

## Analiza mogućih grešaka u proizvodnji i njihovih posljedica: primjena u procesu proizvodnje džins odjeće

Doc.dr.sc. **Zümrüt Bahadır Ünal**, dipl.ing.  
Dr.sc. **Eda Acar**, dipl.ing.  
Ege University, Faculty of Engineering  
Textile Engineering Department  
Bornova, İzmir, Turska  
e-mail: eda.acar@ege.edu.tr  
Prispjelo 10.12.2015.

UDK 687.1:519.28  
Stručni rad

*Na kvalitetu proizvodnje odjeće utječu stroj, poslužitelj, materijal i proces. Proizvodnja bez grešaka u stvarnosti nije moguća. Svrha je spriječiti moguće greške tako da se poduzimaju određene mjere ili da se greške minimaliziraju. Da bi se odredile i odstranile moguće greške tijekom proizvodnih faza, koriste se različite tehničke mjere. Jedna od njih je metoda analize mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis). U radu se opisuju greške koje se pronalaze kontrolom kvalitete u proizvodnji džins odjeće prema metodi FMEA i predlažu preventivne i korektivne mjere za njihovo otklanjanje.*

**Ključne riječi:** odjevni sektor, proces proizvodnje džins odjeće, kontrola kvalitete, analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA)

### 1. Uvod

Kvaliteta kao jedan od primarnih uvjeta za sudjelovanje na lokalnim i globalnim tržištima važna je za proizvođače kako bi ostvarili konkurentsku prednost. Očekivanja kupaca od proizvoda koje kupuju povećala su se s vremenom, te su doveli do toga da grešake bilo koje vrste nisu prihvatljive. Kupac nema toleranciju prema grešci makar ona bila ili mala ili zanemariva. Takav pristup vrijedi u svim područjima, tako i u području odjevne industrije. Proizvođači iz područja odjevne industrije natječu se i međusobno. Budući da je odjevna industrija značajna u državama s jeftinom radnom snagom, najbolju kvalitetu za kupce može se postići vodeći računa o materijalima i proizvodnji te razvojem na području mode koji imaju minimalne troškove. Budući da

je Turska značajan izvoznik i proizvodi velike količine materijala za velike međunarodne kompanije, područje kvalitete neizostavno ima prioritet. Kada se to područje ispituje s obzirom na proizvodni proces, koji je različit od drugih područja, on i dalje ima radno intenzivnu strukturu unatoč povećanoj automatizaciji. Zbog toga postoji znatna potencijalna mogućnost nastanka ljudskih grešaka.

Budući da metoda FMEA (analiza mogućih grešaka i njihovih posljedica) omogućuje sustavnu analizu tehničkih grešaka i njihovog odstranjivanja, pomaže u smanjivanju rizika koje uzrokuju greške, smanjenju troškova grešaka, povećanju pouzdanosti i stalnom razvoju kvalitete. Ona omogućuje određivanje potencijalnih grešaka koje pripadaju sustavu, procesu ili proizvodu u fazi planiranja i razvo-

ja, određuje specifikaciju stupnja njihove važnosti, vrednovanje kao i poduzimanje potrebnih mjera za njihovo sprječavanje [1].

Metoda FMEA se upotrebljavala uglavnom u proizvodnim područjima, naročito u automobilskoj industriji. Danas se upotrebljava u tvrtkama za proizvodnju i usluge, prema područjima njihove potrebe. Primjenom ove metode razvijene su mjere opreza kako bi se spriječile moguće greške koje se mogu dogoditi u podružnicama vezanim uz automobilsku industrijsku proizvodnju [2]. Metoda usmjerena na rezultat procjenjuje grešku, njenu veličinu i posljedice te nastale troškove i potrebne mjere opreza [3]. Tvornica za konfekcijsku proizvodnju odjeće koristila je metodu FMEA za ocjenu rizika tvrtke usmjerenu na zdravlje i sigurnost radni-

ka [4]. Razvijen je novi model FMEA temeljen na višeznačnom (fuzzy) dijagramu i matičnom pristupu za rješavanje problema i poboljšanje učinkovitosti tradicionalne metode FMEA [5]. U drugoj studiji predlaže se FMEA metoda koja koristi analizu omeđenih podataka - DEA (Data Envelopment Analysis), dobro poznatog alata za mjerenje učinkovitosti, koja određuje prioritete rizika mogućnosti grešaka [6]. Za postizanje bolje zaštite okoliša, FMEA se primjenjuje kao prikladna metoda za određivanje, klasifikaciju i analizu uobičajenih grešaka u životnom ciklusu komunalnog krutog otpada [7]. Prema literaturi, osim primjene tradicionalne metode FMEA na različitim područjima, ona se može koristiti zajedno s drugim metodama, s time da se u obzir moraju uzimati i neki nedostaci. Za potrebe ovoga rada provedena su ispitivanja u Odjelu za kontrolu kvalitete jednog proizvođača džins odjeće primjenom FMEA metode. Identificirani su vrste grešaka, posljedice i uzroci, te preventivne mjere za njihovo smanjenje ili odstranjivanje.

## 2. Materijali i postupci

### 2.1. Materijal

Ispitivanje je provedeno u tvornici za proizvodnju gornje odjeće, posebno hlača, suknji i sakoa. Materijal koji je ispitivan bila je džins odjeća od tkanina proizvedenih u Izmiru (Turska). U radu su ispitane greške na džins odjeći nastale u proizvodnji, utjecaj ovih grešaka i njihove posljedice na radni tok kao i mjere koje se moraju poduzeti za izbjegavanje njihovog nastanka.

### 2.2. Metodologija FMEA

Nakon utvrđivanja i klasificiranja greški tim stručnjaka FMEA primjenom metode brainstorminga (intenzivnom raspravom sa svrhom rješavanja problema ili iznalaženja novih ideja) obradio sve ove probleme i predložio kontrolne mjere koje se trebaju poduzeti.

Metoda FMEA je prvo razvijena za potrebe Američke vojske, kao pouzdana tehnika za vrednovanje sustava i grešaka opreme. Nakon toga, s njenom primjenom započinje proizvođač automobila Ford [8], danas se primjenjuje u mnogim industrijama. Metoda FMEA se definira kao metoda kojom se daje prednost vrstama grešaka koje će imati najveći utjecaj u cijelom sustavu, a ne kao metoda za planiranje poboljšanja velikog broja grešaka [9].

Osnovni ciljevi ove metode su predviđanje potencijalnih grešaka koje mogu nastajati u proizvodu ili procesu, poduzimanje mjere za sprječavanje njihovog nastanka, određivanje stupnja utjecaja ili kritičnosti pojedinih vrsta grešaka.

Primjenjivost metode ovisi o potrebi za kontinuiranim razvojem i poboljšanjem, što je glavna svrha cjelokupnog upravljanja kvalitetom.

#### 2.2.1. Vrste mogućih grešaka i analize efekata

Postoje četiri tipa metode FMEA [8]: **Sustavna FMEA analiza:** Njome se analiziraju glavni sustavi i podsustavi. To je metoda za pronalaženje potencijalnih vrsta grešaka među elementima koji sačinjavaju sustav.

**FMEA analiza dizajna:** To je metoda za vrednovanje prijašnjih grešaka ili reklamacija tijekom dizajna proizvoda/razvojne faze koji su nastali prije proizvodnje. Ovom analizom sprječavaju se vrste grešaka koje mogu nastati tijekom dizajna novog proizvoda i tehnologije ili razvoja.

**Procesna analiza FMEA:** Služi za odstranjivanje grešaka koje nastaju u proizvodnji i procesu spajanja i njihovoj analizi.

**Uslužna FMEA analiza:** Primjenjuje se za analizu usluge prije nego se usluga pruži korisniku.

#### 2.2.2. Faze primjene mogućih grešaka i analize efekata

Proces primjene metode FMEA se općenito sastoji od tri faze:

- pripreme,
- analize sustava,
- vrednovanja rezultata.

Osnovna primjena metode FMEA uključuje izračun vrsta grešaka, uzroke nastajanja, vjerojatnosti, intenzitet i mogućnost otkrivanja odn. broj prioriteta rizika funkcije kao i njihovo navođenje, od većeg do manjeg broja, te poduzimanje mjera za smanjenje rizika.

Broj prioriteta rizika (RPN – Risk Priority Number) je vrijednost koja se dobiva množenjem učestalosti, ozbiljnosti i primjetljivosti greške [10].

$$RPN = \text{učestalost} \times \text{ozbiljnost} \times \text{primjetljivost} \quad (1)$$

Gdje učestalost predstavlja frekvenciju greške, ozbiljnost važnost efekta greške, a primjetljivost mogućnost njenog uočavanja prije nego što stigne do krajnjeg korisnika. Da se odrede te vrijednosti, koristi se skala od 10.

U zadnjoj fazi odlučuje se o davanju prijedloga za poboljšanje i započinje se s korektivnim mjerama za pojedine faze proizvodnog procesa i za pojedine vrste grešaka prema izračunatim RPN vrijednostima i stupnju ozbiljnosti svake greške.

RPN vrijednosti se navode od najviših do najnižih, prema izabranom kriteriju. Pritom je prirodno da najviše RPN vrijednosti imaju veći prioritet u odnosu na druge u svrhu poboljšanja [11].

## 3. Provedba i rezultati

Prije početka ispitivanja, uprava tvrtke je pribavila potrebne podatke o analizi i koristima koje će se dobiti. Osnovan je tim za provedbu analize mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA). Izabrane su odgovorne osobe koje imaju mogućnost sudjelovanja u svakoj fazi procesa, definiranja uzroka grešaka i ispravne procjene. Zatim je određeno da proces na koji će se primijeniti metoda FMEA bude proces proizvodnje džins odjeće. Ispitivanje je provedeno od 5. studenog 2014. do 18. prosinca 2014. Nakon određivanja grešaka u tom razdoblju utvrđeno je pet osnovnih klasifikacija, tab.1.

Tab.1 Vrste grešaka uočene tijekom procesa proizvodnje džins odjeće

Šifra greške	Vrsta greške	
D1	Greške kod označivanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bez etikete</li> <li>• Pokidana etiketa kod pranja</li> <li>• Neispravan šav na etiketi</li> <li>• Diferencijalni posmik etikete</li> </ul>
D2	Greške na zakovicama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bez zakovice ili ekstra zakovica</li> <li>• Slomljena zakovica</li> </ul>
D3	Greške na šavovima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prekinut konac</li> <li>• Preskočeni šav</li> <li>• Kidanje šavova</li> <li>• Nabiranje</li> <li>• Zakrivljeni šav</li> <li>• Nepotpuni šav</li> <li>• Šivanje u pogrešnom smjeru</li> <li>• Otvaranje šava</li> <li>• Neodgovarajuća dužina uboda</li> <li>• Greške kod prošivanja</li> </ul>
D4	Greške na držačima remena u pojasu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prekinut držač remena</li> <li>• Nesašiven držač remena</li> </ul>
D5	Druge greške	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Greške kod mjerenja</li> <li>• Trag etikete</li> <li>• Masna mrlja</li> <li>• Mrlja od zavarivanja</li> <li>• Trag ljepila vidljiv na površini</li> <li>• Greške kod vezenja</li> </ul>

Tab.2 Redoslijed grešaka prema broju utvrđenom u proizvodnji džins odjeće

Br.	Vrsta greške	Broj grešaka
1	Greške na šavovima	1114
2	Greške kod označivanja	153
3	Greške na držačima remena	78
4	Greške na zakovicama	58
5	Druge greške	323
Ukupno		1726

U tab.1 navedene su greške koje su nastale tijekom procesa proizvodnje džins odjeće i vrste grešaka koje su direktno ili indirektno utjecale na rad tvrtke [12].

Tijekom vremena promatranja ukupno je kontrolirano 5600 proizvoda. 1726 proizvoda, gotovo 30 %, ponovno je obrađeno zbog svojih grešaka. U tab.2 navedena je brojčana razdioba ustanovljenih vrsta grešaka.

Na sl.1 prikazan je Pareto dijagram iz kojeg se uočava da je uzrok nastanka

65,54 % grešaka u procesu šivanja. Zatim slijede „druge greške“ sa 18,71 %, greške označivanja, te greške na petljama za držanje remena (4,51%) i greške na zakovicama (3,36%). Proizvodi s greškom zahtijevaju posebnu obradu, što uzrokuje gubitak vremena. Često ih kupci ne prihvaćaju te se na tržište stavljaju kao roba druge klase. Tim FMEA je uzroke nastajanja pojedinih vrsta grešaka

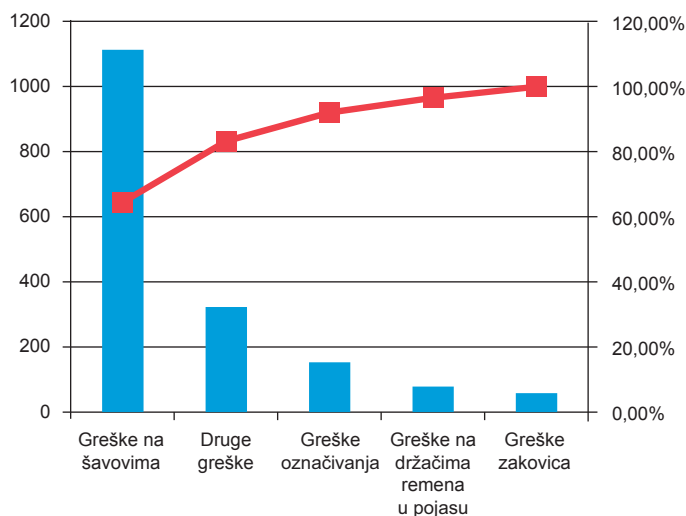
obradio analizom dijagrama riblje kosti (tab.3).

Uzroci pojedinih vrsta grešaka građirani su skalom od 10, prema učestalosti, važnosti i primjetljivosti, te je kasnije dobivena lista prioriteta izračunom vrijednosti RPN (množenjem dobivenih triju vrijednosti).

Kod određivanja vrijednosti pokušalo se iskoristiti prethodne podatke u što većoj mjeri. Dobivene vrijednosti učestalosti, ozbiljnosti (važnosti) i primjetljivosti određene su prema iskustvu članova tima. Vrijednosti RPN faktora navedene su u tab.4.

Prema RPN vrijednostima, ustanovljeno je da su greške kod šivanja i na zakovicama vrste grešaka koje se moraju ispraviti. Uočeno je da su uzroci tih grešaka uglavnom stroj, poslužitelj i sirovina. Zato bi se osoblje trebalo dodatno uvježbavati kako bi svoj posao obavljalo bolje, a potrebno je i kontroliranje njihovog rada. Tvrtka bi trebala utrošiti više vremena za obuku radnika i osigurati stalno osposobljavanje.

Trebalo bi osigurati da se provodi kontrola kvalitete proizvoda tijekom proizvodnog procesa na discipliniraniji način, jer se troši previše vremena na popravak i opetovane kontrole. Sljedeća radna operacija trebala bi početi nakon što osoba koja je obavila taj rad vrednuje njegovu kvalitetu, odnosno provede kontrolu kvalitete. Zato je obučavanje poslužite-



Sl.1 Pareto dijagram grešaka

Tab.3 Određivanje uzroka grešaka

Vrsta greške	Uzrok greške
Greške na šavovima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Greške kod podešavanja stroja</li> <li>• Upotreba neodgovarajućeg iglenog konca, pritisne papučice</li> <li>• Nestabilnost materijala</li> <li>• Nemarnost poslužitelja stroja</li> </ul>
Greške kod označivanja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemarnost poslužitelja stroja</li> <li>• Upotreba pogrešne etikete</li> <li>• Upotreba neodgovarajuće igle i šivaćeg konca za etikete</li> <li>• Neupotreba aparata za etiketiranje</li> </ul>
Greške na držačima remena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemarnost poslužitelja</li> <li>• Nedostatak motivacije</li> <li>• Upotreba pogrešnih škara</li> </ul>
Greške na zakovicama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nemarnost poslužitelja</li> <li>• Neodgovarajući model zakovice</li> <li>• Nepravilno podešenje stroja i aparata za dotični proces</li> </ul>
Druge greške	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Slabo održavanje strojeva</li> <li>• Odabir neodgovarajućeg materijala</li> <li>• Greška u podacima</li> <li>• Odabira pogrešnog postupka za proces</li> </ul>

Tab.4 Određivanje grešaka prema vrijednostima RPN faktora

Br.	Vrsta greške	Učestalost	Važnost	Primjetljivost	RPN vrijednosti
1	Greške kod označivanja	7	6	2	84
2	Greške na zakovicama	6	5	5	150
3	Greške na šavovima	10	4	5	200
4	Greške na držačima remena	5	4	3	60
5	Druge greške	7	3	6	126

lja tako važno. Na taj način se znatno smanjuje međukontrola i završna kontrola.

Poželjno je raditi bez grešaka, što znači da se RPN vrijednosti trebaju smanjiti. To se može postići tako da se smanji učestalost, a u tom smislu su važne preventivne i korektivne mjere.

#### 4. Rasprava i zaključci

Cilj odjevne industrije je postići željenu razinu kvalitete provođenjem kontinuiranog poboljšanja. Prednosti se postižu određivanjem vrsta grešaka u procesu proizvodnje odjeće, vrednovanjem budućih utjecaja grešaka na kupce, smanjivanjem i odstranjivanjem grešaka koje mogu nastajati u procesu proizvodnje, te određivanjem i primjenom kontrole. Metoda analize mogućih grešaka i njihovih posljedica (FMEA) je efikasna numerička analiza koja je us-

mjerena na sprječavanje grešaka prije nego se pojave. Rezultat primjene metode FMEA u pogonu proizvođača džins odjeće su razvoj mjera za identifikaciju i odstranjivanje mogućih grešaka u proizvodnom procesu i održavanje visoke razine zadovoljstva kupaca.

U proizvodnji džins odjevnih predmeta koriste se različiti kemijski i mehanički procesi prije nego dođu do krajnjih korisnika. U takvoj proizvodnji neizbježno dolazi do pogoršanja kvalitete tkanine za izradu odjeće, šivaćih konaca i modnih dodataka. Također je potrebno poznavati procese nakon šivanja. Potrebno je dobro poznavanje i odabir odgovarajućeg šivaćeg konca, šivaćeg uboda i modnih dodataka koji su otporni na te procese. Tako je moguće spriječiti većinu grešaka kod šivanja koje mogu nastati kasnije.

Kao rezultat kontrole provedenih u tvrtki, većina grešaka su greške kod

šivanja. Njih mogu uzrokovati materijal, stroj, poslužitelj i postupak. Da bi se odstranile greške uzrokovane materijalom, trebalo bi odgovarajuće izabrati materijale prema zahtjevima procesa.

Da se odstrane greške koje uzrokuje stroj, potrebno je strojeve odgovarajuće podesiti i adekvatno ih održavati. Trebalo bi primjenjivati tehnološke inovacije i prije početka šivanja izabrati odgovarajuće strojeve. Potrebno je izabrati uređaje za postizavanje standardne kvalitete. Troškovi uređaja nisu tako visoki, a kvaliteta se značajno povećava. Najvažnije je izabrati najprikladnije uređaje za odgovarajuće radne operacije.

Da bi se spriječilo greške koje uzrokuju poslužitelji, svaki od njih prvo treba proći obuku. Troškovi obuke čine troškove na početku. No, oni gube na važnosti s povećanjem kvalitete i učinkovitosti. Također se i mehaničari trebaju obučavati tako da mogu kontrolirati i procjenjivati radne operacije. Tako neće dolaziti do prekida proizvodnje ako netko mora napustiti radno mjesto. Budući da je cirkulacija radne snage u ovom sektoru vrlo intenzivna, jedan radnik može pogon dovesti u težak položaj. Da bi se to spriječilo, poslužitelji bi trebali raditi racionalno. Obuka ne bi trebala biti ograničena samo na popunjavanje osoblja. Na potrebnim radnim mjestima mogu se organizirati i dodatne obuke.

Budući da tvrtka obavlja uslužnu djelatnost, kao što je ugovaranje kooperacije, važno je birati usluge vanjskih suradnika, a naročito se treba razvijati svijest o kvaliteti. Međusobna razmjena informacija s vanjskim tvrtkama osigurava zdraviju radnu klimu. Obavljanje poslovanja tako da se tim za kontrolu kvalitete usmjeri na vanjske suradnike trebalo bi naglasiti prethodnu kontrolu i međukontrolu. Kako bi se odstranile greške koje proizlaze iz postupka, važno je da odjeli za planiranje i organizaciju rade sustavno. Objašnjenja svih detalja povezanih s proizvodnjom i pakiranjem kao što su procesne faze za svaki pojedinačni model, pomoćni materijali

potrebni za proizvod, modni dodaci koji će se koristiti moraju se opisati na jasan način. Proizvodnja ne bi smjela započeti prije kontrole točnosti informacija u datotekama koje sadrže objašnjenja.

Premda je proizvodnja odjeće uvelike automatizirana, još uvijek ima radno intenzivnu strukturu. Zato nije moguća proizvodnja bez grešaka. Međutim, primjenom odgovarajućih mjera moguće je minimalizirati broj grešaka. (Preveo M. Horvatić)

#### Literatura:

- [1] Yücel Ö., E.Ü.B. MYO: Konfekcion üretiminde hata türü ve etkileri analizi, *Tekstil ve Konfekcion* 2 (2007)
- [2] Baysal M.E., E. Canıyılmaz, T. Eren: Otomotiv yan sanayinde hata türü ve etkileri analizi, *Teknoloji Dergisi* 5 (2002) (1-2), 83-90
- [3] Eryürek Ö.F., M. Tanyaş: Hata türü ve etkileri analizi yönteminde maliyet odaklı yeni bir karar verme yaklaşımı, *İtüdergisi/d* 2 (2010) 6
- [4] Milli A: Bir hazır giyim işletmesinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında hata türü ve etkileri analizi yöntemi ile risk analizi, Gazi University, Institute of Education Sciences, Ankara (2015)
- [5] Liu H.C. et al.: Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy digraph and matrix approach, *Journal of Intelligent Manufacturing* (2014) 1-12
- [6] Chin K.S. et al.: Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis, *Decision Support Systems* 48 (2009) 1, 246-256
- [7] Chen Y.C., W.F. Wu: Constructing an effective prevention mechanism for MSW lifecycle using failure mode and effects analysis, *Waste Management* (2015) 46, 646-652
- [8] Eleren A., C. Elitaş: Hedef maliyetlemede hata türü ve etkileri analizi ile risklerin değerlendirilmesi, *MUFAD Dergisi* (2007)
- [9] Çevik O., G. Aran: Kalite iyileştirme sürecinde hata türü etkileri analizi ve piston üretiminde bir uygulama, *SEAD* 16 (2009) 10, 241-265
- [10] Pillay A., J. Wang: Modified Failure Mode and Effects Analysis Using Approximate Reasoning, *Reliability Engineering and System Safety* (2003) 79, 69-85
- [11] Soykan Y., N. Kurnaz, M. Kayık: Sağlık işletmelerinde hata türü ve etkileri analizi ile bulaşıcı hastalık risklerinin derecelendirilmesi, *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi* 6 (2014) 1, 172-183
- [12] Yakıt O.: Süreç iyileştirmede hata türü etkileri analizi ve bir uygulama, Sakarya University, Social Science Institute, Business Administration Department, Sakarya (2010).

#### SUMMARY

##### Failure mode and effect analysis: An application in jeans production process

Z. Bahadır Ünal, E. Acar

Apparel production quality is influenced depending upon machine, operator, material and process. Therefore, production is not possible with zero defect. The purpose is to prevent the possible defects by taking measures or to minimize them. In order to determine and remove the possible defects during production stages, various engineering applications are used for this purpose. One of them is "Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)" technique. In this study, defects encountered at the quality control department of jeans production in apparel firm were observed and analyzed according to FMEA method.

**Key words:** apparel sector, jeans production process, quality control, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

*Ege University, Faculty of Engineering, Textile Engineering Department*

*Bornova, İzmir, Turkey*

*e-mail: eda.acar@ege.edu.tr*

*Received December 10, 2015*

##### Fehlermöglichkeits- und einflussanalyse (FMEA): eine Anwendung in der Herstellung von Jeansbekleidung

Maschinen, Bedienungspersonal, Materialien und Herstellungsprozesse beeinflussen die Qualität der Kleidungsstellung. Deshalb ist die Herstellung mit Null-Fehler nicht möglich. Das Ziel ist, mögliche Fehler durch bestimmte Maßnahmen zu verhindern oder zu reduzieren. Um diese möglichen Fehler während der Fertigung zu bestimmen und zu entfernen, werden verschiedene Technikanwendungen verwendet. Eine von ihnen ist Fehlermöglichkeits- und einflussanalyse (FMEA). In der vorliegenden Untersuchung wurden die in der Abteilung für Qualitätskontrolle eines Jeans-Produktionsbetriebes festgestellten Fehler durch die FMEA-Methode beobachtet und analysiert.