları koruyacak malzemeleri gözönüne almak,
- Dona karşı önlem almak dışında serleri ısıtmamak,
- Yazın gölge sağlamak amacıyla storlar kullanmak,

h. Mekanik Tesisat:

- Isıtma Sisteminde termostatik kontrol sağlamak,
- Termostatların güneş ışınlımına maruz kalmasını engellemek,
- Sıcak su boruları ve su deposunu yalıtmaq,
- Yüksek verimli ve hızlı performans gösteren sistemleri tercih etmek,
- Çevresel zararı azaltmak için doğal gazı tercih etmek,
- Yağmur suyunu toplamak ve arıtarak kullanma tesisatını kurmak,

1. Elektrik Tesisatı:

- Güneş Pili sistemi ile güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümünü sağlamak ve baterilerde depolamak,
- Otomasyon sistemine bağlı storlarla günışığı kontrolünü sağlamak,

## SONUÇ

İnsanoğlu barınma ihtiyacından vazgeçemeyeceği gibi, temiz havadan, temiz sudan ve temiz bir çevreden de vazgeçemez.

Bugün tüketilen enerjinin önemli bir bölümü farklı fonksiyonlardaki yapılarda tüketilmektedir. Ekolojik dengeyi koruma ve doğal kaynakları hesaplı tüketme zorunluluğu, yapının tasarlanma aşamalarında karar vericileri yeni tedbirler almaya yöneltmektedir. Yapının fiziksel performansını arttırmak, tükenmez enerji kaynaklarından faydalanmak, yüksek performanslı yapı bileşenlerini ve alt sistem seçeneklerini tercih etmek, yapılardaki enerji tüketimini azaltmanın başlıca yolları olarak özetlenebilir.

Hızlı teknolojik değişim kullanıcının binadan beklediği konfor standartlarını da yükseltmektedir. Tüm bu değişim aşamalarında alternatifler, kendi içinde zıt kutuplar oluşturabilmektedir. Ancak, gerek bina tasarımında gerekse alt sistemlerin kurgusunda yapının ekonomik ve teknolojik olarak yapılabilirliği mümkün olmalıdır.

Yatırımcının farklı alternatifler arasında doğru kararları verebilmesi sağlıklı bir fizibilite çalışması ile mümkündür. Fizibilite çalışması, teknolojik, örgütsel ve ekonomik analizler gibi çok farklı boyutlarda ve detayda yapılabilir. Düşük Enerji Mimarlığının ekonomik yapılabilirliği kapsamında en önemli kıstaslar ilk yatırım maliyetleri ve işletme giderleridir.

Tez kapsamında yurtdışında inşaa edilmiş olan Düşük Enerji Binaları üzerinde yapılan performans değerlendirmeleri ve maliyet oranları örneklenmiş olup Almanya’da inşaa edilmiş olan Rücker Evi maliyet kalemleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda bina performansını yükseltmek amacıyla maliyette ki %10’luk artışla birlikte %60 enerji tasarrufu sağlanabildiği görülmüştür. İlk yatırımda sözkonusu olan maliyet artışı 15-20 yıl arasında geri ödenebilmektedir.

Yapı elemanlarının seçiminde malzemenin performansı ve maliyeti seçimi etkileyen başlıca unsurlardır. Malzeme fiyatlarının değişimi piyasanın arz-talep dengesine bağlıdır. Tüketime artması, üretimin desteklenmesi ve rekabet piyasası ürün fiyatlarının kabul edilebilir sınırlarda kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca enerji korunumu için malzeme seçiminde, malzemenin üretiminde harcanan enerji de değerlendirilmelidir. Malzeme üretiminde harcanan enerji miktarı çevre kirliliğine sebep olduğu gibi ürün maliyetini de arttırmaktadır.

Birçok Avrupa kentinde, binalarda enerji korunumunu desteklemek ve iyileştirmek amacıyla mülki ve yerel idarelerin desteği ile deneme ve izleme amaçlı binalar yapılmıştır. Bu binalardan sağlanan bulgular neticesinde teknolojik gelişim, ekolojik korunum, yüksek konfor sağlanması ve bina maliyetlerinin düşürülmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de araştırma ve eğitim kurumlarının deneysel bina üretme girişimleri yerel yönetimler ve ticari kurumlarca desteklenmelidir.

Bina üretiminde enerji korunumuna yönelik uygulamalar devlet tarafından muafiyetler veya teşvikler vasıtasıyla desteklenmelidir.

Meslek Odaları, enerji korunumuna yönelik projeleri destekleyici konturlar düzenlemeli ve toplum içinde Düşük Enerji Mimarlığına yönelik çalışmaların, kullanıcı tercihlerinde prestij unsuru olması sağlanmalıdır.

Mimarlık mesleğinin gelişiminde bilim ve teknolojiyle birlikte toplum bilinci en önemli faktörlerdir. İnsan doğal çevrenin bir parçasıdır. Toplumun çevreye bakış açısı Düşük Enerji Mimarlığının popülerist yaklaşımlar dışında kalması ve kabul görmesi için en önemli şarttır.

## KAYNAKLAR

- AKKOL R., Çevre = Zenginlik, Hürriyet Gazetesi, 1 Ekim 1995
- AKSU, H., Sermaye Bütçelemesi ve Yatırım Projelerinin Analizleri, 1993
- Architect's Notebook, Vol 1, R.I.B.A., 1988
- BEYAZIT, F., Yatırım Projelerinde Sosyal Fayda ve Maliyet Analizi, Doktora Tezi , 1990
- Bilim ve Teknik, Ekoloji ve Çevre, sayı:326, Ocak-1995
- BOYSAN A., Güneş Enerjisi Ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu, İTÜ, 12-14 Eylül 1978
- BRIGHAM, E., Managerial Finance, 1983
- Climatit Partner, Bauen mit Glas (Produkte-Anwendungen-Montage), Aachen, September-1991
- ÇAVLI, M. Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Odası , zırlanması ve Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Odası , yayın no:1995-21, Ankara, 1995
- ÇIRACI, M., Ders Notları , 1993
- Danish Enviromental Protection Agency, Working for a Cleaner World, Copenhagen, August-1994
- ECE, Economic Comission for Europe energy Series No:9, Energy Efficient Design, New York, 1991
- Eco-Energy, Enviromental Aspects of Efficient Energy Use, Sofia, August-1994
- Elektro Auto Zeitung, DGE, Darmstadt, 06.06.1994
- EJWA, Technische Entwintlung Lehmabau, Bristerschied., 1994
- ERTUĞLU, M., Çok Senaryolu Fizibilite Analizleri, Y. Lisans Tezi, 1983
- GİRİTLİ, H., Ders Notları, 1994

Global Dergi, Enerji Darboğazına Çözüm Arıyor, 1 Eylül 1995

GOETZBERGER, A., Das Energieautarke Solarhaus, Fraunhofer-Institut Für Solare Energiesysteme, FhG-ISE, Freiburg,, Oktober 1992

GRUNEBERG, S. L., WEIGHT D. H., Feasibility Studies in Construction, London 1990

HEA & IZE, Strom Aus Regenevativen Energien, Beispiel Wasserkraft, 1994

HEA & IZE, CO<sub>2</sub> Emission und Energieversorgung, Beispiel Wasserkraft, 1994

HEAG JOURNAL, Wer im Glashaus Sitzt, Darmstadt, pp.14-15, 1991

HEAG Energie Sparaktion 2000, Energien für Heute und Morgen, Darmstadt, 1994

HERDEL, C., Solarplan - Ökologische Bau und Energieplanung, Darmstadt, October - 1994

InfoSE, Sustainable Energy News, Denmark, September-1994

IZE-Informationen zur Elektrizität, Strom Diskussion, Frankfurt A.M., 1993

KANOĞLU, A. , Ders Notları, 1993-1994

KESKİNEL, F., Pencereilerin Enerji Tasarrufundaki önemine bir bakış, Şantiye Dergisi, pp. 50-53, Nisan 1995

Kristensen P. E.(FIDIC), EOKAS Energy and the House of Tomorrow, Irish Housing Committee, Dublin-1993

L'architecture D'aujourd'hui, No:192, Quelle Architecture Solare, September-1977

MINKE G., Ecological Architecture: A Demand, Research Labrotory of Experimental Building, University og Kassel, 1989

NAMAL, H., Fizibilite Etüdü ve Hafif Uçak İçin Uygulaması , Y. Lisans Tezi, 1991

ÖKO UND BAU, Kriterien für das Ökologische Bauen, Mannheim, August-1994

ÖNEL, H. Yapı Üretimi, Yapı Yönetimi ve Ekonomisi, 1989

ÖZ, E., Azgelişmişlik ve Yapılabilirlik Etüdları, Y. Lisans Tezi, 1985

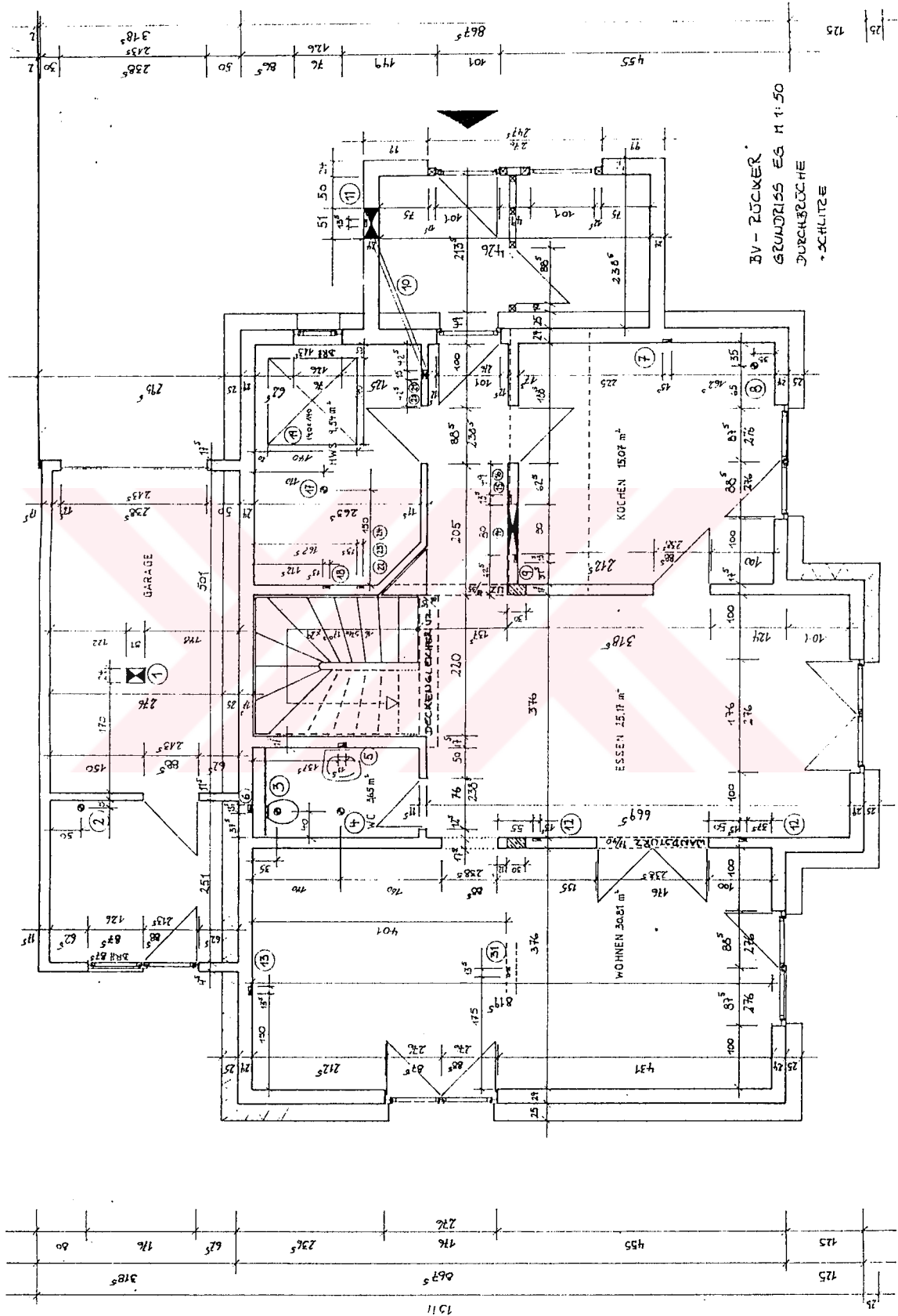
PINAR, İ., Toplu Konut Üretim Ölçeği Teknoloji İlişkisi, Y. Lisans Tezi, 1987

RÜCKER H., Passive Solarhaus, Rodgau-Frankfurt A.M., 1994

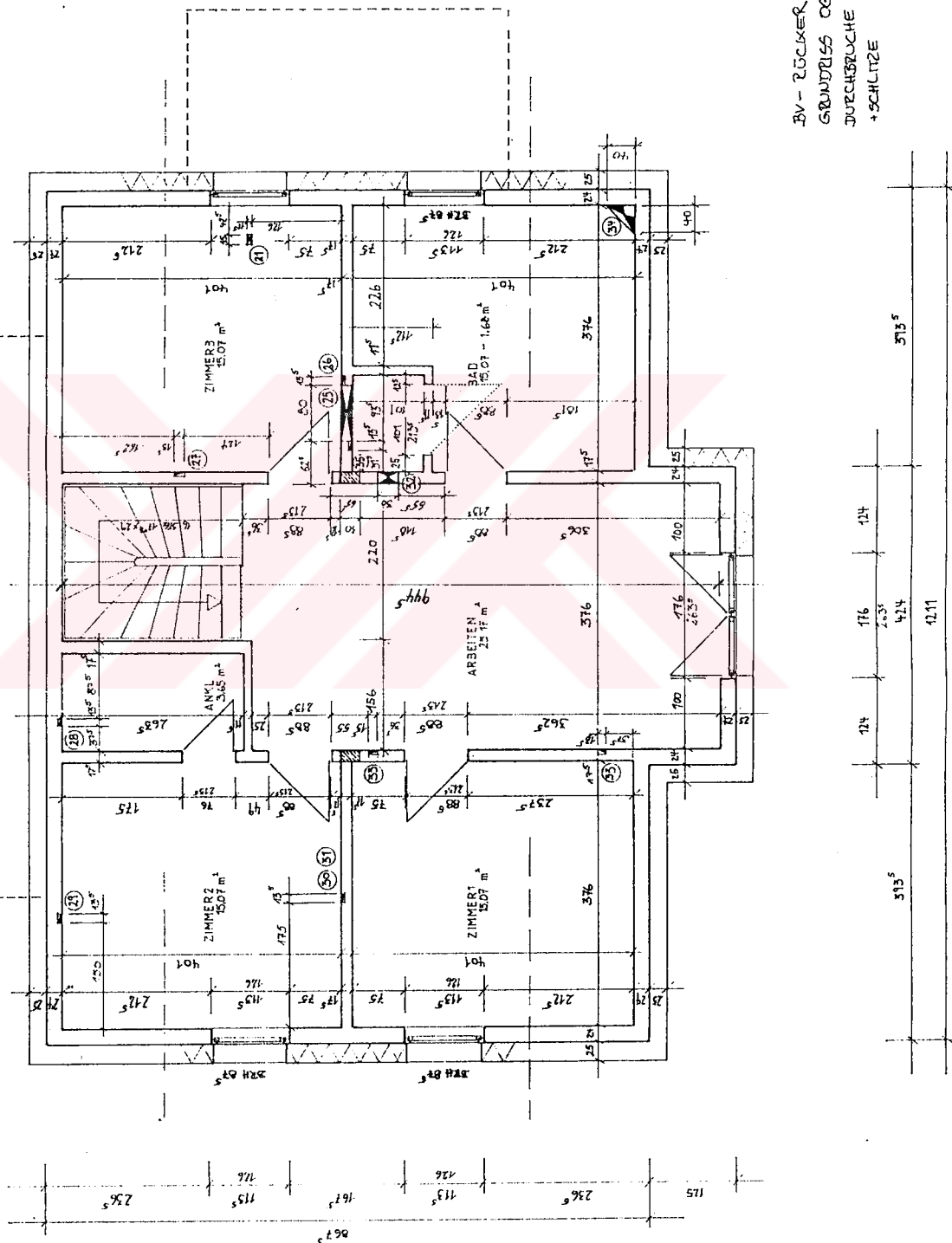
RWE, Energie Aktiengesellschaft Anwendugstechnik, Niedrigenergiehaus, Essen-1993

- SEY, Y. , TAPAN, M., Toplu Konut Sistemlerinde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi ve Değerlendirmesi, 1987.
- Solare System Technik, Freiburg, 1994
- SHARPE, W., F., Investments, New Jersey, 1978
- SHUTTLEWORTH R., Mechanical And Electrical Systems For Construction, McGraw - Hill Book Company
- SÖZEN, Z., Ders Notları, 1994
- TABAN, B., İşletmelerde Yeni Bir Finansman Modeli Olarak Leasing ve Uygulamaları, Y. Lisans Tezi, 1990
- TAMKOÇ G., Derin Ekoloji, Ege Yayıncılık, İzmir, 1994
- TBMOO, Makine Mühendisleri Odası, Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama teknik Esasları, 1993
- TÜMER, G., Cumhuriyet Kitap, İnsanlar Bunları Neden Yapıyorlar, 24 Ağustos 1994
- Uluslararası III. Yapı ve Yaşam 91 Kongresi Bildiri Kitabı, TMMOB Mimarlar Odası Bursa Şubesi, 14-19 Mayıs 1994
- UYMAZ H., Yalıtım mı Kalsın, Hürriyet Gazetesi, 11 Kasım 1994
- Wirtschafts Junioren der Industrie und Handelshammer, Gewerbebau im Trend Der Zeit, Darmstadt-1993
- WYATT T., Aspects of Design For An Efficient Building, MCIBSE at Hoare Lea & Partners, 1994
- WYATT T., The DSCH Approach to More Natural Indoor Climates, Clima 2000, London, 1993
- YANNAS S., Solar Energy and Housing Design, Department of Trade and Industry by Architectural Association Publications, London-1994

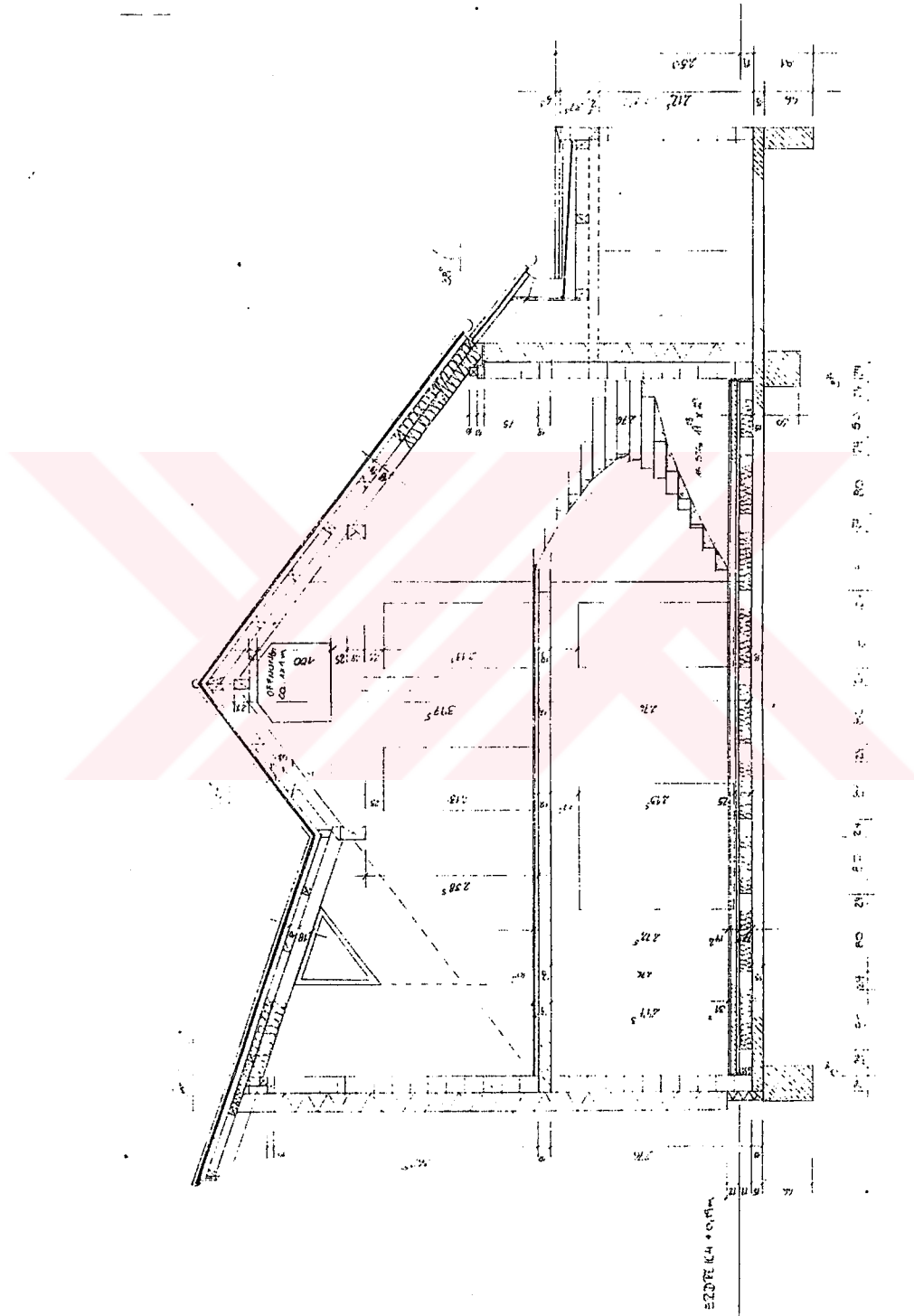
**EK A : RÜCKER EVİ MİMARİ UYGULAMA PROJELERİ VE MALİYET ANALİZİ**



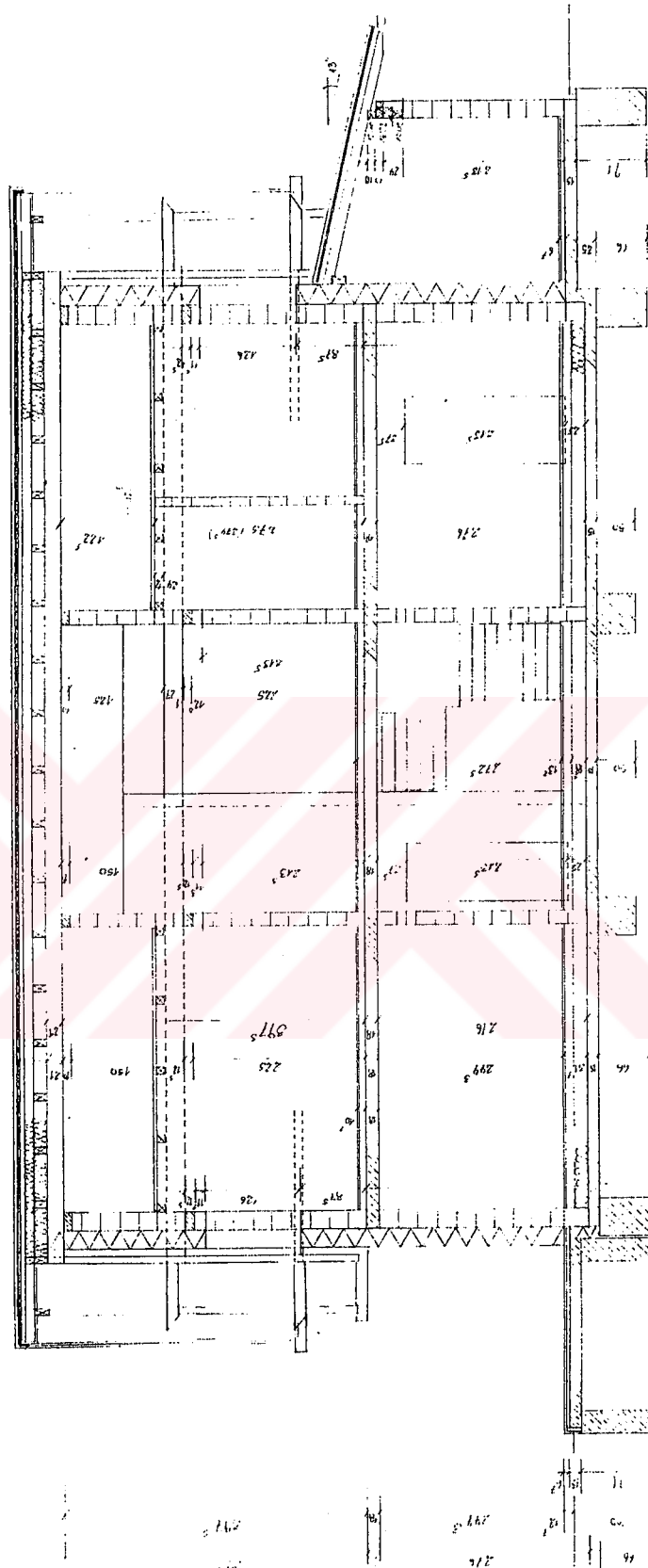
### “RÜCKER EVİ” ZEMİN KAT PLANI



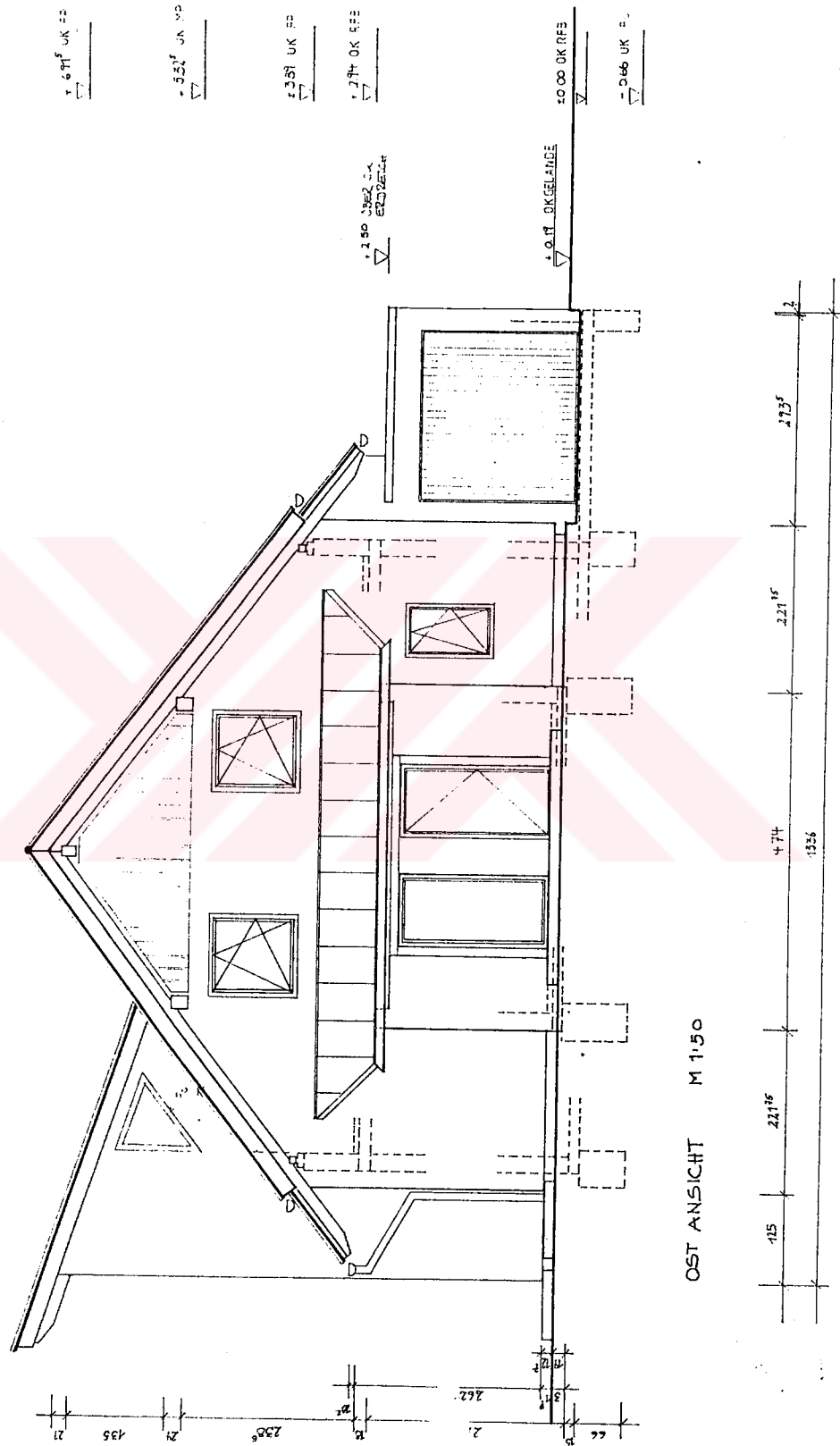
### “RÜCKER EVİ” 1. KAT PLANI



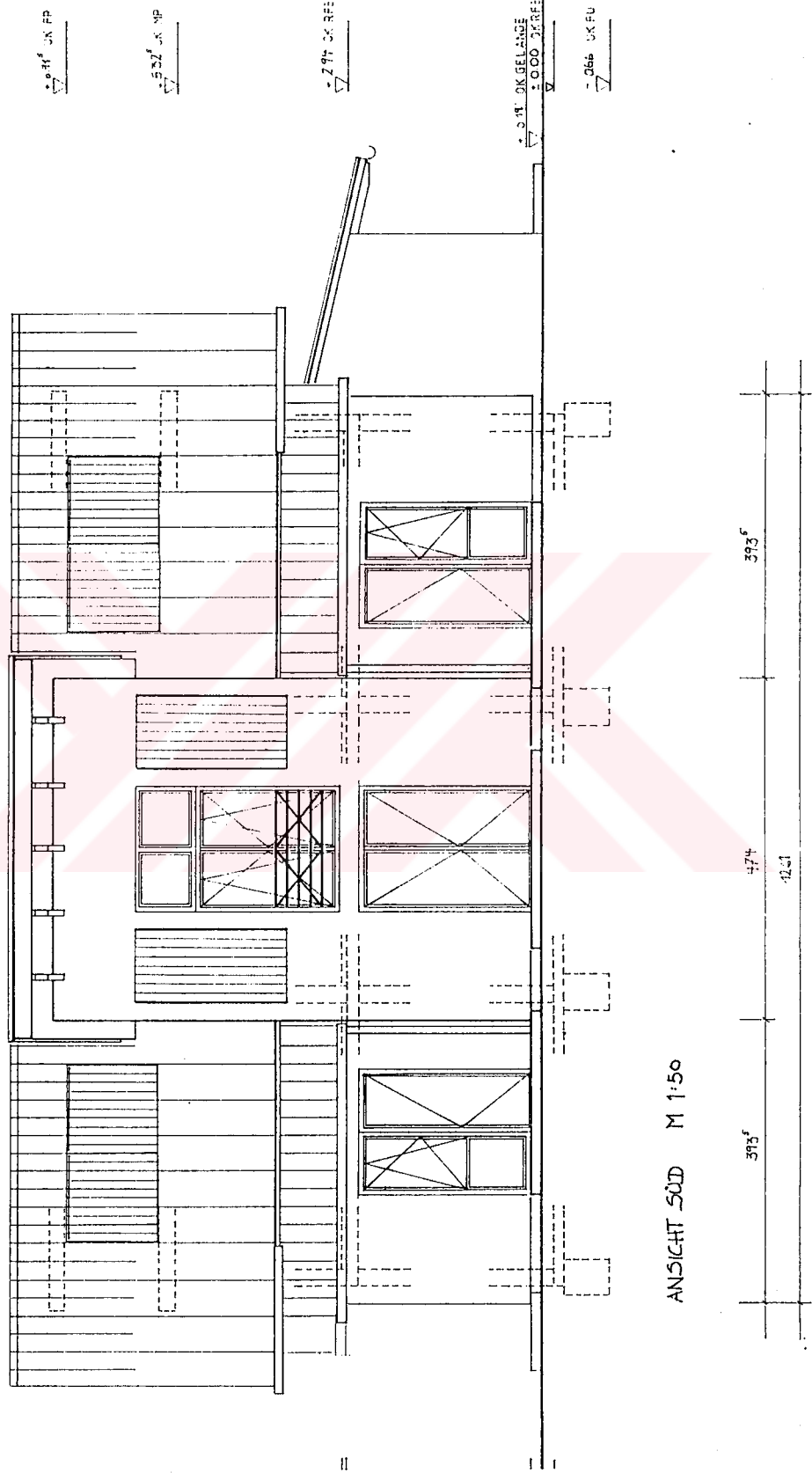
## “RÜCKER EVİ” A-A KESİTİ



## “RÜCKER EVİ” B-B KESİTİ



### “RÜCKER EVİ” DOĞU GÖRÜNÜŞÜ



“RÜCKER EVİ” GÜNEY GÖRÜNÜŞÜ



## RÜCKER EVİ MALİYET ANALİZ TABLOLARI

|     | İMALAT KALEMİ                          | MİKTAR | BR   | BİRİM FİYAT | TOPLAM | BÖLÜM TOPLAM |
|-----|----------------------------------------|--------|------|-------------|--------|--------------|
| 1   | MOBİLİZASYON                           |        |      |             |        |              |
| 1.1 | Arsa Tanzimi                           |        |      |             | 3,000  |              |
| 1.2 | Ölçü İşleri                            |        |      |             | 2,000  |              |
| 1.3 | Su Bağlantısı                          |        |      |             | 1,400  |              |
| 1.4 | Elektrik Bağlantısı                    |        |      |             | 2,400  |              |
| 1.5 | Koruma Çiti                            | 18     | m    |             | 4,500  |              |
| 1.6 | WC Kabini                              | 1      | adet |             | 2,500  |              |
| 1.7 | Moloz Konteyneri                       | 7      | m3   |             | 800    |              |
|     |                                        |        |      |             |        | 16,600       |
| 2   | KAZI İŞLERİ                            |        |      |             |        |              |
| 2.1 | Zemin tesviyesi                        | 36     | m3   |             | 720    |              |
| 2.2 | Makine ile Kazı                        | 80     | m3   | 30          | 2,360  |              |
| 2.3 | Elle Kazı                              | 44     | m3   | 52          | 2,288  |              |
| 2.4 | Taşıma                                 | 124    | m3   | 25          | 3,100  |              |
| 2.5 | Kanal Kazısı                           | 100    | m    | 65          | 6,500  |              |
| 2.6 | Yağmur Suyu Toplama Deposu Kazısı      | 30     | m3   | 38          | 1,140  |              |
|     |                                        |        |      |             |        | 16,108       |
| 3   | BETON İŞLERİ                           |        |      |             |        |              |
| 3.1 | Temel Altı Grobeton                    | 160    | m2   | 19          | 3,040  |              |
| 3.2 | Betonarme Temel Betonu                 | 44     | m3   | 256         | 11,264 |              |
| 3.3 | Betonarme Zemin Döşeme Betonu - 18cm   | 160    | m2   | 80          | 12,800 |              |
| 3.4 | I. Kat Döşeme Betonu - 16cm            | 112    | m2   | 130         | 14,560 |              |
| 3.5 | Lento imalatları                       | 30     | m    | 262         | 7,860  |              |
| 3.6 | Çatı Altı Hatıl betonu                 | 108    | m    | 86          | 9,288  |              |
| 3.7 | Havve Beton İşleri                     |        |      |             | 7,000  |              |
|     |                                        |        |      |             |        | 65,812       |
| 4   | DUVAR İŞLERİ                           |        |      |             |        |              |
| 4.1 | Dış Duvar - 24cm                       | 40     | m3   | 432         | 17,280 |              |
| 4.2 | Dış Duvar - 17.5cm                     | 2      | m3   | 468         | 936    |              |
| 4.3 | İç Duvar - 24cm                        | 3      | m3   | 567         | 1,701  |              |
| 4.4 | İç Duvar - 17.5cm                      | 24     | m3   | 432         | 10,368 |              |
| 4.5 | İç Duvar - 11.5cm                      | 65     | m3   | 80          | 5,200  |              |
| 4.6 | Hafif Beton Rüzgarlık Duvarı           | 6      | m2   | 150         | 900    |              |
|     |                                        |        |      |             |        | 36,385       |
| 5   | İZOLASYON İŞLERİ                       |        |      |             |        |              |
| 5.1 | Su İzolasyonu - Duvar                  | 65     | m    | 15          | 975    |              |
| 5.2 | Su İzolasyonu - Çatı                   | 170    | m2   | 15          | 2,550  |              |
| 5.3 | Su izolasyonu - Teras Çatı             | 24     | m2   | 48          | 1,152  |              |
| 5.4 | Su İzolasyonu - Zemin Döşemesi         | 97     | m2   | 15          | 1,455  |              |
| 5.5 | Isı İzolasyonu - Çatı - 30cm           | 170    | m2   | 65          | 11,050 |              |
|     | Isı İzolasyonu - Çatı - 20cm           |        |      | 7,367       |        |              |
| 5.6 | Nem İzolasyonu Folyosu - Çatı          | 170    | m2   | 12          | 2,040  |              |
| 5.7 | Isı İzolasyonu - Duvar - 30cm          | 210    | m2   | 85          | 17,850 |              |
| 5.8 | Isı İzolasyonu - Zemin Döşemesi - 30cm | 97     | m2   | 75          | 7,275  |              |
|     | Isı İzolasyonu - Zemin Döşemesi - 20cm |        |      | 4,850       |        |              |
| 5.9 | İzolasyonu Koruyucusu - Zemin Döşemesi | 97     | m2   | 7           | 679    |              |
|     |                                        |        |      |             |        | 45,026       |
| 6   | ÇATI İŞLERİ                            |        |      |             |        |              |
| 6.1 | Çatı Konstrüksiyonu İnşaat Kerestesi   | 27.5   | m3   | 475         | 13,063 |              |

|      | İMALAT KALEMİ                           | MİKTAR | BR   | BİRİM FİYAT | TOPLAM | BÖLÜM TOPLAM |
|------|-----------------------------------------|--------|------|-------------|--------|--------------|
| 6.2  | Çatı Konstrüksiyonu İşçiliği            |        |      |             | 9,050  |              |
| 6.3  | Kiremit                                 | 202    | m2   | 105         | 21,210 |              |
| 6.4  | Kiremit Taşıma                          | 202    | m2   | 9           | 1,818  |              |
| 6.5  | Çatı Yürütüş İskelesi                   |        |      |             | 1,500  |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 46,641       |
| 7    | TENEKECİLİK İŞLERİ                      |        |      |             |        |              |
| 7.1  | Çinko Dere                              | 36     | mt   | 45          | 1,620  |              |
| 7.2  | Oluk kelepçesi                          |        |      |             | 150    |              |
| 7.3  | Yağmur Oluğu                            | 42     | mt   | 47          | 1,974  |              |
| 7.4  | Oluk Dirseği                            |        |      |             | 1,800  |              |
| 7.5  | Paratoner                               |        | adet |             | 360    |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 5,904        |
| 8    | AHŞAP İŞLERİ                            |        |      |             |        |              |
| 8.1  | Ahşap Kirişli Tavan                     | 90     | m2   | 100         | 9,000  |              |
| 8.2  | Saçak Kaplama                           | 45     | m2   | 95          | 4,275  |              |
| 8.3  | Rüzgarlık Saçağı Kaplaması              | 22     | m2   | 95          | 2,090  |              |
| 8.4  | Garaj Saçağı Kaplaması                  | 26     | m2   | 95          | 2,470  |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 17,835       |
| 9    | ŞAP İŞLERİ                              |        |      |             |        |              |
| 9.1  | Garaj                                   | 20     | m2   | 48          | 960    |              |
| 9.2  | Rüzgarlık                               | 11     | m2   | 48          | 528    |              |
| 9.3  | Zemin                                   | 91     | m2   | 53          | 4,823  |              |
| 9.4  | İzolasyon Üstü Şap                      | 102    | m2   | 25          | 2,550  |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 8,861        |
| 10   | SIVA İŞLERİ                             |        |      |             |        |              |
| 10.1 | Dış Sıva                                | 190    | m2   | 39          | 7,410  |              |
| 10.2 | Su Tutucu Subasman Sıvası               | 49     | m2   | 52          | 2,548  |              |
| 10.3 | Zemin Kat Sıva - Duvar                  | 311    | m2   | 25          | 7,775  |              |
| 10.4 | Zemin Kat Sıva - Tavan                  | 97     | m2   | 28          | 2,716  |              |
| 10.5 | I. Kat Sıva - Duvar                     | 242    | m2   | 25          | 6,050  |              |
| 10.6 | I. Kat Sıva - Tavan                     | 45     | m2   | 28          | 1,260  |              |
| 10.7 | Garaj Sıvası - Duvar                    | 80     | m2   | 25          | 2,000  |              |
| 10.8 | Garaj Sıvası - Tavan                    | 30     | m2   | 28          | 840    |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 30,599       |
| 11   | BOYA İŞLERİ                             |        |      |             |        |              |
| 11.1 | Dış Cephe Boyası                        | 190    | m2   | 28          | 5,320  |              |
| 11.2 | Subasman Boyası                         | 49     | m2   | 28          | 1,372  |              |
| 11.3 | Zemin Kat Boya - Duvar                  | 250    | m2   | 18          | 4,500  |              |
| 11.4 | Zemin Kat Boya - Tavan                  | 110    | m2   | 21          | 2,310  |              |
| 11.5 | I. Kat Boya - Duvar                     | 206    | m2   | 18          | 3,708  |              |
| 11.6 | I. Kat Boya - Tavan                     | 125    | m2   | 21          | 2,625  |              |
| 11.7 | Garaj Boyası - Duvar                    | 80     | m2   | 14          | 1,120  |              |
| 11.8 | Garaj Boyası - Tavan                    | 26     | m2   | 16          | 416    |              |
|      |                                         |        |      |             |        | 21,371       |
| 12   | FAYANS VE SERAMİK İŞLERİ                |        |      |             |        |              |
| 12.1 | Kaplama Altı Su Kesici - Islak Hacimler | 97     | m2   | 38          | 3,686  |              |
| 12.2 | 20/20 Fayans - Zemin kat                | 61     | m2   | 90          | 5,490  |              |
| 12.3 | 20/20 Fayans - I. Kat                   | 36     | m2   | 90          | 3,240  |              |
| 12.4 | 20/20 Seramik - Zemin Kat               | 38     | m2   | 100         | 3,800  |              |
| 12.5 | 20/20 Seramik - I. Kat                  | 32     | m2   | 100         | 3,200  |              |

|       | İMALAT KALEMİ                           | MİKTAR   | BR   | BİRİM FİYAT | TOPLAM  | BÖLÜM TOPLAM |
|-------|-----------------------------------------|----------|------|-------------|---------|--------------|
|       |                                         |          |      |             |         | 19,416       |
| 13    | DÖŞEME KAPLAMALARI                      |          |      |             |         |              |
| 13.1  | Sert PVC Kaplaması - Yemek Odası ve Hol | 60       | m2   | 80          | 4,800   |              |
| 13.2  | Parke                                   | 32       | m2   | 150         | 4,800   |              |
| 13.3  | Halı                                    | 85       | m2   | 85          | 7,225   |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 16,825       |
| 14    | DOĞRAMA İŞLERİ                          |          |      |             |         |              |
| 14.1  | İç Oda Masif Kapıları                   | 9        | adet | 850         | 7,650   |              |
| 14.2  | İç Oda Camlı Kapı                       | 1        | adet | 3,000       | 3,000   |              |
| 14.3  | Giriş Kapısı                            | 1        | adet | 3,300       | 3,300   |              |
| 14.4  | Pencereler                              | Tripleks |      |             | 29,500  |              |
|       | Pencereler                              | Dubleks  |      | 20,667      |         |              |
|       | Pencereler                              | Tekcam   |      | 10,833      |         |              |
| 14.5  | Garaj Kapısı                            | 1        | adet | 4,700       | 4,700   |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 48,150       |
| 15    | STOR VE DENİZLİK İŞLERİ                 |          |      |             |         |              |
| 15.1  | Stor Makarası ve Kutusu                 |          |      |             | 5,570   |              |
| 15.2  | Ahşap Stor                              |          |      |             | 7,300   |              |
| 15.3  | Denizlik                                | 15       | mt   | 92          | 1,380   |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 14,250       |
| 16    | MEKANİK İŞLER                           |          |      |             |         |              |
| 16.1  | Isıtma Tesisatı                         |          |      |             | 20,400  |              |
| 16.2  | Gaz tesisatı                            |          |      |             | 5,500   |              |
| 16.3  | Güneş Kolektörü                         | 6        | m2   | 1,100       | 6,600   |              |
| 16.4  | Güneş Kolektörü Tesisatı                |          |      |             | 2,500   |              |
| 16.5  | Sıcaksu Deposu                          |          |      |             | 5,500   |              |
| 16.6  | Havalandırma (Gerikazanımlı)            |          |      |             | 9,000   |              |
| 16.7  | Sihhi tesisat İşleri                    |          |      |             | 6,000   |              |
| 16.8  | Sihhi Tesisat Armatürleri               |          |      |             | 9,000   |              |
| 16.9  | Yağmur Suyu Deposu                      | 3        | m3   |             | 2,500   |              |
| 16.1  | Yağmur Suyu Depo Filtre Sistemi         |          | adet |             | 1,750   |              |
| 16.11 | Yağmur Suyu Gerikazanım Tesisatı        |          |      |             | 5,750   |              |
| 16.12 | Şehir Suyu Bağlantısı                   |          |      |             | 2,500   |              |
| 16.13 | Atıksu Bağlantısı                       |          |      |             | 1,750   |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 78,750       |
| 17    | ELEKTRİK İŞLERİ                         |          |      |             |         |              |
| 17.1  | Borulama, Kabloleme ve Armatürler       |          |      |             | 16,000  |              |
| 17.2  | Elektrik Tablosu                        |          | adet |             | 500     |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 16,500       |
| 18    | GÜNEŞ PİLİ VE OTOMASYON SİSTEMİ         |          |      |             |         |              |
| 18.1  | Güneş Pili Panel                        | 6        | m2   | 5,000       | 30,000  |              |
| 18.2  | Enerji Dönüştürücü                      | 1        | adet | 22,500      | 22,500  |              |
| 18.3  | Akım Dengeleyici ve Dağıtıcı            | 1        | adet | 1,600       | 3,500   |              |
| 18.4  | Otomasyon Hattı                         |          |      |             | 8,500   |              |
|       |                                         |          |      |             |         | 64,500       |
|       | 18 Hariç TOPLAM                         |          |      |             | 505,033 |              |
|       | GENEL TOPLAM                            |          |      |             | 569,533 |              |

**EK B : HESSEN EYALETİ DÜŞÜK ENERJİ BİNASI TEŞVİK  
BAŞVURU FORMU ÖRNEĞİ**

**HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN**  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE



**SOLARTHERMISCHES  
FÖRDERPROGRAMM**

**Fragebogen zum Antrag**

Antragsteller/in:

Name : \_\_\_\_\_

Vorname : \_\_\_\_\_

Straße, Haus-Nr.: \_\_\_\_\_

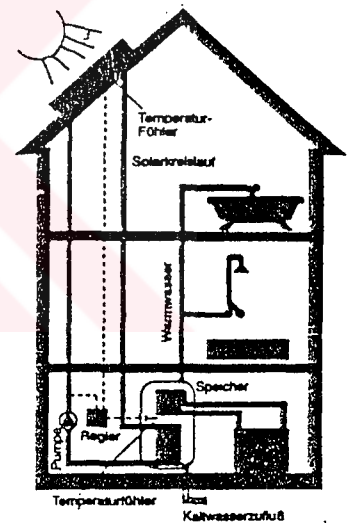
PLZ, Wohnort : \_\_\_\_\_

Telefon-Nr.: \_\_\_\_\_

Objektanschrift:

Straße, Haus-Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ, Wohnort : \_\_\_\_\_



Objektbeschreibung:

- ☐ Einfamilienhaus freistehend
- ☐ Doppelhaushälfte
- ☐ Reihennittelhaus
- ☐ Reiheneckhaus
- ☐ Zwei- und Mehrfamilienhaus  
Anzahl der Wohnungen \_\_\_\_\_

Verschattung des Gebäudes:

- ☐ stark verschattet
- ☐ gering verschattet
- ☐ nicht verschattet

HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE



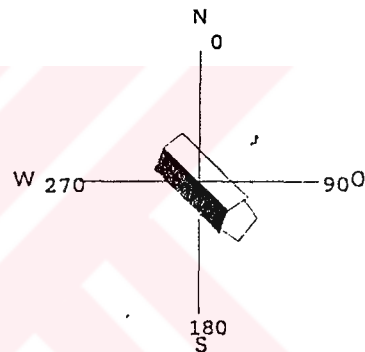
Fragen zum Objekt

(Bitte ausfüllen und zutreffendes ankreuzen)

Art des Daches:

- |                          |            |  |
|--------------------------|------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Flachdach  |  |
| <input type="checkbox"/> | Satteldach |  |
| <input type="checkbox"/> | Walmdach   |  |
| <input type="checkbox"/> | Pultdach   |  |

Richtung der nutzbaren Dachfläche  
in Grad \_\_\_\_\_



Nutzbare Dachfläche in m<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

Dachneigung in Grad: \_\_\_\_\_

Warmwasserbedarf:

(in Liter pro Person und Tag)

- ☐ niedrig (30 l/Pers.)
- ☐ mittel (50 l/Pers.)
- ☐ hoch (80 l/Pers.)
- ☐ gemessen: \_\_\_\_\_ l/Pers.

Anzahl der Personen \_\_\_\_\_

Wohnfläche \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Warmwasserbereitung heute:

- ☐ Warmwasserspeicher im Kessel
- ☐ Warmwasserspeicher separat
- ☐ Durchlauferhitzer
- ☐ Warmwasserzirkulation (J / N)
- ☐ Speichervolumen \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>
- ☐ Speichertyp \_\_\_\_\_

Kesselleistung (in kcal/h oder kW):

- ☐ Öl \_\_\_\_\_
- ☐ Gas \_\_\_\_\_
- ☐ Elektro \_\_\_\_\_
- ☐ Sonstiges \_\_\_\_\_

Nutzung der Solarenergie für:

- ☐ Warmwassererwärmung (WW)
- ☐ Schwimmbaderwärmung
- ☐ Kombination WW/Schwimmbecken
- ☐ Sonstiges: \_\_\_\_\_

**HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN**  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE



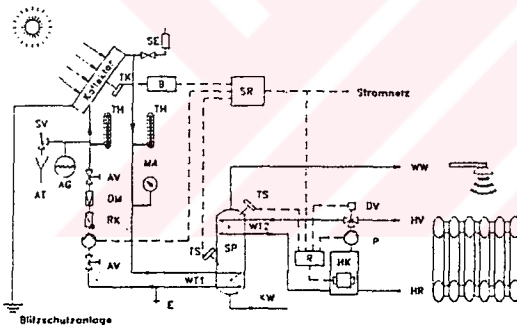
**Auswahl der möglichen Anlagensysteme:**

Es sind verschiedene Schaltungsarten möglich, wobei jeweils die für den konkreten Fall günstigste Variante gewählt werden sollte. Die folgenden sechs Beispiele bilden eine Auswahl der gängigsten Anlagensysteme beim Bau einer Solaranlage.

Bitte kreuzen Sie die Skizze an, die dem Schalt-schema Ihrer projektierten Anlage entspricht. Weicht die Anlage von den vorgeschlagenen Schaltschemen ab, dann tragen Sie bitte in die Skizze, die der Anlage am nächsten kommt, die entsprechenden Änderungen ein.

**Beispiel 1**

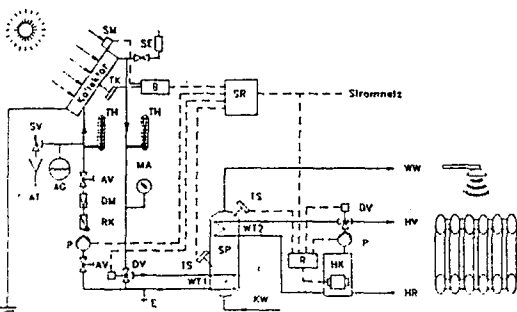
☐ Solaranlage mit gemeinsamem Speicher für Kollektor- und Kesselkreis



Der Wärmetauscher des Kollektorkreislaufes ist im unteren Bereich des Speichers angeordnet, der des Kesselkreislaufes im oberen. Bei unzureichender Sonneneinstrahlung wird über den im oberen Bereich des Speichers liegenden Wärmetauscher WT2 eine Nacherhitzung vorgenommen.

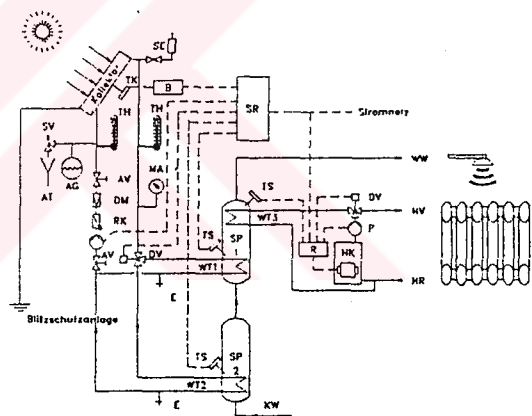
**Beispiel 2**

☐ Solaranlage mit gemeinsamem Speicher für Kollektor- und Kesselkreis sowie By-Pass



**Beispiel 3**

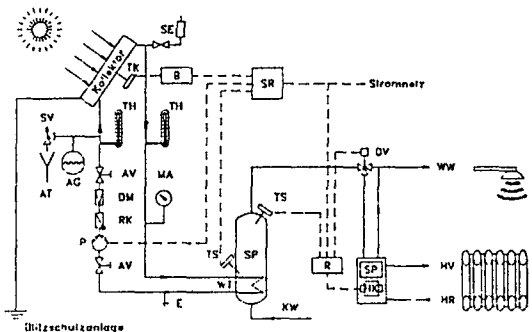
☐ Solaranlage mit 2 Speichern



Bei dieser Schaltung wird zunächst nur einer der beiden Speicher (Vorrangspeicher SP2) bis zur eingestellten Temperatur erwärmt. Bei Überschreiten der Temperatur oder bei nicht ausreichender Temperatur des Kollektorkreislaufes wird auf den zweiten Speicher umgeschaltet.

**Beispiel 4**

☐ vorgeschaltete Solaranlage mit integriertem WW-Speicher



HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE

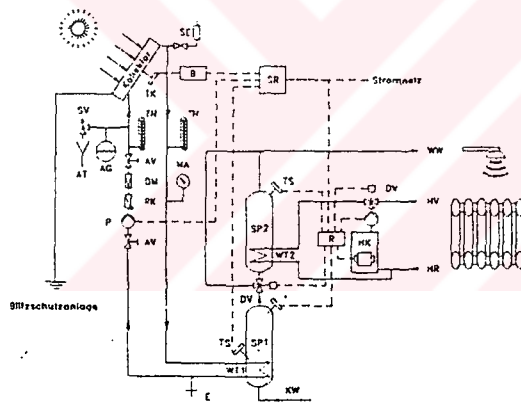


Diese Konzeption ist sinnvoll bei bereits installierten Heizungsanlagen mit aufgesetztem oder untergestelltem Warmwasserspeicher. Der Solarspeicher kann über ein Dreiwegeventil entweder direkt oder über den eingebauten Warmwasserspeicher an das Brauchwassernetz angeschlossen werden. Im Sommerbetrieb ist es sinnvoll den Kessel abzuschalten und den Solarspeicher direkt an das Brauchwassernetz anzuschließen.

Das Heizwasser des Speichers dient zur Raumwärmeversorgung und über die eingebauten Wärmetauscher WT2 und WT3 auch zur Brauchwassererwärmung. Auf diese Weise gelangt immer frisches Brauchwasser an die Zapfstellen. Die Solaranlage speist über den Wärmetauscher WT1 in den Heizwasserspeicher ein. Sie hat Vorrang gegenüber dem Kessel. Diese Speicherart eignet sich z.B. in Kombination mit einem Brennwertkessel und einer Fußbodenheizung.

Beispiel 5

☐ vorgeschaltete Solaranlage mit neben-  
gestelltem WW-Speicher



Diese Schaltung ist dem Beispiel 4 ähnlich, wobei einem ohnehin vorhandenen Speicher SP2 der Solarspeicher SP1 vorangestellt wird.

Sonstige Hinweise:

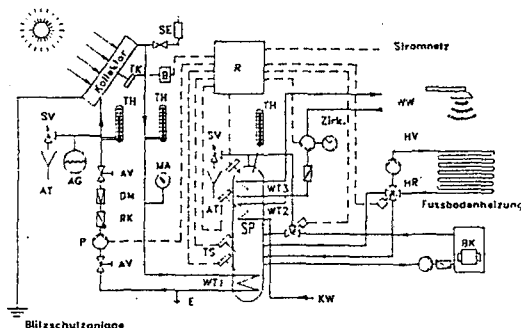
Zur Vermeidung einer Überhitzung der Kollektoren während Urlaubszeiten im Sommer, sollte eine "Urlaubsschaltung" vorgesehen werden, bei der bei Bedarf die Kollektorwärme über den Kessel an den Schornstein abgegeben werden kann. In den dargestellten Anlagenschemata sind der Übersichtlichkeit halber wichtige Elemente nicht eingezeichnet. Dazu gehören verschiedene sicherheitstechnische Komponenten, Ventile, Anzeigeinstrumente sowie die Schutzanode im Warmwasserspeicher. Bei der Realisierung der Anlage müssen diese Elemente berücksichtigt werden.

Ebenfalls nicht eingegangen wurde auf die Schaltung des Raumheizungskreislaufes sowie der eventuell vorhandenen Brauchwasserzirkulation.

Bei älteren Kesselanlagen wird manchmal der zusätzliche Einbau einer elektrischen Nachheizung (Heizstab) in den Solarspeicher vorgenommen, um im Sommerbetrieb die hohen Betriebsbereitschaftsverluste des Kessels zu vermeiden. In diesem Fall ist jedoch die Installation eines neuen Kessels mit gleitender Temperaturregelung energiesparender, und auf Dauer gesehen in der Regel auch wirtschaftlicher.

Beispiel 6

☐ Solaranlage mit Durchflußspeicher



Diese Konzeption kann zur Verhinderung der Legionellenbildung im Speicher gewählt werden.

Bedeutung der verwendeten Abkürzungen:

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| AG    | Ausdehnungsgefäß              |
| AT    | Auffangtrichter               |
| AV    | Absperrventil                 |
| B     | Blitzschutzdose               |
| BK    | Brennwertkessel               |
| DV    | Dreiwegeventil                |
| DM    | Durchflußmesser               |
| E     | Entleerung                    |
| HK    | Heizkessel                    |
| HR    | Heizungsrücklauf              |
| HV    | Heizungsvorlauf               |
| KW    | Kaltwasserzufuhr              |
| MA    | Manometer                     |
| P     | Pumpe                         |
| R     | Regelung                      |
| RK    | Rückschlagklappe              |
| SE    | Schnellentlüfter              |
| SM    | Strahlungsmesser              |
| SP1/2 | Speicher 1/2                  |
| SR    | Solarregelung                 |
| SV    | Sicherheitsventil             |
| TH    | Thermometer                   |
| TK    | Temperaturfühler am Kollektor |
| TS    | Temperaturfühler im Speicher  |
| WT    | Wärmetauscher                 |
| WW    | Warmwasser                    |

HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE



## Auslegung der Solaranlage und der übrigen Komponenten

### Kollektor:

Kollektor-Fabrikat: \_\_\_\_\_

Ausrichtung: \_\_\_\_\_ Grad

Kollektorfläche: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Neigung: \_\_\_\_\_ Grad

### Rohrleitung Solarkreis:

Leitungsdurchmesser: \_\_\_\_\_ mm

Dämmstärke: \_\_\_\_\_ mm

Rohrlänge (einfach): \_\_\_\_\_ m

### Speicher:

Fabrikat: \_\_\_\_\_

Nachheizung: keine ☐

Größe: \_\_\_\_\_ Liter

über Heizung ☐

Isolationsstärke: \_\_\_\_\_ mm

über sonstiges ☐

☐ Direkteinspeisung

Regelung: \_\_\_\_\_

☐ mit Wärmetauscher, Art des Wärmetauschers: \_\_\_\_\_

### Energetische Bewertung:

Deckungsanteil der Solaranlage : \_\_\_\_\_ % der Warmwasserbereitung

Einsparung an Endenergie : \_\_\_\_\_ kWh/Jahr

(Grundlage: bisheriger Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung)

## Kostenplan

### Positionen:

- DM -

Solarkollektoren

\_\_\_\_\_

Rohrleitungen und Anschlüsse

\_\_\_\_\_

Warmwasserspeicher

\_\_\_\_\_

Pumpen, Regelung, Elektroinstallation, Armaturen

\_\_\_\_\_

Erdung und Blitzschutz

\_\_\_\_\_

Planung und Montage

\_\_\_\_\_

Mehrwertsteuer

\_\_\_\_\_

Gesamtkosten incl. Mehrwertsteuer

\_\_\_\_\_

HESSISCHES MINISTERIUM  
FÜR UMWELT, ENERGIE  
UND BUNDESANGELEGENHEITEN  
Fragebogen zum solarthermischen Förderprogramm

WIR FÖRDERN SOLARENERGIE



**Anschrift des ausführenden Fachbetriebes**

Fa. \_\_\_\_\_

Straße, Hausnr. \_\_\_\_\_

PLZ, Ort \_\_\_\_\_

.....  
Datum

.....  
Unterschrift der/s Antragstellerin/s

**Bau- und energietechnische Prüfung**

| <u>Mindestanforderungen eingehalten bzgl.:</u>              | ja                       | nein                     |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Firstrichtung bzw. Ausrichtung der Solaranlage              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Verschattung                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| nutzbare Fläche                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mindestgröße des Speichers                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| automatische Einschaltung der Solaranlage                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wärmedämmung der Rohrleitung (gemäß gesetzl. Anforderungen) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>Mindestanforderungen eingehalten = förderfähig</b>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

.....  
Prüfer/in

.....  
Datum, Stempel und Unterschrift

## ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Ankara’da doğdu. 1989 yılında Kadıköy Anadolu Lisesi’nden mezun oldu ve aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nde Lisans eğitimine başladı. 1993 yılında Lisans eğitimini tamamlayarak İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Programında Y. Lisans eğitimine başladı. 1996 yılı Ocak ayında Y. Lisans eğitimini tamamladı. Halen, gayrimenkul yatırım değerlendirmesi, fizibilite etüdüleri ve inşaat kontrollüğü hizmetlerini veren Proje Yönetim A.Ş. bünyesinde Yapım Planlama Uzmanı olarak görev yapmaktadır.