6.Hafta

> 10_29_07_2023

İçindekiler

CTAD: Class Template Argument Deduction

- Aslında C++17 dile eklenen sınıf şablonları için bir tür çıkarımının yapılması. Artık C++17 ile sınıf şablonları içinde bir tür çıkarımı sağlanıyor.
- - Çıkarımın yapılmasını sağlamak veya derleyici yönlendirmek için `deduction guide` dile eklendi. User-type sınıflar içinde bu çıkarımı yapabiliyoruz.
- Kodların yazımını ve okunmasını kolaylaştırıyor.
- Kod kalabalığını azaltmak için daha önceden fabrika fonksiyonu kullanılıyordu.

```
int main()
{
    using namespace std;
    auto p = make_pair(12, 5); // pair<int, int> çıkarımı fonksiyon için
yapılabiliyor.
}
```

- Artık make_pair'i kullanmak yerine CTAD'dan faydalanılabilir.
- Derleyici consturctorlara bakarak tür çıkarımı yapabiliyor. Hom type hem de non-type parametreleri için bu çıkarım yapılabiliri.
- Aggregat sınıflar için de bu çıkarım yapılabilir. Burada C++20 ile bazı farklılıklar oluştu.
- CTAD'ın constructor'ın explicit olup olmaması çıkarımı ekliyor
- Argümanların sınıf türünden olmasında da bir sakınca yok.

```
template <typename T>
class MyClass
{
public:
    MyClass(const T& x) : mx{x}{
```

```
        std::cout <<  typeid(T).name() << "\n";
    }
    T mx;
};

template <typename T>
Myclass<T> make_myclass(const T& x)
{
    return Myclass<T>{x};
}
int main()
{
    Myclass<int> x{12}; // C++17'den önce bu şekilde yazılıyordu.
    auto mx = make_myclass{20}; /// CTAD olmadığından dolayı bu şekilde
yazılıyor.
   Myclass m(12);
}
```

- Çıkarımlar daha complex senaryolarla da yapılabilir.

```
template <typename T, typename U>
class Myclass
{
public:
    Myclass(const T& x, const U& y) : mx{x}, my{y}{
        std::cout <<  typeid(T).name() << "\n";
        std::cout <<  typeid(U).name() << "\n";
    }
    T mx;
    U my;
};

int main()
{
    Myclass x{12, 5.24}; // C++17'den önce bu şekilde yazılıyordu.
    auto mx = Myclass{20, 5};
    Myclass m(12, "denem");
}
```

- Örneğin array sınıfını sarmalayan bir template sınıf çıkarımı.

```
template <typename T, std::size_t N>
class Myclass
{
public:
    Myclass(T(&)[N])
    {
        std::cout << typeid(T).name() << "\n";
        std::cout << "constant N is" << N << "\n";
```

```
    }
};

int main()
{
    int a[10]();
    //Myclass<int,10> myclass(a);
    Myclass myclass2(a);
    double a[]{1.,3.,5.,7.,9.};
    Myclass
}
```

- Function pointer ile de kullanılabilir. Geri dönüş değeri T türü olan ve parametresi dizeye referans olan bir function pointer

```
template <typename T, typename U, std::size_t N>
class Myclass
{
public:
    Myclass(T(*)(U(&)[N]))
    {
        std::cout << typeid(T).name() << "\n";
        std::cout << typeid(U).name() << "\n";
        std::cout << "constant N is" << N << "\n";
    }
};

int foo(double(&)[20]){return 1;}

int main()
{
    Myclass my(foo);
}
```

- Default argümandan da yararlanabiliyoruz. Birden fazla default argüman içinde bundan yararlanabiliyoruz.

```
template <typename T = double>
struct Myclass
{
    Myclass() :val(){}
    Myclass(T x = 0) : mx{x} {}
    T mx;
};

Myclass m1{19};
Myclass m2;  // Myclass<double> m2;
```

> `T{}` eğer sınıf türleri ise default ctor çağırılır, eğer aritmetik türlerden bir tür ise 0 ile başlatılır.

```
template <typename T = double, typename U = int, typename W = long>
class Myclass
{
public:
    Myclass(T x = T{}, U y = U{}, W z = W{}) : mx{x}, my{y}, mz{z} {}
    T mx;
    U my;
    W mz;
};

int main()
{
    Myclass m1{12, 5, 7}; // Myclass<int, int, int> m1{12, 5, 7};
    Myclass m2; // Myclass<double, int, long> m2;
}
```

- Çıkarım yapılırken ilk parametre için çıkarım yapılsın fakat ikinci parametreyi kullanayım gibi bir sentaks yok.

```
template <typename T, std::size_t N >
struct Array
{};

int main()
{
    std::array a{1,3,4,5,6,6};
    //std::array<> a{1,3,4,5,6,6};
}
```

- standart kütüphanenin örnekleri

```
int main()
{
    using namespace std;
    vector v{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}; // vector<int> v{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    list l{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}; // list<int> l{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    set s{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}; // set<int> s{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    set s2{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}, [](int a,int b){return b<a;}; //
}
```

```
template<typename F>
class Myclass
{
public:
```

```
    Myclass(F f) : mf{f} {
        std::cout << typeid(F).name() << "\n";
    }
    F mf;
};

int main()
{
    Myclass m{std::less<int>{}};
    // Myclass<lambda> m{[](int x, int y){return x + y;}};
}
```

- Joustis örneği

```
template <typename T>
class CountCalls
{
public:
    CountCalls(T f) : mf{f} {}
    T mf;
    int count{};
    template <typename... Args>
    auto operator()(Args&&... args)
    {
        ++count;
        return mf(std::forward<Args>(args)...);
    }
    int count() const { return count; }
private:
    T mf;
    int count{};
};

int main()
{
    using namespace std;
    vector<string>msvec;
    rfill(mvec,10000,rname);
    auto f = CountCalls{[](const string &s, const string y){return s.size()
< y.size();}};
    sort(mvec.begin(),mvec.end(),ref(f));
    //ref fonksiyonu
    cout<< "f.count() = " << f.count() << "\n";
    // Myclass<lambda> m{[](int x, int y){return x + y;}};
}
```

- Buradaki ref neden kullanıldı? Algoritmalara bunu gönderirken kopyalama oluşmamasını istiyoruz. Ve bizim gönderdiğimiz nesnenin coun'tu arttırmazdı.

- Bazı templeatelerde fonksiyonun parrmetresi referans değil ve bu fonksiyonlara storage küçük bir nesne gönderdiğimizde kopyalanabiliyor fakat burada büyük nesneler için kopylama yapmak istemiyoruz.

- - Fonksiyon şablonundan oluşturulmuş fonksiyonun referans olmasını istiyoruz ve bunu reference wrapper ile sağlayabiliriz.

```
#include <algorithm>
class Pred
{
public:
    bool operator()(int)const
    {}
private:
    int ma[1024]; //her kopyalama da bu dizi de kopyalama olucaks
};


int main()
{
    find_if(); //3.parametresi referans değil.
    Pred mypred;
    vector<int> ivec(100'000);
    auto iter = find_if(ivec.begin(),ivec.end(),mypred); // kopyalama
olucak
}
```

- Pred nesnesi fonksiyonun parametre değişkenine kopyalanacak.
- `for_each` algoritmasının geri dönüş değeri callable. 3.parametresi callable ve range'teki üyeleri callable'a gönderiyor.

```
class Functor
{
pulbic:
    Functor(int val) : mval{val} {}
    void operator()(int)const
    {
        if(x > mval)
            ++m_count;
    }
    int count() const { return m_count; }
private:
    int mval;
    int m_count{};
};

int main()
{
    using namespace std;
    vector<int> ivec(100'000);
```

```
    rfill(ivec,20'000, Irand(0,100'000));
    auto f = for_each(ivec.begin(),ivec.end(),Functor{90'000});
    cout << "f.count() = " << f.count() << "\n";
}
```

- - Genel olarak yazma algoritmaları genellikle yazdığı konumdan sonraki konumu döndürüyor.

```
int main()
{
    using namespace std;
    vector<int> ivec(100'000);
    list<int> ilist(100'000);
    auto end_iter = for_each(ivec.begin(),ivec.end(),Functor{90'000});
    // ivec.begin() + 100000
    //liste yazılmış son konumu döndürüyor
}
```

- Bazı durumlarda küme parantezi ile normal parantez kullanmak arasında fark var

```
int main()
{
    using namespace std;
    vector<int> ivec(100'000);
    vector v2{v1};//vector<int>
    vector v3(v1,v1);//vector<vector<int>>
}
```

```
int main()
{
    using namespace std;
    list<pair<string,double>> mylist = {{"ali",12.5},{"veli",15.5},
{"selami",20.5}};
    //vector v1(mylist.rbegin(),mylist.rend());
    vector v1{mylist.rbegin(),mylist.rend()}; // vector<iterator> açılımı
oluyor
    for(const auto &[name, wage] : v1)
        std::cout << name << " " << wage << "\n";
}
```

- Std'de bazı kütüphanelerde CTAD kritik durum taşıyor.

```
template <typename T>
class Complex
{
public:
```

```
    constexpr Complex(T& re = T(), const T& im = T{});
private:
    T real;
    T imag;
};


int main()
{
    using namespace std;
    complex c1{12.5, 5.5}; // complex<double> c1{12.5, 5.5}; Sınıf
şablonunn
    complex c1{12.5};
    complex<double> c3{4.5};
}
```

- Std::function bir callable'ı sarmalıyor.

```
int foo(int);
double bar(double,double);
struct Functor
{
    int operator()(int);
};
int main()
{
    using namespace std;
    function f1{foo}; // function<int(int)> f1{foo};
    //function<int,int> şeklinde yazılması lazımdı.
    function f2{bar}; // function<double(double,double)> f2{bar};
    function f3{Functor{}}; // function<int(int)> f3{Functor{}};
    function f4{[](int x){return x;}}; // function<int(int)> f4{[](int x)
{return x;}};
}
```

- Bazı durumlarda çıkarım mekanizması yok.

```
//vector<pair>v1{{1,2},{3,4},{5,6}};   //burada bir çıkarım yapılmıyor.
vector v2{{1,2},{3,4},{5,6}}; // burada bir çıkarım yapılıyor.
```

- Specialization kullanılması CTAD kullanımını etkilemiyor.

```
template <typename T>
struct Myclass
{
    Myclass(T x) : mx{x} {}
    T mx;
```

```
};

template<>
struct Myclass<int>
{
    Myclass(int x) : mx{x} {}
    int mx;
};
int main()
{
    Myclass x{123};
}
```

Deduction Guide

- Örneğin myclass için dizi çıkarımları int bir dizi için çıkarım `int[5]` şeklinde yapılıyor ve biz burada bu dizinin array decay ile pointer'a dönüşmesini istiyoruz.
- Bu çıkarımı sadece T'türünün çıkarımının yapılması için kullanıyoruz. Constructor'ın referanslık durumu değişmiyor.

```
template<typename T>
class TypeTeller;

template<typename T>
class Myclass
{
public:
    Myclass(const T& x) : mx{x}
    {
        //TypeTeller<T> t; bu sentaks hatası veriyor ve türü görmek için
kullanabiliriz.

    } // Diziye dizi ile ilk değer vermek sentaks hatası oluyor bunun için
    //arrray decay uygulanmasını istiyoruz.
private:
    T mx;
};
template<typename T>
//<Sınıfınismi>(T) -> <Çıkarımın nasıl yapılmasını istiyorsak>
Myclass(T) -> Myclass<T>; //

int main()
{
    Myclass m{"den"}; //char [4] türünden bir nesne
}
```

- Basit örnekler

```
typename <T>
class TypeTeller;

template<typename T>
class Myclass
{
public:
    Myclass(const T& x) : mx{x}
    {
        TypeTeller<T> t; // bu sentaks hatası veriyor ve türü görmek için
kullanabiliriz.
    }
};
template <typenmae T>
Myclass(T) -> Myclass<T&>;
Myclass(char)->Myclass<long>;
Myclass(short)->Myclass<long>;
Myclass(int)->Myclass<long>;
Myclass(unsigned int)->Myclass<long>;

int main()
{
    Myclass m{'a'}; //long
    Myclass m2{12}; //long
    Myclass m3{12u}; //long
}
```

```
template<typename T>
class Myclass
{
public:
    Myclass(const T& x) : mx{x}
    {
    }
};

template <typename T>
Myclass(T) -> Myclass<T*>;
Myclass(const char *) -> Myclass<std::string>; // const char* türünün
çıkarımını string olarak yapıyoruz.

int main()
{
    int x = 10;
    Myclass m{x}; // Myclass<int*>
}
```

- Pair ve tuple içiin

```
template<typename T, typename U>
class Pair
{
public:
    Pair(const T& x, const U& y) : mx{x}, my{y} {}
};
template<typename T, typename U>
Pair(T,U) -> Pair<T,U>; // bu sayede fonksiyon parametresi referans
gödnerildiğinde dizi de çıkarım pointer olarak yapılıyor.
```

- Tuple için

```
template<typename... Ts>
class Tuple
{
public:
    constexpr Tuple(const Ts&... args) : mt{args...} {}
    template<typename... Us> constexpr Tuple(Us&&... args) :
mt{std::forward<Us>(args)...} {}
};
template<typename... Ts>
Tuple(Ts...) -> Tuple<Ts...>;

int main()
{
    Tuple tx{42,"hello",nullptr};
}
```

```
template<typename T>
struct Sum
{
    T value;
    template<typename... Args>
    Sum(Args&&... args) : value{(args + ...)} {} //argümanların tooplam
değeri ile değerleri init ediyoruz.
};
template<typename ...Types>
Sum(Types&& ...ts) -> Sum<std::common_type_t<Types...>>; // argümanların
türlerinin ortak türünü buluyoruz.

int main()
{
    Sum s{1u,2.0,3,4.0f};
    Sum strsum{std::string{"ali"}, "veli"};
    std::cout << s.value << strsum.value << "\n";
}
```

- Vector'de range constructor'ı için aşağıdaki gibi bir çıkarım yapılıyor. vector'için `int*, int*` türünden bir parametre geçilirse çıkarımı `int` olarak yapılıyor.

```
namespace std
{
    template<typename InputIterator>
    vector(InputIterator,InputIterator) -> vector<typename
iterator_traits<InputIterator>::value_type>;
}
```

- Aggregate türlerin çıkarımı için aşağıdaki gibi bir initialization yok.

```
template<typename T>
struct Myclass
{
    T mx;
};
template<typename T>
Myclass(T) -> Myclass<T>;
int main()
{
    //Myclass<int> x1 = 10; C++ 17 ile aşağıdaki de sentaks hatası bunun
için deduction guide vermemiz gerekiyor
    // Myclass mynec(20);
    Myclass myclass = {20};
}
```

- Aşağıdaki gibi bir çıkarım yapılamıyor.

```
template<typename T>
clas Myclass
{
public:
    Myclass(const T& x) : mx{x} {}
private:
    T mx;
};

int main()
{
    Myclass myc(29);
    //Myclass *p = &myc; sentaks hatası
}
```

- `explicit` olarak deduction guide verilebiliyor.

```
template<typename T>
struct Myclass
{
    T mx;
};
explicit Myclass(const char *) -> Myclass<std::string>;
int main()
{
    Myclass myc("ali");
    Myclass m = Myclass {"ali"};
}
```

- Aşağıdaki örnekte explicit olarak veriilmiş, m için açılım Myclass'ın int* açılımı, sınıfın 2 constructorı var ve burada çağıralacak constructor U template parametresi olarak çıkarım yapılıyor.
- Fakat buarada U'nun tür çıkarımı int olarak yapılıyor.
-

```
template<typename T>
struct Myclass
{
    Myclass(T){std::cout << "ctor\n";}
    template<typename U>
    Myclass(U)
    {
        std::cout << "uctor\n";
        std::cout << typeid(U).name() << "\n";
        std::cout << typeid(*this).name() << "\n";
    }
};
template<typename T>
explicit Myclass(T) -> Myclass<T*>;

int main()
{
    Myclass m{12}; // Myclass<int*> deduction guide
    Myclass p2 = 52; // Myclass'ın int açılımı
    int i = 42;
    Myclass p3{&i}; // Deduction guide devreye girecek ve Myclass<int**>
olacak
    Myclass p4 = &i; // Myclass<int*> olacak
}
```

Structure Binding

Bir dizi için, öğeleri tamemen public olan bir sınıf için ve tuple için kullanılabilir.

- Bu türden nesnelerin öğelerine daha yüksek verimle ayrıştırılmasını sağlamak.
- Aşağıdaki fonksiyonun first ve second'ını kullanmak istiyoruz.r

```
pair<int,double> foo()
{
    return {12, 5};
}
struct Myclass
{

    int ival{};
    double dval{};
    std::string sval{"deneme"};
};
int main()
{
    auto [x,y] = foo();
    std::cout << x << " " << y << "\n";
    int ar[3] = {1,2,3};
    auto [a1,a2,a3] = ar;
    Myclass m;
    auto [i,d,s] = m;
}
```

Sentaksı:

- `auto` keyword'ü mecburu, referans deklaratörü olabilir ya da olmayabilir.

```
auto [x,y] = var;
auto &[x,y]( var);
auto &&[x,y]{var};
```

- Aşağıdaki çıkarım her zaman eşittirin sağ tarafındaki nesne için yapılıyor. Bunun için istenmeyen öğeleri kullanılmayan öğeler için

```
struct Point
{
    int x,y,z;
};

int main()
{
    Point p1;
    auto [x,y,_] = p1;
    //auto [x,_,y] = p2; sentaks hatası aynı scopeta aynı isim bulunuyor.
}
```

```
struct Myclass
{
```

```
    double dval{};
    int a[5]{};
}
auto [d,x] = mynec;
//üretilen kod
/*
    Myclass __abc = mynec; kullanılan alias'lar
    d ==> __abc.dval eşisim gibi oluyor.
    yine aynı şekilde derleyicinin oluşturduğu nesnenin a dizisini
kullanıyoruz
    x ==> __abc.a
*/
int main()
{
    is_same_v<decltype(x),int *> ;//false
    is_same_v<decltype(x),int[5]> ;//true
}
```

- Her zaman öğe sayısı kullanılan yerdeki öğe sayısı ile aynı olmalıdır.

Diziler için

- Eğer referans ile bağlıyorsak bu değerleri değiştirdiğimizde dizinin elemanın değerini değişitirmiş oluyoruz.:

```
int main()
{
    int a[] = {10,20,30};
    auto &[e1,e2,e3] {a};
    ++e1;
    ++e2;
    ++e3;
    cout <<" e1: "<< e1 << " e2: " << e2 << " e3: " << e3 << "\n";
    cout << a[0] << " " << a[1] << " " << a[2] << "\n";
}
```

```
1  int a[2]{0, 1};
2
3  auto& [x,y] = a;
```

the change'll be like:

```
1  int &[2]{0, 1};
2
3  int (&__e)[2] = a; // now the anonymous object do effect on the array
4  #define x __e[0];
5  #define y __e[1];
```

- Eğer && deklaratörü kullanılsaydı:

```
1  int a[2]{0, 1};
2
3  // universial reference
4  // int (&__e0)[2] = a;
5  auto&& [x,y] = a;
6  // int (&&__e1)[2] = (int [2]){1,2};
7  auto&& [i,j] = (int [2]){1,2};
```

- Dizi döndüren fonksiyon

```
auto get_array()->int(&)[3]
{
    static int a[3] = {1,2,3};
    return a;
}

int(&get_array_c())[3]
{
    static int a[3] = {1,2,3};
    return a;
}

using ar3_t = int[3];

ar3_t& get_array_ref()
{
    static int a[3] = {1,2,3};
```

```
    return a;
}


int main()
{
    using namespace std;
    auto [a,b,c] = get_array();
    auto [a1,b1,c1] = get_array_c();
    auto [a2,b2,c2] = get_array_ref();
}
```

Sınıflar için

- Öğeleri public olan sınıflar için de kullanılabilir.
- Aşağıdaki kod için sentaks hatası üyelerin private olması.

```
clsas Myclass
{
    int a{10};
    int b{20};
    int c{30};
    friend void foo(); //ile sentaks hatasını çözebiliriz.
};

int main()
{
    auto [x,y,z] = Myclass{};
}
```

- Taşıma semantiğinden de faydalanabiliyioruz.

```
class Person
{
public:
    std::string mname{"deneme"};
    std::string msurname{"deneme surname"};
};

int main()
{
    Person p;
    auto [name,surname] = p;
    cout << p.name.length() << " " << p.msurname.length() << "\n";

    auto [nname,nsurname] = std::move(ğ);
    cout << p.name.length() << " " << p.msurname.length() << "\n"; // 0  0
```

```
taşıma semantiği
}
```

Tuple Interface'i ile

```
std::pair<std::string, std::string> foo();

int main()
{
    string s1;
    string s2;
    auto ps = foo();
    s1 = ps.first;
    s2 = ps.second;
}
```

- Burada s1,s2 default init edildi. Ve daha sonra copy-assignment fonksiyonu çağırıyordu. Burada bunu efektif yapmak için tie fonksiyonu kullanılıyor.

```
int main()
{
    using namespace std;
    tuple<int,double,string> tx{12,5.5,"ali"};
    //tuple da atamalar yapıldığında
    tuple<int,double,string> ty;
    ty = tx; //ty'nin öğeleri değerlerini tx'ten alıyorlar.
    int i;
    double d;
    string s;
    tuple<int & ,double & ,string&> tz(i,d,s);
    //tz'nin öğeleri constructor'da gönderilen öğelere referans. Bu durumda
bu tuple-nesnesine atama yapabiliyoruz.
    tz = tx;
    //bunu isimlendirmeden aşağıdaki gibi de yazabiliriz.
    tuple<int & ,double & ,string&> = tx;

    //bunun yerine bize bunu veren bir fabrika fonksiyonu var.
    tie(i,d,name) = tx;
}
```

```
int main()
{
    using namespace std;
    vector<string> svec;
    rfill(svec,20,rname);
    print(svec);
```

```
    auto [min,max] = minmax_element(svec.begin(),svec.end());
}
```

> 11_30_07_2023

- Container'da tuple tutmak

```
using Person = std::tuple<int, std::string, s td::string>

int main()
{
    using namespace std;
    std::ofstream ofs{"out.txt"};
    if(!ofs)
    {
        std::cerr << "out.txt dosyasi olusturulamadi\n";
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    ofs.setf(ios::left, ios::adjustfield);
    //ofs << left; //bu şekilde de yapılabilir. Fakat bu sadece ilk yazma
işlemi için
    vector<Person> pvec; //pvec(10'000); vectorün fill constructor'ı 10'000
tane öğe ile başlatılıyor value initialize ediliyor.
    pvec.reserve(10'000);
    cout << pvec.capacity() << "\n"; //kapasite 10'000 olmak zorunda değil
minimal 10'000 olabilir.
    for(int i = 0; i <10'000; ++i)
    {
        pvec.emplace_back(Irand(0,1000)(),rname() + ' '++
rfname(),rtown()); //Irand, rname, rfname, rtown fonksiyonları yardımcı
kütüphaneden geliyor
    }
    cout << pvec.size() << "\n";

    sort(pvec.begin(),pvec.end()); //std::less kullanıldı.
    for(const auto& per:pvec)
    {
        cout << setw(12) << get<0>(per) << '\t' << setw(12) << get<1>(per)
<< '\t' << get<2>(per) << '\n';
    }

    for(const auto& [id,name,town]:pvec)
    {
        ofs << setw(12) << id << '\t' << setw(12) << name << '\t' << town
<< '\n';
    }
}
```

> tuple ve pair karşılaştırılması, pair için first'ler önce karşılaştırılıyor, eğer eşitse second'lar karşılaştırılıyor. tuple içinse bunun çoklusu.

- Structure binding sentaksa bağlı bir eklenti, range-based for loop gibi.
- Type deduction öğenin kendisi için yapılıyor

```
struct Myclass
{
    int x;
    char str[]{"deneme"};
};

int main()
{
    Myclass m;
    auto [i,s] = m;
    //s pointer olsaydı
    //for (auto c : s)  sentaks hatası olmalıydo
    //for(auto c : m.str)
    for(auto c : s)
        std::cout << c << " ";
}
```

- Aşağıdakki tuple kodunu örnek alarak inceleyelim:

```
int main()
{
    std::tuple mytuple(456,std::string("deneme"));
    auto &[id,name] = mytuple;
    name = "ali";
    std::cout << id << " " << name << "\n";
}
```

Derleyici, önce bizim doğrudan görmediğimiz bir değişken tanımlıyor. `auto &a_hidden_variable= mytuplle;` burada ne int, ne de string nesnesi tanımlandı, direkt tuple nesnesi türünden bir referans oluşturuluyor. `std::tuple_size` meta-fonskyionu ile bu tuple türünün öğe sayısını derleme zamanında kontrol ediyor;

- Tuple için aşağıdaki gibi bir interface verildiğini biliyoruz.

```
//tuple interface için
using tptype = std::tuple<int,double,long>;
tuple_size<tptype>::value; //3u
// bunu yazmak ile tuple_size_v<tptype> aynı.
//tuple element ile 1.parametre öğenin yeri 2.parametre türü ise tuple'un
kendisi.
tuple_element<0,tptype>::type; //int burada bir tür elde etmiş oluyoruz.
Bir int türü.
```

```
//bunu yazmak ile tıple_element_t<0,tptype> aynı.

//Run time'a yönelik bir de get interface'i var.

// Bu interface'i sadece tuple için değil, array'de veriyor, pair'de
veriyor.
```

- User-defined interface için de eğer bu tuple interface'ini implemente edilirse bu erişimi sağlayabiliriz.

`std::tuple_size_v<std::remove_reference_t<decltype(a_hidden_variable)>>`, Eğerr bu sayı 2 değil ise sentaks hatası verecek, bir sonraki aşamaya geçilmeyecek. Burada şimdi derleyicinin `get<>` fonksiyonlarına çağrı yaparak `a_hidden_variable` öğelerine erişmesi gerekecek. Bunun için `std::get` fonksyionuna ya da sınıfın üye fonksiyonluna get'e çağrı yapması gerekecek.

Ama bu elemanlar birden fazla kez kullanılıyor ise aynı işlemler tekrar yapılmasın diye yine gizli değişkenler oluşturuluyor. Burada oluşturacağı değişkenlerin türü `tuple_element_t`

`std::tuple mytuple(456,std::string("deneme"))` `auto &a_hidden_varialbe = mytuple;` `std::tuple_element_t<0,std::remove_reference_t<decltype(a_hidden_variable)>>& hidden_id = std::get<0>(mytuple);` The type of the member with index 0, hidden_id is anonymous and Gets the value of element.
`std::tuple_element_t<1,std::remove_reference_t<decltype(a_hidden_variable)>>& hidden_id = std::get<1>(mytuple);`

- Böylece bu kod şu hale gelecek:

```
std::tuple mytuple(456,std::string("deneme"));
auto &a_hidden_variable = mytuple;
int &hidden_id = std::get<0>(mytuple);
std::string &hidden_name = std::get<1>(mytuple);
```

Buradaki değişkenler l-value reference: Böylece gereksiz kopyalamadan kaçınılıyor. get fonksiyonu L value reference döndürmeseydi ne olurdu?

- Derleyici bu durumda R value reference oluşturup geçici nesnelerin hayatlarını uzatırdı. Bundan sonra derleyici refeerans değişkenlere "special identifiers" olan id ve name isimlerini veriyor. Bu "special identifiers" hidden_id ve hidden_name isimlerine bağlanıyorlar ama gerçekte değişken değiller.

```
std::tuple mytuple(456,std::string("deneme"));
auto &a_hidden_variable = mytuple;
```

- Structure binding ile `constexpr` kullanamıyoruz.

Kendi Sınıflarımız İle

Bu kullanım her zaman uygun olmayabilir. Bunu yapmak için

- tuple_size
- tuple_element
- Her bir öğe için get lazım

```
class Person
{
public:
     Person(int id, const std::string &name, double wage) : m_id{id},
m_name{name}, m_wage{town} {}
    int get_id() const { return m_id; }
    std::string get_name() const { return m_name; }
    double get_wage() const { return m_wage; }
private:
    int m_id;
    std::string m_name;
    double m_wage;
};

namespace std
{
    template<>
    struct tuple_size<Person> : std::integral_constant<std::size_t,3> {};

    template<>  struct tuple_element<0,Person> {using type = int;};
    template<>  struct tuple_element<1,Person> {using type = string;};
    template<>  struct tuple_element<2,Person> {using type = double;};
}

template <std::size_t N>
auto get(const Person &p)
{
    if constexpr(N == 0) return p.get_id();
    else if constexpr(N == 1) return p.get_name();
    else return p.get_wage();
}

int main()
{
    Person per{12,"ali", 5000.0};
    auto [id,name,wage] = per;
    cout << id << " " << name << " " << wage << "\n";
}
```

```
class Customer
{
private:
    std::string m_name;
    std::string m_surname;
    long value;
public:
```

```
    Customer(const std::string &name, const std::string &surname, long val)
: m_name{name}, m_surname{surname}, value{val} {}
    const std::string &firstname() const { return m_name; }
    const std::string &lastname() const { return m_surname; }
    long get_value() const { return value; }
};
#include <utility>
template<>
struct std::tuple_size<Customer>
{ static constexpr std::size_t value = 3; };
template<>
struct std::tuple_element<2, Customer>
{ using type = long; };
template<std::size_t Idx>
struct std::tuple_element<Idx, Customer>
{ using type = std::string; };

template<std::size_t I> decltype(auto) get(Customer &c)
{
    static_assert(I < 3);
    if constexpr (0==I)
        return c.firstname();
    else if constexpr( 1 == I )
        return c.lastame();
        else
        {
            return c.value();
        }
}

template<std::size_t I> decltype(auto) get(Customer &&c)
{
    static_assert(I < 3);
    if constexpr (0==I)
        return std::move(c.firstname());
    else if constexpr( 1 == I )
        return std::move(c.lastame());
        else
        {
            return std::move(c.value());
        }
}
```

Spaceship Operator

C++20 ile dile eklendi. Dilin core sentaksına yapılan bir ekleme

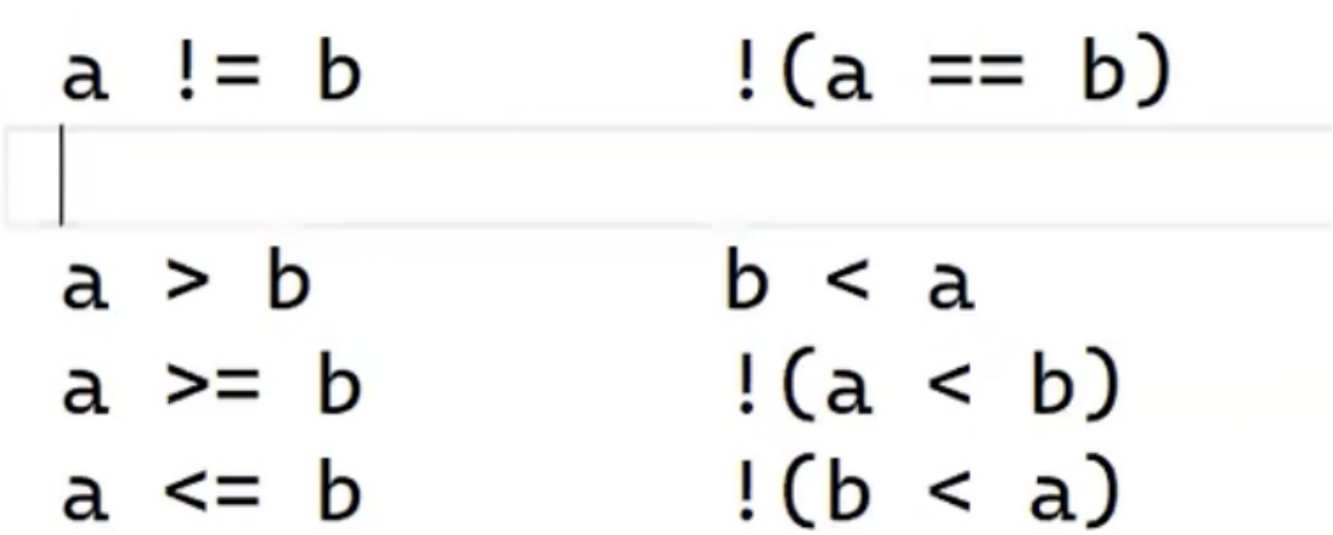
`<=>` operatörü. Three-way comparision operatorü.

C++20 öncesinde karşılaştırma operatörleri şu şekildeydi:

- `==`, `!=` equality operatörleri

- <, >, <=, >= relational operatörler

Bu operatörlerinin hepsi aynı statüde ve biz bunların ikisine özel bir statü kazandırıyoruz. Buradaki problemlerin en önemlisi, *custom* türler söz konusu olduğu zaman tipik olarak overload edilirken > ve !='i tanımla ve diğer operatörler bunları çağırsın.



Bu durumda çağrı a<5 şeklinde yazılabilirken 5>a yazamıyorduk ve burada bu problem'i çözebilmek için hidden friend veriliyor, bazı durumlarda çok fazla kod yazılması gerekiyor ve örneğin gerçek sayı türlerinde bu semantik yapıya aykırı değer ya da değerler var.

```
T x;
x == x; //bu ifadenin yanlış olma değeri normalde yok gibi gözükse bile
int main()
{
    double dval{NAN};
    double d2{4.56};
    boolalpha(cout);
    cout << (dval == dval)<< "\n"; //falses
    cout << "d1 < d2 : " << (dval < d2) << "\n"; //false
    cout << "d1 > d2 : " << (dval > d2) << "\n"; //false
    cout << "d1 <= d2 : " << (dval <= d2) << "\n"; //false
    cout << "d1 >= d2 : " << (dval >= d2) << "\n"; //false
    cout << "d1 == d2 : " << (dval == d2) << "\n"; //false

    cout << "d1 != d2 : " << (dval != d2) << "\n"; //true
}
```

- Artık yeni yapıyla çok daha az kod yazabiliyoruz. Tek bir fonksiyon ile bunu yapabiliyoruz.
- Eğer boiler plate kod yapısı belli ise bu fonksiyonları derleyiciye yazdırabiliyoruz. Default edilebiliyor.
- [[nodiscard]] attribute ile nitelendirilip nitelendirilmemiş olduğunu belirtmemiz gerekiyor. Bir fonksiyonun geri dönüş değerinin kullanılmaması durumunda uyarı vermesi için kullanıyor.

Three-way-comparison ne deme: daha önce c kodunda olan `strcmp` fonksiyonu gibi bir fonksiyon. Aynı string fonksiyonlarının compare gibi fonksiyonları.

```
int main()
{
    using namespace std;
    string s1 = "ali";
    string s2 = "veli";
    cout << s1.compare(s2) << "\n"; //s1 > s2 ise 1, s1 < s2 ise -1, eşitse
0 döndürüyor.
}
```

- Bu fonksiyonlar karşılaşmanın kesin sonucunu elde ediliyor. Bu geri dönüş değeri eğer ret' 0 dan büyükse s1 büyük, 0'a eşitse bu değerler eşit, -1'den küçükse s2 büyük.

Bu operatör de aynı sorgulamayı yapıyor ve bize karşılaştırmanın kesin sonucunu veriyor.

- Önceliği karşılaştırma operatörlerinden daha büyük

```
int main()
{
    using namespace std;
    string s1 = "ali";
    string s2 = "veli";
    if(s1<=>s2 < 0)
    {
        cout << "s1 < s2\n";
    }
    else if(s1<=>s2 > 0)
    {
        cout << "s1 > s2\n";
    }
    else
    {
        cout << "s1 == s2\n";
    }
}
```

- Farklı türlerde dile eklendi

```
template<typename T>
void func(T x, T y)
{
    std::cout << typeid(x<=>y).name() << "\n";
}

template<typename T>
```

```
void tprint()
{
    std::cout << typeid(T{} <=> T{}).name() << "\n";
}

int main()
{
    tprint<int>(); //strong ordering
    tprint<double>(); //partial ordering
    tprint<std::string>();
}
```

- Üretim kodu içerisinden ziyade sınıflar içerisinde kullanılıyor.

	Equality	Ordering
Primary	`==`	`<=>`
Secondary	`!=`	`<` , `>` , `<=` , `>=`

```
class Myclass
{
public:
    auto operator==(int)const
    {
        std::cout <<"A";
        return true;
    }
};

int main()
{
    bool b1 = (m == 5);
    bool b2 = (m != 5);
    bool b3 = (5 == m);
    bool b4 = (5 != m);
}
```

```
class Myclass
{
public:
    Myclass(int x) : mx{x} {}
    auto operator<=>(const Myclass &)const = default;
private:
    int mx;
```

```
};

int main()
{
    using namespace std;
    Myclass m1{10}, m2 {20};
    boolalpha(cout);
    cout << "m1 < m2 : " << (m1 < m2) << "\n";
    cout << "m1 <= m2 : " << (m1 <= m2) << "\n";
    cout << "m1 > m2 : " << (m1 > m2) << "\n";
    cout << "m1 >= m2 : " << (m1 >= m2) << "\n";
    cout << "m1 == m2 : " << (m1 == m2) << "\n";
    cout << "m1 != m2 : " << (m1 != m2) << "\n";
}
```

Eğer derleyici tarafından üretilen kodu bizim işimize yarıyorsa bunu default edebiliyoruz.

```
class Date
{
public:
    Date(int d, int m, int y) : md{d}, mm{m}, my{y} {}
    auto operator<=>(const Date &)const = default;
private:
    int my,mm,md;
};
int main()
{
    using namespace std;
    Date d1{12,5,2023}, d2{15,5,2023};
    boolalpha(cout);
    cout << "d1 < d2 : " << (d1 < d2) << "\n";
    cout << "d1 <= d2 : " << (d1 <= d2) << "\n";
    cout << "d1 > d2 : " << (d1 > d2) << "\n";
    cout << "d1 >= d2 : " << (d1 >= d2) << "\n";
    cout << "d1 == d2 : " << (d1 == d2) << "\n";
    cout << "d1 != d2 : " << (d1 != d2) << "\n";
}
```

Burada tıpkı tuple'da olduğu gibi ilk öğeden başlıyarak karşılaştırılıyor.

- Bazı varlıklar için eşitlik ve eşdeğerlik açısından farklılık oluşturulabiliyor. Bir fonksiyona `x==y` durumunda x veya y'nin gönderilmesi aynı şey.
- Bunun ortaya ters olduğu bir durum case insensitive. Örneğin `DENEME` ve `deneme` eşit olabilir.

strong_ordering, weak_ordering, partial_ordering var.

`a <=> b` ifadesinin türü yukarıdaki türlerden biri olmalı. Bunlar sınıf türleri ve `constexpr` türleri implementasyona bağlı fakat isimleri aynı:

Spaceship operatörü ile bir kaşılaştırma yapılıyorsa o tür strong_ordering, weak_ordering, partial_ordering türlerinden biri olmalı. Değerleri ise aşağıda verildiği gibi olmalı:

- `strong_ordering::equal`
- `strong_ordering::less`
- `strong_ordering::greater`
- `strong_ordering::equivalent`
- `weak_ordering::equivalent`
- `weak_ordering::less`
- `weak_ordering::greater`
- `partial_ordering::equivalent`
- `partial_ordering::less`
- `partial_ordering::greater`
- `partial_ordering::unordered`

```
template<typename T, typename U>
void print_compare(const T &t, const U &u)
{
    using namespace std;
    using result_type = copare_three_way_result_t<T,U>;
    string stype = typeid(result_type).name();
    cout << "compare result_type" << stype << "\n";
    auto result = t<=>u;

    if(0 == result)
    {
        if(is_same_v<result_type, strong_ordering>)
            cout << "equal\n";
        else
            cout << "equivalent\n";
    }
    else if(result < 0)
    {
        cout << "less\n";
    }
    else if(result > 0)
    {
        cout << "greater\n";
    }
    else
        cout << "unordered\n";
}

int main()
```

```
{
    print_compare(6.3,6.39);
    print_compare(6.3,NAN);
}
```

- String ordering'ten => weak_ordering'e ve partial_ordering'e dönüşebiliyor. Eğer bir kendi sınıfımız için bir *custom* fonksiyon yazarsak:

```
class Person
{
public:
    Person(const char *p, int a) : name{p}, age{a} {}
    //auto operator<=>(const Person &)const
    std::strong_ordering operator<=>(const Person &)const
    //std::weak_ordering operator<=>(const Person &)const
    //std::partial_ordering operator<=>(const Person &)const
    {
        if(auto cmp = name<=>other.name; cmp != 0) //cmp != 0 ise isimler
eşit değil böylece string'in karşılaştırmasına bağlı oldu
        {
            return cmp;
        }
        return age<=>other.age;
    }
private:
    std::string name;
    int age;
};

int main()
{
    Person p1 {"deneme",    20};
    Person p2 {"mahmtu",    25};

    cout << boolalpha << (p1<p2) << "\n";
}
```

- Aşağıdaki kodda sentaks hatası oluşuyor, çünkü *all return expression must deduce to the same type*

```
class Person
{
public:
    Person(const char *p, int a,double s) : name{p}, age{a},salary{s} {}
    //auto operator<=>(const Person &)const
    auto operator<=>(const Person &)const
    //std::weak_ordering operator<=>(const Person &)const
    //std::partial_ordering operator<=>(const Person &)const
    {
        if(auto cmp = name<=>other.name; cmp != 0) //cmp != 0 ise isimler
```

```
eşit değil böylece string'in karşılaştırmasına bağlı oldu
        {
            return cmp;
        }
        if(auto cmp = age<=>other.age; cmp != 0)
        {
            return cmp;
        }
        return salary<=>other.salary;
    }
private:
    std::string name;
    int age;
    double salary;
};

int main()
{
    Person p1 {"ayse",    40, 60'000};
    Person p2 {"ayse",    40, 10'000};

    cout << boolalpha << (p1<p2) << "\n";
}
```

- Burada bunu çözmek için birden fazla yöntem var. Biri return type'ı en düşük olanı seçmek. Trailing return ttype kullanmak.
- Bunu veren type_trait kullanmak. Bunu compile time'da hesaplatabiliyoruz.

```
class Employee
{
private:
    std::string name;
    double salary;
public:
    auto operator<=>(const Employee &other)const
    -> std::common_comprasion_category_t<decltype(mname <=>other.mname),
decltype(msalary <=>other.salary)>
    {
        if(auto cmp = name<=>other.name; cmp != 0) //cmp != 0 ise isimler
eşit değil böylece string'in karşılaştırmasına bağlı oldu
        {
            return cmp;
        }
        return salary<=>other.salary;
    }
};
```

- Aşağıdaki gibi bir şekilde bunu kurtarabiliriz.

```
class Employee
{
private:
    std::string name;
    double salary;
public:
    std::strong_ordering operator<=>(const Employee &other)const
    {
        if(auto cmp = name<=>other.name; cmp != 0) //cmp != 0 ise isimler
eşit değil böylece string'in karşılaştırmasına bağlı oldu
        {
            return cmp;
        }
        auto cmp = mwage <=> other.mwage;
        assert(cmp != partial_ordering::unordered);
        return comp == 0 ? strong_ordering::equal :
               cmp > 0 ? std::order::greater : std::order::less;
    }
};
```

- Fakat bunu yapan bir fonksiyon var:

```
class Employee
{
private:
    std::string name;
    double mwage;
public:
    std::strong_ordering operator<=>(const Employee &other)const
    {
        if(auto cmp = name<=>other.name; cmp != 0) //cmp != 0 ise isimler
eşit değil böylece string'in karşılaştırmasına bağlı oldu
        {
            return cmp;
        }
        return std::strong_order(mwage,other.mwage);
    }
};
```